



Quito – Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 146**

Segunda revisión  
2015-12

**CASCOS DE SEGURIDAD PARA USO INDUSTRIAL. REQUISITOS E  
INSPECCIÓN**

SAFETY HELMETS FOR INDUSTRIAL USE. SPECIFICATIONS AND INSPECTION

**ÍNDICE**

	<b>Página.</b>
1. Objeto -----	1
2. Campo de aplicación-----	1
3. Referencias normativas -----	1
4. Definiciones -----	1
5. Clasificación-----	2
6. Requisitos -----	3
7. Marcado, etiquetado y embalaje -----	5
8. Inspección -----	6
9. Métodos de ensayo -----	9
APÉNDICE V Recomendaciones, precauciones, uso y cuidado -----	28
APÉNDICE W Ensayos de aislamiento eléctrico -----	30
APÉNDICE X Ensayos de transmisión de fuerza -----	31
APÉNDICE Y Ensayos de atenuación de energía de impacto -----	33
APÉNDICE Z Bibliografía -----	35

<p style="text-align: center;"><b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CASCOS DE SEGURIDAD PARA USO INDUSTRIAL REQUISITOS E INSPECCIÓN</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>NTE INEN 146:2015 Segunda revisión 2015-12</b></p>
--	---	--

## 1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos mínimos de desempeño y requisitos de inspección para cascos de seguridad industrial que reducen las fuerzas de impacto y penetración, y que pueden proveer protección contra choque eléctrico.

## 2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica a los cascos de seguridad para uso industrial.

## 3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

ISO/DIS 6220:1983, *Draft International standard - Headforms for use in the testing of protective helmets*

ASTM E1164:2002, *Colorimetry. Standard Practice for Obtaining Spectrophotometric Data for Object-Color Evaluation*

SAE J211-1:2007, *Instrumentation for impact test. Part 1: Electronic Instrumentation*

## 4. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:

**4.1 Accesorio.** Dispositivo previsto para montarse en o usarse con los cascos de seguridad industrial.

**4.2 Ápice.** Punto en la superficie exterior de la coraza coincidente con el eje vertical de la forma de la cabeza, al montarse en la posición en la que se usa, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

**4.3 Plano básico.** Plano al nivel del meato auditivo externo (abertura del oído externo) y el margen inferior de la órbita (borde inferior de la cuenca ocular).

**4.4 Barboquejo.** Correa que encaja bajo el mentón y se junta al casco.

**4.5 Correa de corona.** Parte de la suspensión que pasa sobre la cabeza.

**4.6 Línea de ensayo dinámica (LED).** Línea de ensayo usada como una frontera para conducir el ensayo de penetración descentrada y atenuación de energía de impacto.

**4.7 Inflamabilidad.** Capacidad de una coraza de casco para soportar combustión al removerse la flama de ensayo.

**4.8 Arnés.** Ensamble completo usado para mantener un casco en posición de uso correcto en la cabeza de quien lo viste, sin incluir un barboquejo u otro dispositivo de retención.

**4.9 Banda para la cabeza.** Parte del arnés que rodea la cabeza.

**4.10 Casco.** Dispositivo que se pone en la cabeza, diseñada para proveer protección limitada contra impacto, partículas en vuelo o choque eléctrico.

**4.11 Plano sagital medio.** Plano longitudinal, perpendicular al plano básico, que pasa a través del vértice y biseca geoméricamente la cabeza.

**4.12 Correa de nuca.** Correa que encaja detrás de la cabeza debajo del plano de referencia.

**4.13 Punta.** Parte de la coraza que se extiende hacia delante sobre la frente de quien viste.

**4.14 Índice de posicionamiento.** Distancia perpendicular, como lo especifica el fabricante, desde algún punto en el casco hasta el plano básico, cuando el casco está sentado propiamente en una forma de cabeza de referencia.

**4.15 Proyección.** Conjunto de características rígidas que se extienden o sobresalen más allá del contorno o superficie externo o interno normal del casco.

**4.16 Relleno protector.** Cualquier material usado para absorber la energía cinética de impacto.

**4.17 Plano de referencia.** Plano a una distancia dada encima y paralelo al plano básico.

**4.18 Forma de cabeza de referencia.** Dispositivo de medición contorneado a dimensiones especificadas, con rótulos superficiales que indican las ubicaciones de los planos básico, sagital medio y de referencia, así como cualquier línea de ensayo requerida.

**4.19 Debe.** El uso de la palabra “debe” indica un requisito de cumplimiento obligatorio.

**4.20 Coraza.** Parte de un casco que incluye la superficie más exterior.

**4.21 Debería.** El uso de la palabra “debería” indica una recomendación.

**4.22 Suspensión.** Porción del arnés que se diseña para actuar como un mecanismo absorbente de energía. Puede consistir de correas de corona, relleno protector o un mecanismo similar.

**4.23 Línea de ensayo estática (LEE).** Línea de ensayo usada como límite para conducir ensayos de inflamabilidad, aislamiento eléctrico y para montaje, para el ensayo de transmisión de fuerza.

**4.24 Línea de ensayo.** Línea o combinación de líneas marcadas en forma de cabeza de referencia usadas para proveer límites o frontera más allá de la que no se considera protección.

**4.25 Placa de ensayo.** Una muestra del casco o material de coraza representativo con un espesor de  $3 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ .

## 5. CLASIFICACIÓN

### 5.1 Clasificación en base a tipos y clases de cascos

Los cascos de seguridad industrial se describen por tipo de impacto y clase eléctrica.

Todos los cascos de seguridad industrial deben cumplir ya sea con los requisitos tipo I o tipo II. Todos los cascos deben clasificarse adicionalmente según los requisitos eléctricos clase G, clase E o clase C. Los cascos que cumplen con los requisitos de ensayo para uso en posición al revés deben rotularse con la marca de uso en posición al revés. Por ejemplo: tipo I, clase G o tipo II, clase E LT.

## **5.1.1 Tipos de impacto**

### **5.1.1.1 Tipo I**

Los cascos tipo I están previstos para reducir la fuerza de impacto resultante de un golpe solamente a la parte superior de la cabeza.

### **5.1.1.2 Tipo II**

Los cascos tipo II están previstos para reducir la fuerza de impacto resultante de un golpe a la parte superior o lados de la cabeza.

## **5.1.2 Clases eléctricas**

### **5.1.2.1 Clase G (general)**

Los cascos clase G se prevén para reducir el peligro de contacto con conductores de bajo voltaje. Las muestras de ensayo deben ensayarse 2200 V (fase a tierra). No se pretende que este voltaje sea un indicador de aquel al que se somete el casco cuando protege al usuario.

### **5.1.2.2 Clase E (eléctrica)**

Los cascos clase E se prevén para reducir el peligro de contacto con conductores de mayor voltaje. Las muestras de ensayo se ensayan a 20 000 V (fase a tierra). No se pretende que este voltaje sea un indicador de aquel al que se somete el casco cuando protege al usuario.

### **5.1.2.3 Clase C (conductiva)**

Los cascos clase C no se prevén para proveer protección contra contacto con riesgos eléctricos.

## **5.1.3 Uso en posición al revés**

Los cascos con opción de uso en posición al revés se prevén para pasar todos los requisitos de ensayos, ya sean usados hacia delante o hacia atrás, de acuerdo con las instrucciones de uso del fabricante.

## **6. REQUISITOS**

### **6.1 Requisitos de desempeño**

#### **6.1.1 Requisitos para cascos tipo I y tipo II**

##### **6.1.1.1 Inflamabilidad**

Los cascos deben ensayarse de acuerdo con 9.1, en cualquier parte encima de la LEE. Ninguna flama debe ser visible cinco segundos, después de remoción de la flama de ensayo.

##### **6.1.1.2 Transmisión de fuerza**

Los cascos deben ensayarse de acuerdo con 9.2 y no deben transmitir una fuerza a la forma de cabeza de ensayo que exceda 4450 N. Adicionalmente, para cada condición de ensayo especificada, la máxima fuerza transmitida de muestras de ensayo individuales debe promediarse. Los valores promediados no deben exceder 3780 N.

##### **6.1.1.3 Penetración de ápice**

Los cascos deben ensayarse de acuerdo con 9.3. El penetrador no debe hacer contacto con la parte superior de la forma de cabeza de ensayo.

#### **6.1.1.4 Requisitos de aislamiento eléctrico**

Los cascos clase G y clase E deben cumplir los requisitos de desempeño apropiados, como se enumera a continuación. Los cascos clase C no se ensayan para aislamiento eléctrico.

##### **6.1.1.4.1 Requisitos clase G**

Los cascos clase G deben ensayarse de acuerdo con 9.7, y deben resistir 2200 V (media cuadrática), AC, 60 Hertz, por un minuto. El escape no debe exceder 3 mA.

##### **6.1.1.4.2 Requisitos clase E**

Cada casco que cumpla los requisitos clase E para aislamiento eléctrico, primero debe pasar por el ensayo de transmisión de fuerza especificado en 6.1.1.2.

Los cascos clase E deben ensayarse de acuerdo con 9.7 y deben resistir 20 000 V (media cuadrática), AC, 60 Hertz, por 3 min. El escape no debe exceder 9 mA.

A 30 000 V, la muestra de ensayo no debe quemarse completamente.

#### **6.1.2 Requisitos adicionales para cascos tipo II**

##### **6.1.2.1 Atenuación de energía de impacto**

Los cascos tipo II deben ensayarse de acuerdo con 9.4, en cualquier parte encima de la LED. La aceleración debe registrarse. La aceleración máxima no debe exceder 150 Gs.

##### **6.1.2.2 Penetración descentrada**

Los cascos tipo II deben ensayarse de acuerdo con 9.5, en cualquier parte encima de la LED.

Para cada condición especificada, el penetrador no debe hacer contacto con la forma de cabeza de ensayo al golpearse en cualquier parte encima de la LED.

##### **6.1.2.3 Barboquejo**

Las correas de mentón deben elaborarse de material idóneo de no menos de 12,7 mm de ancho.

Los cascos tipo II que se provean con correas de mentón deben ser ensayados para retención, de acuerdo con 9.6.

Para cada condición especificada, el barboquejo debe permanecer intacto. La elongación residual de la correa no debe exceder 25 mm.

#### **6.1.3 Requisitos para ensayos opcionales**

##### **6.1.3.1 Uso en posición al revés**

Los cascos tipo I que han de rotularse con la marca de uso en posición al revés deben pasar los ensayos de transmisión de fuerza, cuando se montan en la posición al revés, en la forma de cabeza.

Los cascos tipo II que han de rotularse con la marca de uso en posición al revés deben pasar los ensayos de transmisión de fuerza, atenuación de impacto y penetración descentrada, al montarse en la posición al revés, en la forma de cabeza de ensayo.

##### **6.1.3.2 Alta visibilidad**

Al medirse de acuerdo con 9.8 de esta norma, los cascos marcados "HV" para alta visibilidad, deben demostrar cromaticidad dentro de una de las áreas definidas en la tabla 1. Igualmente, el factor de

luminosidad total (expresado como porcentaje) debe exceder el mínimo correspondiente en la tabla 1.

**TABLA 1. Color, cascos de alta visibilidad**

Color	Coordenadas de cromaticidad		Mínimo factor de luminosidad total Y (%)
	x	y	
Amarillo-verde fluorescente	0,387	0,610	70
	0,356	0,494	
	0,398	0,452	
	0,460	0,540	
Naranja-rojo fluorescente	0,610	0,390	40
	0,535	0,375	
	0,570	0,340	
	0,655	0,344	
Rojo fluorescente	0,655	0,344	25
	0,570	0,340	
	0,595	0,315	
	0,690	0,310	

## 7. MARCADO, ETIQUETADO Y EMBALAJE

### 7.1 Marcado

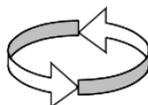
#### 7.1.1 Marcado sobre el casco

Cada casco debe ir acompañado de las instrucciones del fabricante, que expliquen el método propio de ajuste de tamaño, uso, cuidado, directrices de vida de servicio útil y, si es aplicable, el uso en posición al revés.

Cada casco debe portar rótulos permanentes en letras de al menos 1,5 mm de altura declarando la siguiente información:

- nombre o marca de identificación del fabricante,
- la fecha de fabricación,
- la referencia a esta norma,
- la designación de tipo y clase aplicables, seguidas por rótulos de criterios opcionales, si son aplicables, y
- el rango aproximado de tamaño de cabeza (ver tabla 2).

Si se aplican criterios opcionales, los rótulos apropiados deben seguir la secuencia como se especifica a continuación:



- Uso en posición al revés;

LT - Temperatura más baja

HV - Alta visibilidad

## 8. INSPECCIÓN

### 8.1 Selección y preparación de muestras de ensayo

#### 8.1.1 Formas de cabeza

##### 8.1.1.1 Generalidades

Solo aquella parte de la forma de cabeza encima del plano de referencia se prevé para representar la cabeza humana. No deben usarse formas de cabeza dañadas o deformadas.

##### 8.1.1.2 Tamaños de formas de cabeza

Para el ensayo de transmisión de fuerza debe usarse la forma de cabeza ISEA tamaño 7.

Para los demás ensayos, deben usarse cualquiera de los tres tamaños de formas de cabeza ISO descritos en ISO/DIS 6220 (ver figura 1) y especificados por el fabricante. Si el fabricante no especifica un tamaño de forma de cabeza, el responsable de realizar el ensayo debe decidir el tamaño idóneo.

##### 8.1.1.2.1 Forma de cabeza para transmisión de fuerza

La forma de cabeza usada para el ensayo de transmisión de fuerza (ver 6.1.1.2) debe ser la "ISEA cabeza de ensayo estándar (standard Headform)" tamaño 7 (la figura 3 contiene dimensiones aproximadas para referencia solamente). La forma de cabeza debe estar hecha de magnesio de baja resonancia K-1A, o aluminio. La masa de la forma de cabeza debe ser  $3,64 \text{ kg} \pm 0,45 \text{ kg}$ .

##### 8.1.1.2.2 Forma de cabeza para ensayos de penetración

Se debe usar una forma de cabeza como se especifica en ISO/DIS 6220 y hecha de material eléctricamente conductor para el ensayo de penetración de ápice (ver 6.1.1.3) y para el ensayo de penetración descentrada (ver 6.1.2.2) y debe montarse en una junta de bola, de tal forma que pueda pivotarse hacia varias posiciones.

##### 8.1.1.2.3 Forma de cabeza para ensayos de atenuación de energía de impacto

Una forma de cabeza ISO, usada para el ensayo de atenuación de energía de impacto (ver 6.1.2.1), debe estar hecha de un material de baja resonancia como uretano de sílice fundido y tener un durómetro Shore "D" de  $60 \pm 6$ . La forma de cabeza, junto con sus ensamblajes soportantes, deben tener una masa de  $5 \text{ kg} \pm 0,05 \text{ kg}$ , con el centro de gravedad correspondiendo más o menos con el centro de la bola de montaje.

##### 8.1.1.3 Líneas de ensayo de referencia

La línea de ensayo estática (LEE) se establece de acuerdo con las dimensiones mostradas en la figura 11. La línea de ensayo dinámico (LED) se establece de acuerdo con las dimensiones mostradas en la figura 2.

Para la opción de uso en posición al revés, se debe establecer una LED separada, de acuerdo con las dimensiones mostradas en la figura 2, para los cascos en que la muestra de ensayo se monta en la forma de cabeza en la posición de uso invertido.

##### 8.1.1.4 Montajes de forma de cabeza

Las formas de cabeza usadas para conducir los ensayos de transmisión de fuerza deben montarse como se muestra en la figura 3. Las formas de cabeza usadas para ensayos de atenuación de energía de impacto se montan como se muestra en la figura 4. Las formas de cabeza usadas para ensayos de penetración se montan como se muestra en la figura 5. Las formas de cabeza usadas para ensayos de retención del barboquejo se montan como se muestra en la figura 6.

## **8.1.2 Muestras de ensayo**

### **8.1.2.1 Ensayos de conformidad**

Se requiere un mínimo de 30 muestras de ensayo, de acuerdo con los requisitos de desempeño 6.1. Se requiere un mínimo de 36 muestras de ensayo para cascos que han de rotularse como de uso en posición al revés.

No se prevé que el protocolo de ensayo establecido en la tabla 3 se use para el programa de aseguramiento de calidad de un fabricante.

### **8.1.2.2 Secuencia de ensayo**

Los ensayos deben conducirse de acuerdo con el programa delineado en la tabla 3. Algunas muestras de ensayo pueden usarse para realizar más de un ensayo. Los cascos que cumplen los requisitos de esta norma están previstos para proveer protección contra un golpe solamente (impacto y/o penetración). Si una muestra de ensayo no cumple con los requisitos de un ensayo dado (con la excepción de ensayo de aislamiento eléctrico clase E) y la muestra ha sido sometida previamente a un ensayo de penetración o impacto, se debe ensayar un casco nuevo para verificar el resultado de “no cumplimiento” de ese ensayo particular. De cumplir el casco nuevo con los requisitos de ensayo, entonces el resultado de “no cumplimiento” debe descontarse.

### **8.1.2.3 Condiciones del ensayo**

Todos los ensayos deben realizarse a temperatura ambiente  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Si hay un desacuerdo en los resultados de ensayo entre diferentes laboratorios, los cascos deben ser probados nuevamente, a una humedad relativa controlada de  $50\% \pm 5\%$ .

## **8.1.3 Rótulos de muestras de ensayo**

Las muestras de ensayo deben rotularse para indicar la ubicación de LEE y LED. Debe usarse la forma de cabeza ISO de mayor tamaño que sea adecuada para el casco que se va a ensayar, es decir, la forma de cabeza cuya circunferencia no sea mayor que la circunferencia interna de la banda para la cabeza del casco ajustada a su configuración más grande. Si no se proporciona ninguna banda para la cabeza, la correspondiente circunferencia de superficie interior del casco debe usarse para determinar la forma de cabeza apropiada. Una vez que la forma de cabeza apropiada se escoge, las muestras de ensayo deben ajustarse para proveer un encaje ceñido, pero no apretado, en la forma de cabeza. Todas las muestras deben mantenerse a temperatura ambiente durante el marcado.

### **8.1.3.1 Procedimiento de marcado de línea de ensayo dinámica (LED)**

La forma de cabeza debe sentarse firmemente con el plano básico horizontal. La muestra de ensayo debe colocarse en la forma de cabeza, centrada lateralmente orientada en la posición de uso normal, y sentarse firmemente, de acuerdo con su índice de posicionamiento.

Para muestras que estén marcadas como para uso en posición al revés, la banda para la cabeza debe instalarse en la coraza, de acuerdo con las instrucciones de uso del fabricante para la posición al revés. La muestra entonces debe colocarse en la forma de cabeza, centrada lateralmente, rotada 180 grados de la posición de uso normal a lo largo del plano básico de la forma de cabeza, y sentarse firmemente, de acuerdo con el índice de posicionamiento del fabricante.

Debe aplicarse una fuerza estática de 50 N normal al ápice del casco. Manteniendo la fuerza y posición descritas en párrafos anteriores, dibuje una línea en la superficie exterior del casco que coincida con las intersecciones de la superficie del casco y los siguientes planos, como se definen en la figura 2:

- 1) Un plano “k” mm encima y paralelo al plano de referencia en la porción anterior de la forma de cabeza de referencia.
- 2) Un plano transversal vertical “b” mm detrás del centro del eje vertical central en una vista lateral.

- 3) Un plano “j” mm encima de y paralelo al plano de referencia en la porción posterior de la forma de cabeza de referencia.

Deberían ser suficientes una muestra marcada con línea de ensayo para uso normal y una muestra marcada para la opción de uso en posición al revés para preparar los ensayos subsecuentes.

#### **8.1.3.2 Procedimiento de marcado de línea de ensayo estática (LEE)**

La forma de cabeza debe asegurarse con el plano básico en posición horizontal. La muestra de ensayo debe colocarse en la forma de cabeza, centrada lateralmente, nivelada lado a lado y sentarse firmemente de acuerdo con su índice de posicionamiento. Una fuerza estática de 50 N debe aplicarse normal al ápice del casco. Manteniendo la fuerza y posición descritas arriba, dibuje una línea en la superficie exterior del casco coincidiendo con las dimensiones mostradas en la figura 11.

#### **8.1.4 Acondicionamiento previo del casco**

##### **8.1.4.1 Ambientes de acondicionamiento previo**

Las muestras de ensayo deben acondicionarse previamente a la realización de los ensayos de impacto, penetración y retención del barboquejo.

###### **8.1.4.1.1 Calentamiento**

Las muestras de ensayo deben colocarse en un horno circulante de aire forzado mantenido a  $49\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  por, al menos, dos horas. Ninguna muestra debe colocarse a menos de 5 cm de una pared interna del horno. Todas las muestras deben colocarse horizontales y de tal manera que no bloqueen el flujo de aire circulante.

###### **8.1.4.1.2 Enfriamiento**

Las muestras de ensayo deben colocarse en una cámara ambiental mantenida a  $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  por al menos 2 h.

###### **8.1.4.1.2.1 Temperatura más baja (opcional)**

Como una alternativa al acondicionamiento previo al enfriamiento a  $-18\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , puede usarse acondicionamiento previo a temperatura más baja. Las muestras de ensayo deben colocarse en una cámara ambiental mantenida a  $-30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  por al menos cuatro horas, con la base del casco hacia arriba (es decir, encima de la corona).

###### **8.1.4.1.3 Humedad**

Las muestras de ensayo deben sumergirse en agua de grifo fresca a  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  por al menos 2 h.

##### **8.1.4.2 Tiempo de ensayo**

Las muestras acondicionadas en caliente, en frío y a temperatura más baja deben ensayarse para impacto y penetración, dentro de los 30 s después de su remoción del ambiente de acondicionamiento.

Las muestras acondicionadas en caliente, en frío y a temperatura más baja deben ensayarse para retención del barboquejo, dentro de los 60 s después de su remoción del ambiente de acondicionamiento.

Las muestras húmedas deben retirarse del baño de agua y posicionarse al derecho y horizontales, por un máximo de 30 s, para permitir que el exceso de agua drene. Las muestras húmedas deben montarse en el equipo de ensayo aplicable y probarse dentro de los 90 s después de su remoción del baño de agua.

## 9. MÉTODOS DE ENSAYO

### 9.1 Inflamabilidad

#### 9.1.1 Preparación de las muestras de ensayo

Las muestras de ensayo deben rotularse de acuerdo con 8.1.3.2.

#### 9.1.2 Equipo

El equipo de ensayo debe contar con los siguientes componentes:

- base de ensayo de laboratorio,
- campana de extracción de humo,
- quemador bunsen (10 mm),
- fuente de gas,
- regulador de gas,
- dispositivo de medición de tiempo,
- dispositivo de medición de temperatura.

La base del ensayo de laboratorio debe ser de suficiente tamaño y resistencia para sostener la muestra de ensayo en una posición vertical, como se usa (ver figura 12). La base con la muestra de ensayo debe colocarse dentro de una campana de extracción de humo libre de corriente.

#### 9.1.3 Calibración

Debe usarse un dispositivo de medición de temperatura para verificar la temperatura de la flama del quemador bunsen. Se debe ajustar el quemador bunsen en posición vertical para producir una flama azul de 50 mm con un cono interior de 25 mm. Usando la sonda de temperatura, medir la temperatura de la flama en la punta del cono interior. Debe ser 800 °C – 900 °C. Se recomienda el uso de gas metano natural (grado de laboratorio) con un contenido calórico de 1000 BTU ± 100 BTU por pie cúbico.

#### 9.1.4 Procedimientos de ensayo

Se debe unir la muestra de ensayo a la base de ensayo de laboratorio, de manera que se sostenga en una posición vertical, como se usa (ver figura 12). Se debe escoger cualquier punto en la superficie exterior del casco encima de la LEE y aplicar la flama del quemador bunsen, de manera que la punta del cono interior esté dentro de 2 mm de la superficie del casco. El quemador bunsen debe sostenerse con su barril horizontal. Se debe aplicar la flama al punto de ensayo escogido por 5 s + 1 s, -0 s, entonces se remueve la flama. Se debe inspeccionar la muestra de ensayo por cualquier flama visible 5 s después de remover la flama de ensayo.

#### 9.1.5 Registro

El registro de datos es “cumple” o “no cumple”.

### 9.2 Transmisión de fuerza

#### 9.2.1 Preparación de muestras de ensayo

Las muestras de ensayo deben acondicionarse de acuerdo con 8.1.4.1.1 y 8.1.4.1.2.

#### 9.2.2 Equipo

El equipo de ensayo debe consistir de los siguientes componentes:

- forma de cabeza de ensayo,
- elemento fijo de montaje de forma de cabeza,
- celda de carga electrónica e indicador de velocidad,
- percutor,
- mecanismo guía de caída vertical, y
- equipo de registro y acondicionamiento de señal electrónica.

Una disposición de ensayo típica se muestra en la figura 7. El elemento fijo de montaje de forma de cabeza se muestra en la figura 3.

El percutor debe tener una masa de  $3,60 \text{ kg} \pm 0,05 \text{ kg}$ . La cara impactante del percutor debe ser esférica con un radio de  $4,8 \text{ cm} \pm 0,8 \text{ cm}$  y una mínima longitud de cuerda de  $7,6 \text{ cm}$ . El percutor debe construirse de tal manera que permanezca rígido al impactar (sistema de un solo grado de libertad). El sistema de celda de carga debe cumplir los siguientes requisitos:

- Precisión =  $\pm 2,5 \%$  escala completa
- Rigidez  $> 4,5 \times 10^9 \text{ N/m}$
- Frecuencia resonante =  $5 \text{ kHz}$  mín.

Un sistema conocido de trabajo se detalla en el apéndice X.

Para montar correctamente el ensamble de celda de carga, este debe estar entre la forma de cabeza y una placa cuadrada de acero de al menos  $25 \text{ mm}$  de espesor y al menos  $0,3 \text{ m}$  de lado. La placa debe fijarse con pernos y en contacto con, un bloque de concreto (o material de densidad similar) que mida aproximadamente  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$ . La placa debe elevarse con un nivel de precisión a  $\pm 1 \%$  de horizontal. El centro del percutor, el centro de la forma de cabeza y el centro de la celda de carga deben ser colineales como se mide con una plomada. La tolerancia de alineación debe ser  $3 \text{ mm}$ .

### 9.2.3 Montaje

El casco debe montarse con la menor cantidad de espacio libre, cuando el espacio libre de corona sea ajustable.

Debe usarse la forma de cabeza ISEA (como se especifica en 8.1.1). La muestra de ensayo debe montarse con la LEE horizontal y orientada en su posición de uso normal. El percutor debe alinearse a lo largo del eje vertical central de la forma de cabeza.

Para las muestras a ensayarse en la posición de uso invertido, la banda para la cabeza debe instalarse en la coraza, de acuerdo con las instrucciones de uso del fabricante para uso en posición al revés. La muestra debe colocarse en la forma de cabeza con la LEE horizontal, y rotada  $180$  grados en el plano de la LEE desde la posición de uso normal, y sentarse firmemente, de acuerdo con el índice de posicionamiento del fabricante.

### 9.2.4 Calibración

El instrumental debe estabilizarse y calibrarse. Un método sugerido para la calibración se incluye en X.2. El equipo debe chequearse para repetibilidad antes y después de cada serie de ensayos, impactando una almohadilla de choque elastomérica normalizada como se especifica en X.3. Un mínimo de tres de tales impactos debe registrarse antes y después de ensayos. Si las lecturas promedio post-ensayo de los tres impactos difieren del promedio de pre ensayo por más de  $5 \%$ , la serie de ensayos completa debe descartarse.

### 9.2.5 Procedimientos de ensayo

Las muestras de ensayo por la tabla 3, programa de ensayos, deben removerse del ambiente acondicionador (una a la vez) y colocarse en la forma de cabeza de ensayo, de acuerdo con 9.2.3. El

dispositivo de registro electrónico debe llevarse a cero después de colocarse una muestra de ensayo en la forma de cabeza, pero antes del impacto. El percutor debe dejarse caer desde una altura que resulte en una velocidad de impacto de  $5,50 \text{ m/s} \pm 0,05 \text{ m/s}$ .

### 9.2.6 Registro

Las lecturas de máxima fuerza individual para todas las muestras de ensayo deben registrarse junto con las velocidades de impacto. Los valores para muestras de ensayo acondicionadas en caliente deben promediarse y este resultado registrarse. Los valores para muestras de ensayo acondicionadas en frío, u opcionalmente a temperatura más baja deben promediarse y registrarse.

## 9.3 Penetración de ápice

### 9.3.1 Preparación de muestras de ensayo

Las muestras de ensayo deben acondicionarse de acuerdo con 8.1.4.1.1 y 8.1.4.1.2.

### 9.3.2 Equipo

El equipo de ensayo debe consistir de los siguientes componentes:

- forma de cabeza de ensayo,
- elemento fijo de montaje de forma de cabeza,
- indicador de contacto electrónico e indicador de velocidad,
- penetrador,
- mecanismo guía de caída vertical,
- equipo de registro electrónico.

Una disposición de ensayo típica se muestra en la figura 8. El elemento fijo de montaje de forma de cabeza se muestra en la figura 5.

La forma de cabeza puede girarse alrededor de la bola, a cualquier posición que pudiera permitir al penetrador golpear el casco perpendicularmente, en cualquier parte dentro de un círculo de diámetro 75 mm, alrededor del ápice del casco. El penetrador debe tener una masa de  $1 \text{ kg} \pm 0,05 \text{ kg}$  con una punta de acero, un ángulo incluido de  $60^\circ \pm 1^\circ$  y un radio de punta esférica de  $0,25 \text{ mm} \pm 0,10 \text{ mm}$ . En la figura 9 se muestra una configuración típica de penetrador.

El penetrador debe construirse de tal manera que permanezca rígido al impactar (sistema de un solo grado de libertad). El penetrador debe guiarse y aislarse eléctricamente de la forma de cabeza metálica. La masa y el tamaño de la base deben ser como se especifica en 9.2.2. Los cables deben juntarse al percutor y forma de cabeza, de manera que si el percutor hace contacto con la forma de cabeza se complete un circuito eléctrico de bajo voltaje. Un medio idóneo para verificar dicho circuito completado puede obtenerse usando un registro oscilográfico.

### 9.3.3 Montaje

Se debe utilizar la forma de cabeza de mayor tamaño (como se especifica en 8.1.1) apropiada para el casco que se va a ensayar. El casco debe montarse con la línea de ensayo estática paralela LEE, con el plano básico de la forma de cabeza y con el eje del penetrador alineado con el centro de la bola de montaje de la forma de cabeza.

### 9.3.4 Calibración

Antes y después de realizar el ensayo, se debe hacer contacto entre el penetrador y la forma de cabeza, con el fin de asegurar que el circuito eléctrico, al completarse, se registre apropiadamente por el dispositivo de registro.

### 9.3.5 Procedimientos de ensayo

Las muestras de ensayo en la tabla 3, programa de ensayos, deben removerse del ambiente de acondicionamiento (una a la vez) y colocarse en la forma de cabeza de ensayo, de acuerdo con 9.3.3. El percutor debe dejarse caer desde una altura que resulte en una velocidad de impacto de  $7 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$ .

### 9.3.6 Registro

La velocidad de impacto asociada con cada caída debe registrarse. El registro de datos para penetración es "pasa" o "no pasa", basado en cualquier contacto eléctrico indicado.

## 9.4 Atenuación de energía de impacto

### 9.4.1 Preparación de las muestras de ensayo

Las muestras de ensayo deben ser marcadas, de acuerdo con 8.1.3.1 y acondicionarse, de acuerdo con 8.1.4.

### 9.4.2 Equipo

El equipo de ensayo debe contar con los siguientes componentes:

- forma de cabeza de ensayo,
- mecanismo guía de caída vertical,
- acelerómetro triaxial o uniaxial,
- yunque de impacto hemisférico,
- instrumentación de registro y acondicionamiento de señal electrónica,
- indicador de velocidad.

En la figura 10 se muestra una configuración típica de ensayo y en la figura 4 se muestra la forma de cabeza/mecanismo guía de caída vertical.

#### 9.4.2.1 Montaje

Se debe utilizar la forma de cabeza de mayor tamaño (como se especifica en 8.1.1) apropiada para el casco que se va a ensayar. El ensayo debe configurarse, de manera que el borde del yunque no se extienda debajo de la línea LED del casco. La forma de cabeza debe montarse como se requiera para que el yunque golpee la muestra de ensayo, en cualquier parte encima de la LED. El centro del agujero de montaje del acelerómetro, que típicamente será el centro de la bola de montaje de la forma de cabeza, debe estar en alineación vertical con el centro del yunque, dentro de 10 mm.

El impacto debe ser tan normal a la superficie como el contorno de la coraza lo permita.

Si hay proyecciones en la superficie del casco encima de la LED o proyecciones internas dentro del casco encima de la LED, el casco debe impactarse directamente en una de las proyecciones.

La muestra de ensayo debe montarse en su posición de uso normal en la forma de cabeza con la LEE paralela al plano básico de la forma de cabeza.

Para las muestras que se van a ensayar en la posición de uso invertido, la banda para la cabeza debe instalarse en la coraza, de acuerdo con las instrucciones de uso del fabricante para uso en la posición al revés. La muestra debe colocarse en la forma de cabeza, con la LEE paralela al plano básico de la forma de cabeza, y rotada 180 grados en el plano básico desde su posición de uso

normal, y sentarse firmemente, de acuerdo con el índice de posicionamiento del fabricante.

#### **9.4.2.2 Yunque de impacto**

El yunque de impacto debe construirse de acero. El yunque debe ser un segmento esférico con un radio de  $4,8 \text{ cm} \pm 0,8 \text{ cm}$  y una longitud de cuerda de  $7,6 \text{ cm}$ . El yunque de ensayo debe montarse rígidamente a una masa sólida de al menos  $135 \text{ kg}$  consistente en una placa de acero cuadrada de al menos  $25 \text{ mm}$  de espesor y de al menos  $0,3 \text{ m}$  de lado, fija con pernos y en contacto con un bloque de concreto (o equivalente).

#### **9.4.2.3 Forma de cabeza de ensayo**

La forma de cabeza junto con su mecanismo guía de caída vertical asociado deben tener una masa de  $5 \text{ kg} \pm 0,05 \text{ kg}$  y construirse en tal manera que permanezcan rígidos al impactar (sistema de un solo grado de libertad). El ensamble soportante de forma de cabeza (mecanismo guía de caída vertical) no debe exceder  $25 \%$  de la masa del ensamble de caída total. El centro de gravedad del ensamble de caída total debe descansar dentro de un cono con su eje vertical, un ángulo incluido de  $10^\circ$  y con el vértice como el punto de impacto.

#### **9.4.2.4 Acelerómetro**

El acelerómetro se monta en el centro de gravedad aproximado de la forma de cabeza y el mecanismo guía de caída vertical combinados dentro de la bola de montaje de forma de cabeza. El eje del acelerómetro uniaxial, o los ejes verticales de un acelerómetro triaxial, deben alinearse dentro de  $2,5$  grados de vertical. El acelerómetro se conecta a la instrumentación de registro/acondicionamiento de señal. Los canales de datos de aceleración deben cumplir con los requisitos de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (Society of Automotive Engineers, SAE) para clase de canal 1000 (práctica J211). El acelerómetro/sistema de registro debe conformarse a los siguientes requisitos:

- Precisión =  $\pm 2,5 \%$  escala completa
- Sensibilidad transversa =  $3 \%$  máx.
- Frecuencia resonante =  $5 \text{ kHz}$  mín.

Un sistema que se sabe que trabaja se detalla en el apéndice Y.

#### **9.4.3 Calibración**

La instrumentación debe estabilizarse y calibrarse. En Y.2 se incluye un método sugerido para calibración. El equipo debe chequearse para repetibilidad antes y después de cada serie de ensayos, impactando una almohadilla de choque elastomérica normalizada, como se especifica en Y.3. Debe registrarse un mínimo de tres de estos impactos, antes y después de ensayos. Si las lecturas promedio post ensayo de los tres impactos difieren del promedio pre ensayo por más de  $5 \%$ , la serie completa de ensayos debe descartarse.

#### **9.4.4 Procedimientos de ensayo**

Las muestras de ensayo de la tabla 3, programa de ensayos, deben removerse del ambiente acondicionador (una a la vez) y montarse en la forma de cabeza de ensayo, de acuerdo con 9.4.2.1. El dispositivo de registro electrónico debe llevarse a cero, después de colocarse un casco en la forma de cabeza, pero antes del impacto. La forma de cabeza con casco debe dejarse caer desde una altura que resulte en una velocidad de impacto de  $3,5 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$  como se mide con el indicador de velocidad.

### **9.4.5 Registro**

El máximo valor G para cada ensayo debe registrarse junto con su velocidad de impacto asociada.

## **9.5 Penetración descentrada**

### **9.5.1 Preparación de muestras de ensayo**

Las muestras de ensayo deben rotularse de acuerdo con 8.1.3 y acondicionarse de acuerdo con 8.1.4.

### **9.5.2 Equipo**

El equipo de ensayo debe ser idéntico a aquel especificado en 9.3, excepto que la forma de cabeza puede rotarse para facilitar los golpes en las muestras de ensayo en cualquier parte encima de la LED.

### **9.5.3 Montaje**

Se debe utilizar la forma de cabeza de mayor tamaño (como se especifica en 8.1.1) apropiada para el casco que se va a ensayar. El casco debe montarse en la posición de uso normal con la LEE paralela con el plano básico de la forma de cabeza y con el eje del penetrador alineado con el centro de la bola de montaje de la forma de cabeza.

Para las muestras que se van a probar en la posición de uso invertido, la banda para la cabeza debe instalarse en la coraza, de acuerdo con las instrucciones de uso del fabricante. La muestra entonces debe colocarse en la forma de cabeza con la LEE paralela al plano básico de la forma de cabeza, y rotada 180 grados en el plano básico desde su posición de vestido normal, y sentarse firmemente, de acuerdo con el índice de posicionamiento del fabricante.

### **9.5.4 Calibración**

Se debe hacer contacto entre el penetrador y la forma de cabeza para asegurar que el circuito eléctrico, al completarse, sea registrado apropiadamente por el dispositivo de registro.

### **9.5.5 Procedimientos de ensayo**

Las muestras de ensayo en la tabla 3, programa de ensayos, deben removerse del ambiente de acondicionamiento (una a la vez) y colocarse en la forma de cabeza de ensayo. El percutor debe dejarse caer desde una altura que resulte en una velocidad de impacto de  $5 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$ .

Las muestras de ensayo deben impactarse en dos sitios. Cada impacto debe ocurrir en una ubicación diferente en el casco. El segundo golpe debe separarse del golpe anterior por una distancia no menor que  $1/5$  de la longitud de curva de la LEE. La muestra debe reacondicionarse antes de los impactos adicionales por un mínimo de 15 minutos.

En caso de falla, una nueva muestra debe usarse para repetir el impacto.

Realice el ensayo de los cascos en cada condición en cuatro ubicaciones: parte frontal, parte lateral, parte posterior y en cualquier parte en la coraza encima de la LED.

NOTA. No se recomienda golpear directamente en proyecciones externas debido a la posibilidad de rebotes.

### 9.5.6 Registro

La velocidad de impacto asociada con cada caída debe registrarse. El registro de datos para penetraciones es “pasa” o “no pasa” basado en cualquier contacto eléctrico indicado.

## 9.6 Retención del barboquejo

### 9.6.1 Preparación de muestras de ensayo

Si el casco se proporciona con un barboquejo, las muestras de ensayo deben acondicionarse de acuerdo con 8.1.4 incluyendo las correas de mentón adjuntas.

### 9.6.2 Equipo

El equipo de ensayo se muestra en la figura 6 y debe contener los siguientes componentes:

- forma de cabeza de ensayo,
- elemento fijo de montaje de forma de cabeza,
- base de ensayo,
- ensamble de precarga/estribo del barboquejo,
- escala de desplazamiento,
- mecanismo de liberación, y
- masa de caída.

El estribo del barboquejo se conforma aproximadamente a la forma de la estructura ósea de la mandíbula inferior y consiste de dos rodillos metálicos, cada uno de diámetro  $12,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  y a una separación central de  $76 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ . El estribo debe juntarse a un ensamble de precarga de manera que la masa total del estribo y ensamble de precarga debe ser  $1,5 \text{ kg} \pm 0,05 \text{ kg}$ . El ensamble debe deslizarse libremente en la dirección vertical dentro de la base de ensayo.

La masa de caída (percutor) debe también deslizarse libremente en el ensamble de precarga y debe tener una masa de  $10 \text{ kg} \pm 0,05 \text{ kg}$ .

### 9.6.3 Calibración

El ensamble de precarga y masa de caída deben chequearse para libertad de movimiento antes de cada uso.

### 9.6.4 Procedimientos de ensayo

Las muestras de ensayo en la tabla 3, programa de ensayos, deben montarse en la forma de cabeza y de barboquejo tejerse alrededor del estribo, mientras la masa de caída debe sostenerse, de manera que no interfiera con el ensamble de precarga. El barboquejo debe ajustarse de manera que los rodillos del estribo estén aproximadamente en línea con el punto de ajuste de precarga especificado en la figura 6. La escala de deflexión debe llevarse a cero con el ensamble de precarga de  $1,5 \text{ kg}$  en su lugar. La masa de caída debe dejarse caer sobre el ensamble de precarga desde  $10 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm}$ . Una lectura de deflexión debe tomarse ni menos de  $15 \text{ s}$  ni más de  $30 \text{ s}$  después de impactar. Una lectura de deflexión no debe ser menor de  $15 \text{ s}$  ni mayor a  $30 \text{ s}$  después de impactar.

### 9.6.5 Registro

El valor de deflexión (elongación) debe registrarse para cada muestra de ensayo.

## 9.7 Aislamiento eléctrico

### 9.7.1 Preparación de muestras de ensayo

Las muestras de ensayo probadas para requisitos clase E deben primero someterse al ensayo de transmisión de fuerza, una acondicionada en caliente y una acondicionada en frío.

### 9.7.2 Equipo

El equipo de ensayo debe contener los siguientes componentes:

- un recipiente conteniendo agua de grifo fresca, de tamaño suficiente para sumergir el casco invertido hasta la orilla;
- una estructura para suspender la muestra de ensayo en el agua;
- una fuente de corriente alterna de 60 Hz variable de 0 a 30 000 V (voltaje cuadrático medio) con una capacidad de al menos 20 mA a 20 000 V;
- cableado y terminales para aplicación de voltaje a través de la corona de la muestra de ensayo;
- un voltímetro de suficiente capacidad para medir los voltajes especificados;
- un miliamperímetro idóneo de suficiente capacidad y precisión para medir las corrientes especificadas.

### 9.7.3 Calibración

Los voltímetros y amperímetros deben estar calibrados.

### 9.7.4 Procedimientos de ensayo

(Ver 8.1.3.2) Los accesorios de casco de junta permanente (incluyendo soportes de casco de soldadura, soportes de lámpara, correas de mentón, etc.) deben retenerse en las muestras de ensayo durante los ensayos. Las correas de mentón no removibles deben posicionarse de manera que no completen el circuito eléctrico o interfieran de otra manera con la ensayo.

NOTA. Los accesorios instalados por el fabricante no deben causar que el casco incumpla los requisitos de esta norma.

#### 9.7.4.1 Ensayos clase G

Mientras se sostiene la muestra de ensayo en la posición invertida, debe llenarse con agua de grifo fresca hasta la LEE; a menos que el casco tenga agujeros en la corona para montar la suspensión, en cuyo caso debe llenarse hasta a 12,7 mm de esos agujeros. Ninguna provisión especial debe hacerse para ningún agujero de montaje de accesorio encima del plano de agujeros de montaje de suspensión. La muestra de ensayo debe entonces sumergirse en el mismo tipo de agua y hasta el mismo nivel del agua en el interior del casco. El voltímetro y el miliamperímetro deben juntarse al circuito. Debe tenerse cuidado de mantener la porción sumergida de la muestra de ensayo seca, de manera que no ocurra descarga eléctrica cuando se aplique voltaje.

El voltaje debe aplicarse, aumentarse a 2200 V y sostenerse por un minuto. El escape de corriente debe registrarse.

#### 9.7.4.2 Ensayos clase E

Como con los ensayos clase G, el interior de la muestra de ensayo debe llenarse con agua de grifo fresca hasta la LEE, o a un nivel más bajo pero no más bajo que el requerido para prevenir descarga eléctrica al voltaje de ensayo. La muestra de ensayo debe entonces sumergirse en el mismo tipo de agua y hasta el mismo nivel del agua en el interior de la muestra de ensayo. El voltímetro y el miliamperímetro deben juntarse al circuito.

Debe tenerse cuidado de mantener la porción sumergida de la muestra de ensayo seca, de manera que no ocurra descarga eléctrica cuando se aplique voltaje. El voltaje debe aplicarse, aumentarse a 20 000 V y sostenerse por 3 minutos. Se debe registrar el escape de corriente.

La muestra de ensayo debe ser ensayada para quemadura de un lado a otro, aumentando adicionalmente el voltaje a 30 000 V a la tasa de 1 000 V por segundo y después reducir inmediatamente el voltaje a cero.

### 9.7.5 Registro

Para cada muestra de ensayo deben registrarse la corriente de escape y/o cualquier evidencia de quemadura de un lado a otro.

## 9.8 Ensayos de alta visibilidad

### 9.8.1 Muestreo y acondicionamiento

Se debe realizar el ensayo sobre una placa de ensayo. La placa de ensayo debe acondicionarse, por al menos 24 h a  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa de  $65\% \pm 5\%$ . Si los ensayos se llevan a cabo en otras condiciones, el ensayo debe conducirse dentro de 5 min después de retiro de la atmósfera de acondicionamiento.

### 9.8.2 Determinación del color

El color debe medirse de acuerdo con los procedimientos definidos en ASTM E1164-02, con las siguientes condiciones:

- 1) configure el espectrómetro a un rango de longitud de onda de 400 nm -700 nm y a intervalos de 10 nm como se indica en 7.3.1.2 de ASTM E1164; y
- 2) use iluminación D65 y geometría 45/0 o 0/45 con observador normalizado 2° y un subyacente negro con un coeficiente de reflexión de menos de 0,04.

**TABLA 2. Cuadro de clasificación por tamaños**

Tamaño de sombrero	Circunferencia	
	Centímetros	Pulgadas
6-1/2	52	20-1/2
6-5/8	53	20-7/8
6-3/4	54	21-1/4
6-7/8	55	21-5/8
7	56	22
7-1/8	57	22-3/8
7-1/4	58	22-3/4
7-3/8	59	23-1/8
7-1/2	60	23-1/2
7-5/8	61	23-7/8
7-3/4	62	24-1/4
7-7/8	63	24-5/8
8	64	25
8-1/8	65	25-3/8
8-1/4	66	25-3/4
8-3/8	67	26-1/8
8-1/2	68	26-1/2

NOTA Esta tabla se prevé para guía de clasificación por tamaños de bandas para la cabeza redonda solamente y no debería interpretarse como prohibición de bandas para la cabeza más grandes o más pequeñas.

TABLA 3. Programa de ensayos

Método de ensayo	Número mínimo de muestras	Números de muestra de ensayo	Secuencia de ensayo por tipo y clase de casco					
			IG	IE	IC	IIE	IIE	IIC
<b>9.1 Inflamabilidad</b>	1	12	4	4	3	7	7	6
<b>9.2 Transmisión de fuerza</b>								
Caliente	12	1-12	2	1	1	2	1	1
Frío o temperatura más baja	12	13-24						
<b>9.2 Transmisión de fuerza (uso en posición al revés)</b>								
Caliente	31-33	3	2	1	1	2	1	1
Frío o temperatura más baja	34-36	3						
<b>9.3 Penetración de ápice</b>								
Caliente	3	25-27	3	3	2	3	3	2
Frío o temperatura más baja	3	28-30						
<b>9.4 Atenuación de energía de impacto</b>								
Caliente	4	2-5				4	4	3
Frío o temperatura más baja	4	14-17						
Húmedo	4	6,7,18,19						
<b>9.4 Atenuación de energía de impacto (uso en posición al revés)</b>								
Caliente	31	1				2	1	1
Frío o temperatura más baja	32	1						
Húmedo	34	1						
<b>9.5 Penetración descentrada</b>								
Caliente	2	8,9				5	5	4
Frío o temperatura más baja	2	20,21						
Húmedo	2	10,22						
<b>9.4 Penetración descentrada (uso en posición al revés)</b>								
Caliente	33	1				2	1	1
Frío o temperatura más baja	35	1						
Húmedo	36	1						
<b>9.6 Retención de barboquejo</b>								
Caliente	1	11				6	6	5
Frío o temperatura más baja	1	13						
Húmedo	1	23						
<b>9.7 Aislamiento eléctrico</b>								
a) 2,2 KV Tipo I	2	1,13	1					
b) 20 KV Tipo I	2	1,13		2				
a) 2,2 KV Tipo II	2	1,24				1		
b) 20 KV Tipo II	2	1,24					2	

## 9.9 Programación de los ensayos

### 9.9.1 Cascos tipo I, clase G

Las muestras número 1 y 13 se deberían usar para el ensayo de aislamiento eléctrico. Después, las muestras número 1–24 deberían someterse al ensayo de transmisión de fuerza. Las muestras número 25–30 deberían someterse al ensayo de penetración de ápice. La muestra 12 se debería utilizar para el ensayo de inflamabilidad.

### **9.9.2 Cascos tipo I, clase E**

Las muestras número 1–24 deberían ser sometidas al ensayo de transmisión de fuerza. Las muestras número 1 y 13 deberían usarse para el ensayo de aislamiento eléctrico. Las muestras número 25–30 deberían someterse al ensayo de penetración de ápice. Se debería utilizar la muestra 12 para el ensayo de inflamabilidad.

### **9.9.3 Cascos tipo I, clase C**

Los cascos Tipo I, Clase C se deberían ensayar en forma similar a los cascos Tipo I, Clase G y Tipo I, Clase E excepto que no se realizan los ensayos de aislamiento eléctrico.

### **9.9.4 Cascos tipo II, clase G**

Las muestras número 1 y 24 deberían usarse para el ensayo de aislamiento eléctrico. Después, las muestras número 1–24 deberían someterse al ensayo de transmisión de fuerza. Las muestras número 25–30 deberían someterse al ensayo de penetración de ápice. Después, las muestras 2–7 y 14–19 deberían someterse al ensayo de atenuación de energía de impacto.

Después, las muestras 8–10 y 20–22 deberían someterse a ensayo de penetración descentrada.

Si el casco se provee con un barboquejo, entonces las muestras número 11, 13 y 23 deberían usarse para realizar el ensayo de retención de barboquejo.

Se debería utilizar la muestra 12 para el ensayo de inflamabilidad.

### **9.9.5 Cascos tipo II, clase E**

Los cascos tipo II, clase E se deberían ensayar en forma similar a los cascos tipo II, clase G excepto que las muestras de ensayo 1 y 24 deberían someterse al ensayo de transmisión de fuerza, antes de conducirse el ensayo de aislamiento eléctrico en lugar de después del ensayo de aislamiento eléctrico.

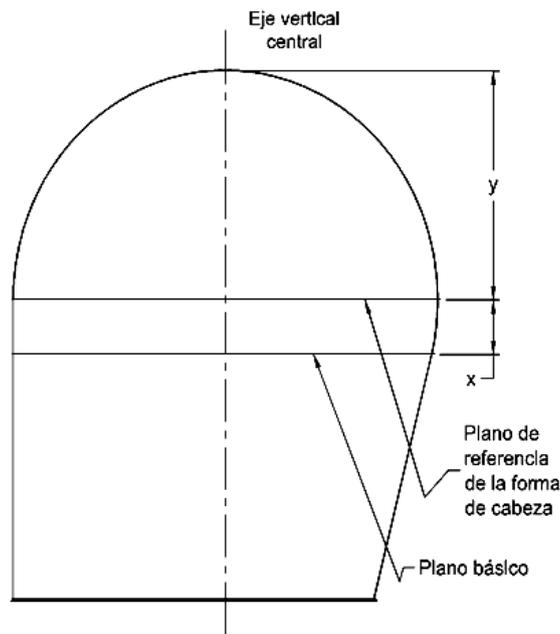
### **9.9.6 Cascos tipo II, clase C**

Los cascos tipo II, clase C se deberían ensayar en forma similar a los cascos tipo II, clase G y tipo II, clase E, excepto que no se realizan los ensayos de aislamiento eléctrico.

### **9.9.7 Uso en posición al revés para cascos tipo I y tipo II**

Las muestras número 31–36 se deberían someter al ensayo de transmisión de fuerza en la posición de uso invertido. Las muestras número 31, 32 y 34 deberían entonces someterse al ensayo de atenuación de energía de impacto y las muestras número 33, 35 y 36 deberían someterse a los ensayos de penetración descentrada, en la posición de montaje de uso invertido.

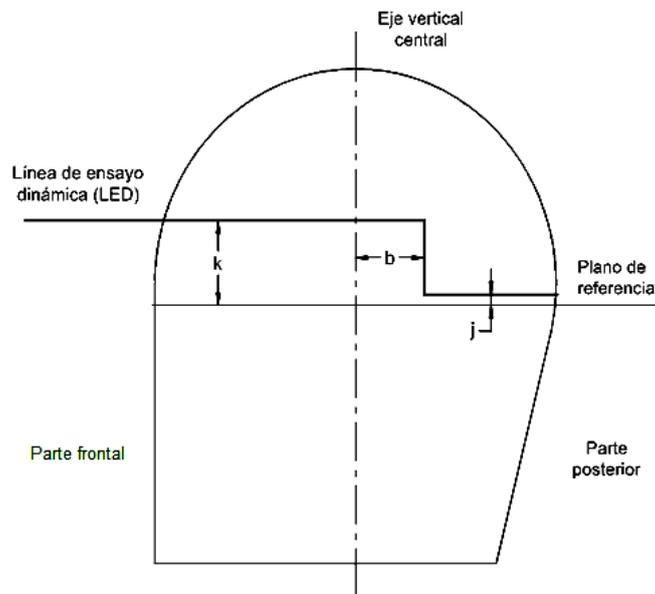
**FIGURA 1. Forma de cabeza ISO**



Dimensiones en milímetros

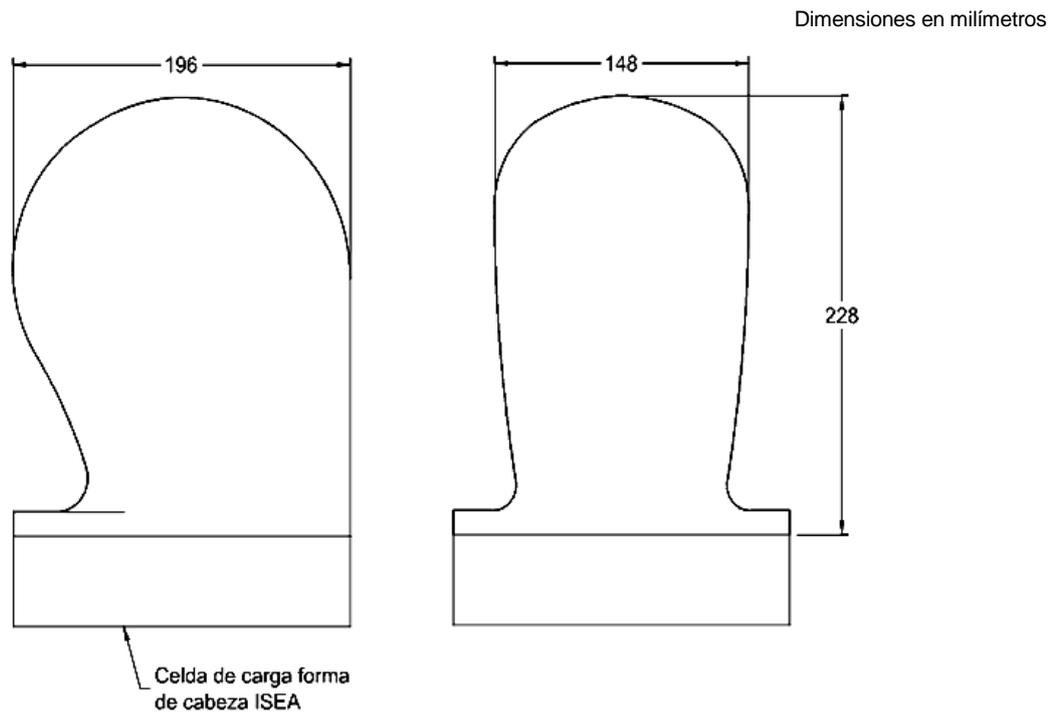
Tamaño de la forma de		x	y	Tamaño de sombrero
E	Small	26	96	6,5
J	Medium	27	103	7,0
M	Large	29	107	7,5

**FIGURA 2. Línea de ensayo dinámica (LED), ensayos de impacto y penetración**

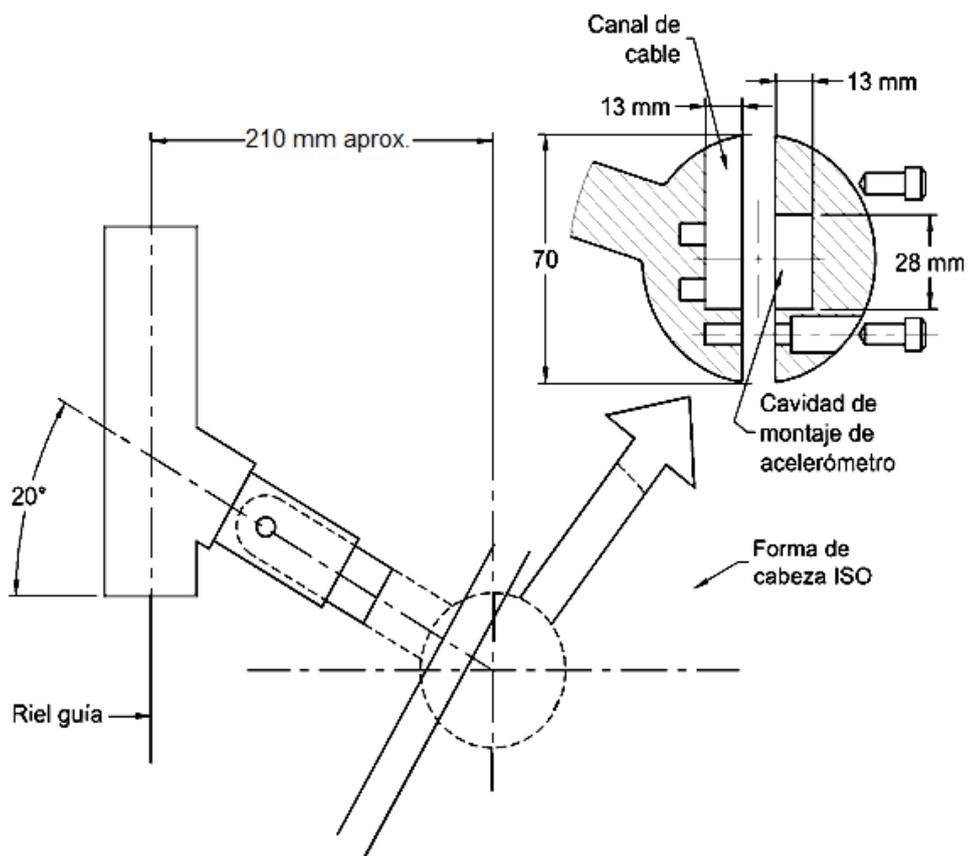


Tamaño de la forma de cabeza		Dimensiones de referencia del rotulado (mm)		
(ISO)		b	k	j
Small	E	31,5	30	5
Medium	J	33,7	33	8
Large	M	35,3	35	10

**FIGURA 3. Forma de cabeza fuerza de transmisión de fuerza**



**FIGURA 4. Elemento fijo de forma de cabeza de atenuación de energía de impacto típico (todas las dimensiones solo para referencia)**



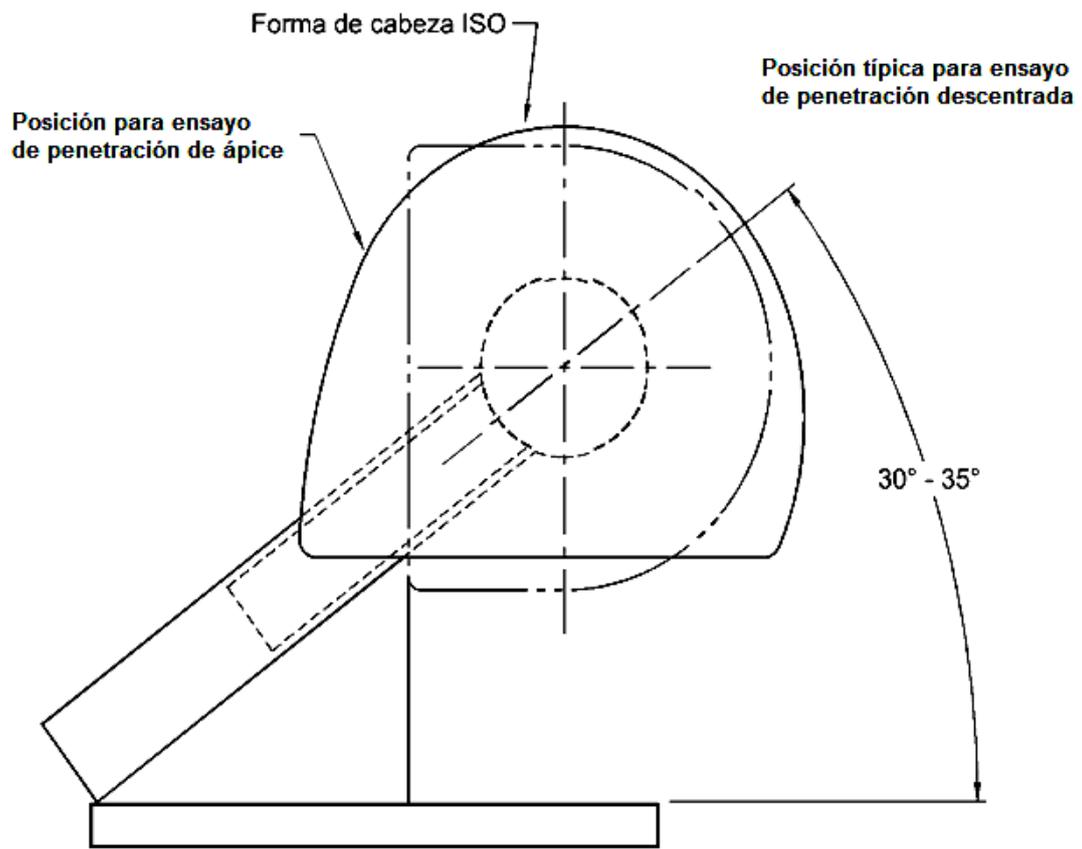
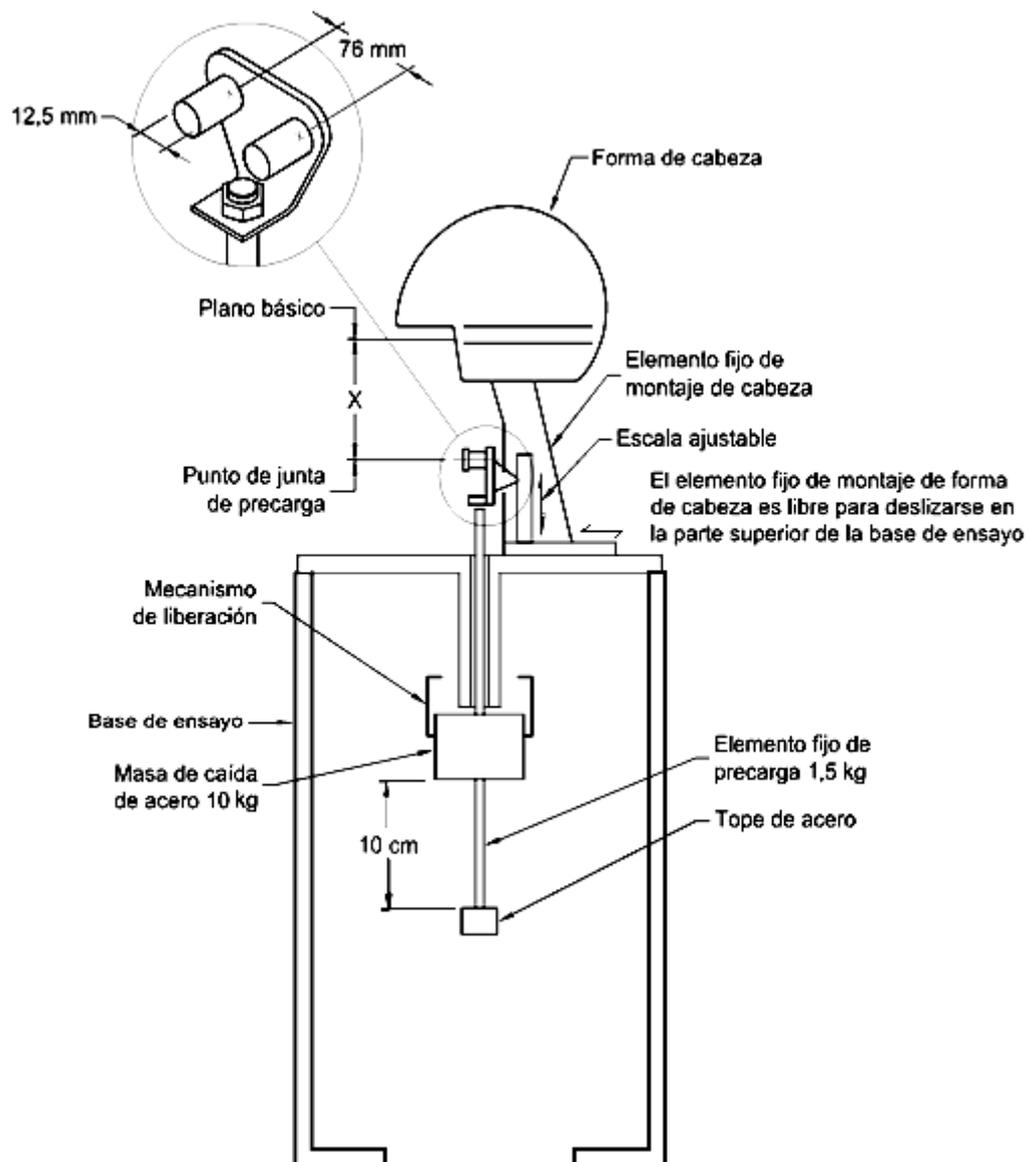
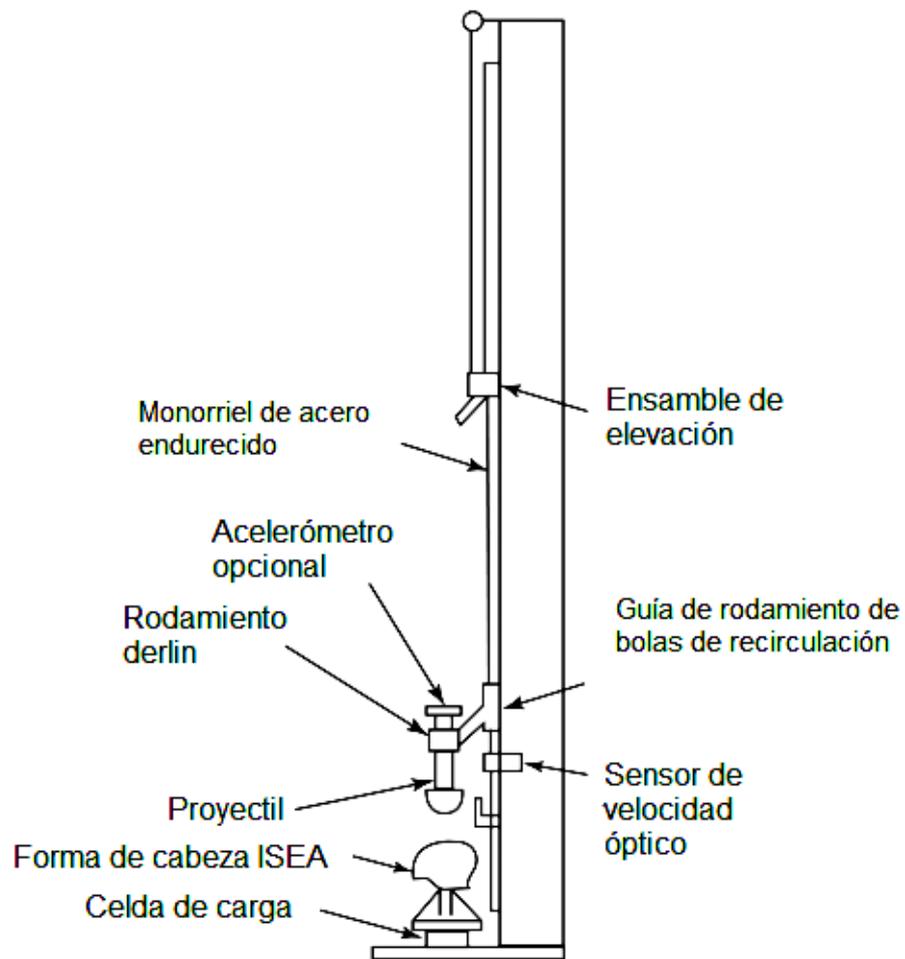
**FIGURA 5. Elemento fijo de forma de cabeza de penetración típica**

FIGURA 6. Equipo de ensayo de retención de barboquejo

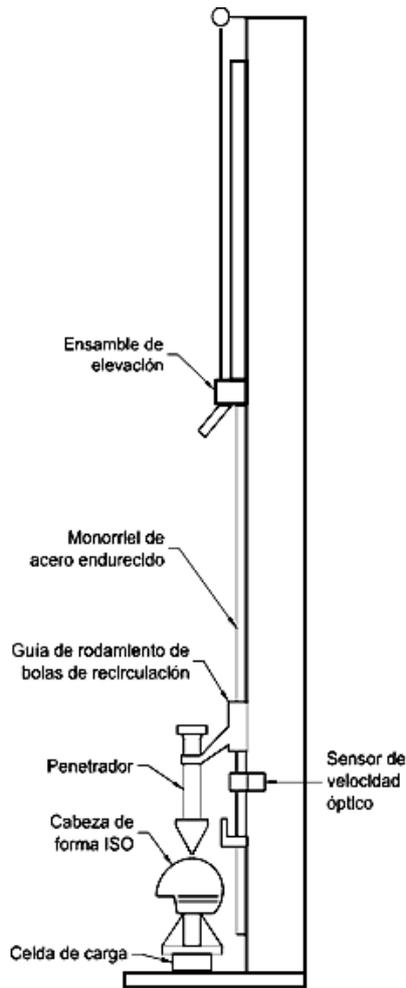


Forma de cabeza ISO	Dimensión "X"
E	100 mm
J	110 mm
M	120 mm

FIGURA 7. Equipo de ensayo de transmisión de fuerza típico

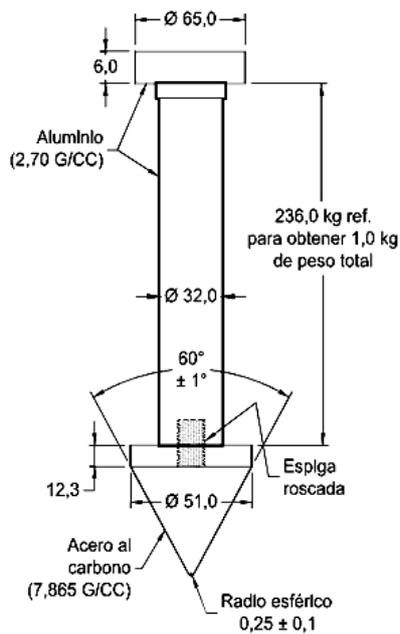


**FIGURA 8. Equipo de ensayo de penetración típico**



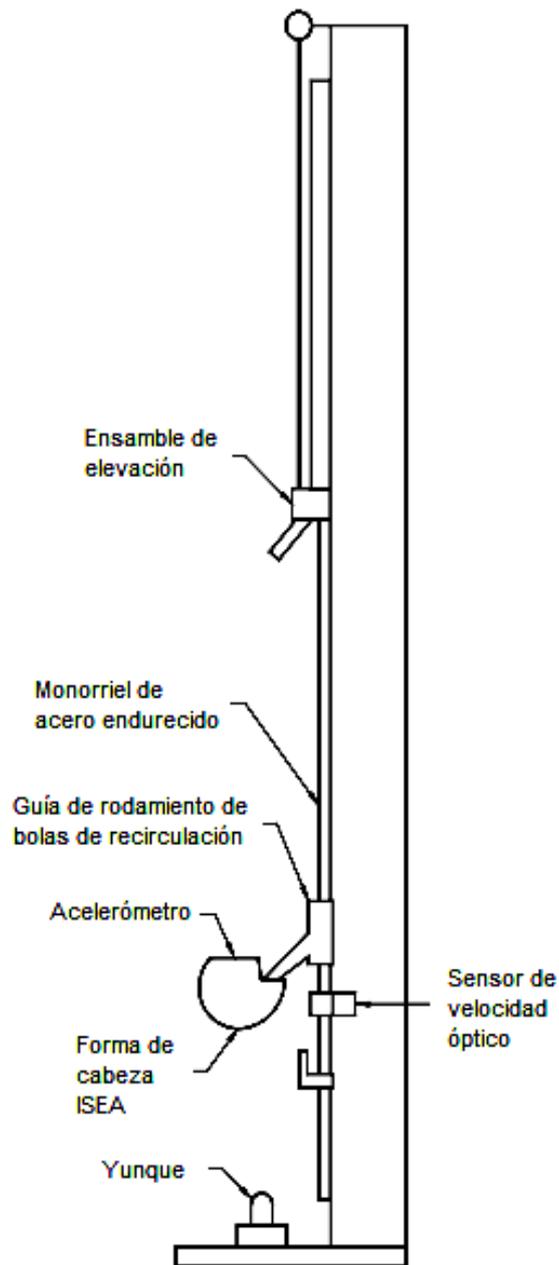
**FIGURA 9. Penetrador típico**

Dimensiones en milímetros

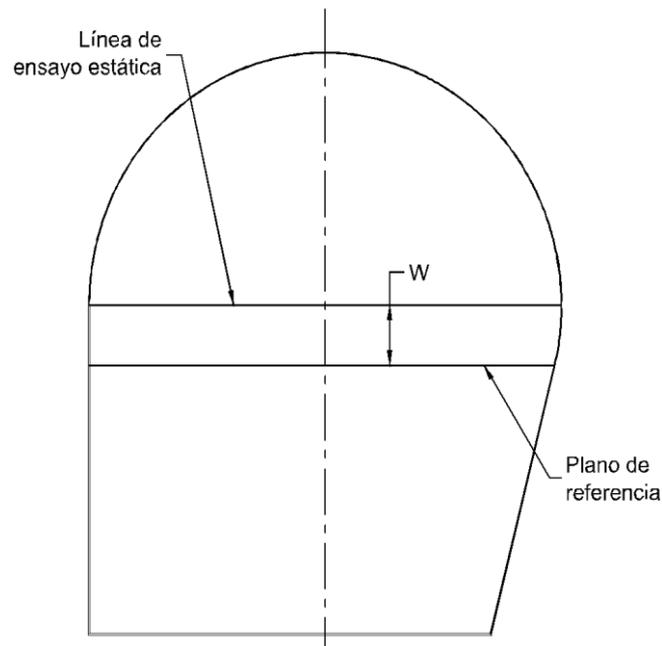


NOTA. Masa total = 1 kg ± 0,5 kg

FIGURA 10. Equipo de ensayo de atenuación de energía de impacto típico

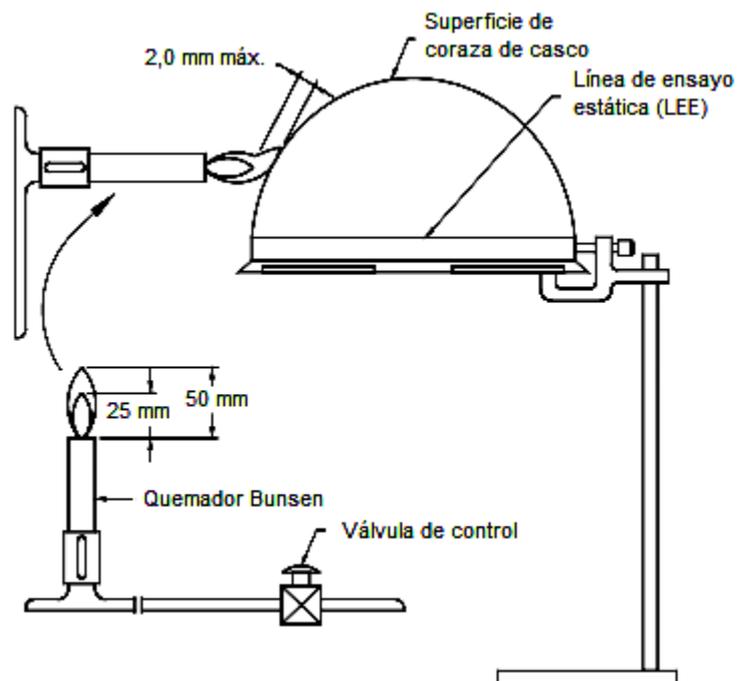


**FIGURA 11. Línea de ensayo estática (LEE). Ensayos de aislamiento eléctrico e inflamabilidad**



Forma de cabeza ISO	Dimensión W
E	27 mm
J	34 mm
M	38 mm

**FIGURA 12. Aparato de ensayo de inflamabilidad**



## APÉNDICE V

### RECOMENDACIONES, PRECAUCIONES, USO Y CUIDADO

#### V.1 Instrucciones y advertencias

Todas las instrucciones, advertencias, precauciones y limitaciones dadas por el fabricante deben siempre transmitirse a quien usa el casco y debería tenerse cuidado para ver que tales precauciones y limitaciones se observen estrictamente. Los cascos cuyos rótulos (como se define en 7.1.1) estén ausentes u obliteradas no deberían usarse.

#### V.2 Encaje

Algunos cascos están diseñados para encajar en un tamaño (talla) mientras otros son ajustables. Siga las instrucciones del fabricante para procedimientos de encaje propios.

#### V.3 Limpieza

Las corazas deberían limpiarse siguiendo las instrucciones del fabricante. El casco debería inspeccionarse cuidadosamente por cualquier señal de daño.

#### V.4 Pintura

Debería ejercerse precaución si las corazas han de pintarse, ya que algunas pinturas y solventes pueden atacar y dañar la coraza y reducir protección. Debería consultarse al fabricante de cascos con respecto a pinturas o agentes de limpieza.

#### V.5 Inspección

Todos los componentes y accesorios, si alguno, deberían inspeccionarse visualmente antes de cada uso por señales de abolladuras, grietas, penetración y cualquier daño debido a impacto, tratamiento rudo o desgaste, que pueda reducir el grado de protección provisto originalmente. Un casco con partes desgastadas, dañadas o defectuosas debería removerse de servicio.

#### V.6 Limitación de la protección

Se advierte a los usuarios que si prevalecen condiciones inusuales (por ejemplo, extremos de temperatura más altos o más bajos que aquellos descritos) o si hay señales de abuso o de daño del casco o de cualquier componente, el grado de protección puede reducirse. Cualquier casco que haya recibido un impacto debería sacarse de servicio, ya que el impacto puede haber reducido sustancialmente la protección ofrecida.

NOTA. Ciertos materiales son susceptibles a daño por luz ultravioleta y degradación química, y los cascos no son excepción. Deberían hacerse inspecciones periódicas de todos los cascos de seguridad industrial y, en particular, de aquellos usados o almacenados en áreas expuestas a luz solar, por periodos largos. La degradación ultravioleta puede manifestarse primero en una pérdida de brillo superficial, llamada eflorescencia o decoloración. En degradación adicional, la superficie se agrietará o descascarará, o ambas. A la primera aparición de cualquiera de estos fenómenos, la coraza debería remplazarse.

#### V.7 Precauciones

Debido a que los cascos pueden dañarse, no debería abusarse de ellos. Deberían mantenerse libres de abrasiones, raspaduras y muescas, y no deberían dejarse caer, arrojarse o usarse como soportes. Esto es aplicable espacialmente a los cascos previstos para ofrecer protección contra riesgos eléctricos.

Los cascos de seguridad industrial no deberían almacenarse o cargarse en la repisa de la ventana trasera de un automóvil, ya que la luz solar y calor extremo pueden causar degradación que afectará adversamente el nivel de protección que proveen. También, en el caso de una detención de emergencia o accidente, el casco puede volverse un percutor peligroso.

Los usuarios deberían ejercer cuidado extremo en la selección e instalación de accesorios. La adición de accesorios al casco puede afectar adversamente el nivel de protección. El usuario debería

asegurarse de que cualquier accesorio es compatible con el casco. El usuario debería contactar al fabricante del casco o accesorio para información de compatibilidad.

Los usuarios nunca deberían alterar o modificar el casco (por ejemplo, taladrar, pegar, cortar, etc.) para aceptar accesorios a menos que el fabricante del casco se los indique. No deberían usarse decoraciones de casco para ocultar abolladuras, grietas, agujeros que no vengan de fábrica, otras penetraciones, quemaduras u otros daños.

Debería tenerse cuidado al marcar o decorar cascos clase G o E. Los marcadores de identificación usados en corazas para cascos que cumplan los requisitos clase G o E deben fijarse, sin hacer agujeros a través de la coraza y sin el uso de ninguna parte metálica. Deberían aplicarse marcadores con base metálica como algunas cintas reflectoras, etiquetas de lámina metálica o sellos calientes de lámina metálica solamente con la autorización del fabricante de los cascos.

### **V.8 Condiciones seguras**

Ni los requisitos de impacto/penetración ni los requisitos de aislamiento eléctrico deberían interpretarse para indicar el nivel de impacto seguro o voltaje seguro al que el trabajador industrial puede someterse. El máximo voltaje contra el que los cascos protegerán a quien los use depende de un número de factores variables, como las características del circuito eléctrico y el equipo involucrados, el cuidado ejercido en mantenimiento de equipo y condiciones climáticas. Por lo tanto, el uso propio y seguro de cascos está más allá del alcance de esta norma.

## APÉNDICE W

### ENSAYOS DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO

#### W.1 Guías de equipo

El equipo de ensayo de alto voltaje disponible comercialmente puede proveer circuitos sensores de corriente y de voltaje auto contenidos, con limitación de corriente ajustable de 3 mA a 30 mA. Con estas unidades, todo lo que se requiere es una base de ensayo para el casco y trabas de seguridad apropiadas. El transformador debería tener una clasificación de al menos 400 VA y tener un lado del suministro de alto voltaje conectado a tierra.

Si una base de ensayo de múltiples estaciones ha de usarse para probar más de un casco a la vez, debería adicionarse un medidor de corriente adicional para cada casco que se va a probar. La clasificación de voltamperios del transformador debería aumentarse alrededor de 350 VA por cada estación adicional.

Una base de ensayo de múltiples estaciones puede también construirse de manera que el tanque externo se cargue y el interior de cada casco pueda conectarse a tierra por turno, a través de un medidor de corriente idóneo. Con este arreglo, se requiere solamente de un medidor. No tiene que protegerse de alto voltaje, y no es necesario ningún aumento en la clasificación del transformador.

#### W.2 Precauciones

El equipo de ensayo de alto voltaje es inherentemente peligroso por la relativamente alta clasificación de voltamperios del transformador y su capacidad de energía almacenada que puede producir una corriente en exceso del límite de corriente que se ha configurado para una fracción de segundo. El personal familiarizado con la ignición automotriz relativamente inocua y otras bobinas pequeñas (aunque de alto voltaje) puede haber desarrollado un falso sentido de seguridad. La siguiente lista de chequeo se presenta para complementar aquellas listas de los probadores y fabricantes del equipo, y no debería considerarse una lista completa de precauciones de seguridad.

- 1) Preparar y revisar el procedimiento de ensayo durante el entrenamiento de un operador. Publicar el procedimiento en la base de ensayo. Solamente personal competente y bien entrenado debería operar este equipo.
- 2) Publicar señales de "Alto Voltaje" en el área y equipar el sistema con luces piloto brillantes para indicar que está operando.
- 3) Conectar a tierra el sistema.
- 4) Contener el casco bajo ensayo en una cámara aislada de Plexiglas o un material similar, con bloqueos de seguridad en la puerta. Los bloqueos deberían ser automáticos contra fallos y operados con bajo voltaje, como 24 voltios. Todas las juntas y aberturas en la cámara deberían tener pantalla o cables conectados a tierra sobre o adyacentes a ellas en el interior de la cámara. El mantenimiento de esta conexión a tierra y la conexión a tierra mencionada en 3) deberían ser parte del sistema de bloqueo de seguridad.
- 5) Proveer contactos manuales duales para ocupar ambas manos del operador.
- 6) No permitir el ingreso de otras personas en el área durante los ensayos.
- 7) No permitir que se acumulen humedad o agua durante o después de los ensayos. Se genera ozono durante los ensayos, y puede ser peligroso. El ozono puede ser radioactivo y puede inducir o empeorar enfermedades del tracto respiratorio de origen viral o microbiano. Un pequeño ventilador tipo jaula puede usarse para extraer ozono de la cámara de ensayo, con un flujo de aire de respiraderos en el extremo de la cámara más alejado del punto de extracción. El ozono debería desahogarse al exterior o absorberse en una solución de bromuro o yoduro.

## APÉNDICE X

### ENSAYOS DE TRANSMISIÓN DE FUERZA

#### X.1 Guías de equipo

El probador de impacto debería tener un sistema guía de al menos tres metros de altura y capaz de producir las velocidades de impacto requeridas por esta norma. Los transductores, formas de cabeza, yunques, etc., de ensayo montado a la base deberían juntarse de manera que no se absorba energía a través de deflexiones y la base debería ser acero de al menos 25 mm de espesor. La fricción entre el carro en caída y el sistema guía debería minimizarse usando materiales de rodamiento idóneos. El mecanismo guía de percutor debería contener un freno automático para prevenir segundos impactos (rebote). Se requiere un detector de velocidad, para asegurar alturas de caída propias. La posición de dicho detector debería ser ajustable, de manera en que la rapidez de impacto se mide a no más de 2 cm del punto de impacto. La bandera de detector unida al mecanismo guía que pasa a través o junto al detector debería ser no más alta que 26 mm. El detector debería ser capaz de resolver velocidades de incrementos de 0,10 milisegundos. El haz de luz, visible, infrarrojo, etc., debería tener ranuras de emisión/recepción no más grandes que 0,05 mm corriendo normales a la trayectoria de viaje de la bandera. También pueden usarse sistemas de detector magnético si se establece equivalencia. Se usa un medidor de tiempo electrónico, para determinar la rapidez a la que la bandera atraviesa el detector. La celda de carga debería estar conforme a las siguientes características:

- Tamaño: Diámetro 75 mm mínimo.
- Rango de medición: 0 N - 5 000 N mínimo.
- Resolución: 45 N máximo.
- Precisión, linealidad:  $\pm 2,5$  % escala-completa máxima.
- Rigidez:  $4,5 \times 10^9$  N/m mínimo.
- Sensibilidad transversa: 3,0 % máximo.

La frecuencia resonante del ensamble de forma de cabeza/celda de carga no debería ser menor que 5 kHz, y la respuesta de frecuencia del sistema debería ser de conformidad con SEA Práctica recomendada J211, Clase Channel 1000.

Se recomienda que la salida de la celda de carga se registre con un osciloscopio de almacenamiento, registrador de estados transitorios o dispositivo similar diseñado para almacenar lecturas máximas. Sin embargo, pueden obtenerse lecturas de fuerza máxima usando un medidor indicador de picos diseñado para almacenar solamente una lectura máxima. La respuesta de frecuencia de medidores indicador de picos debería cumplir al menos con los requisitos de SEA Práctica recomendada J211, Clase Channel 1000. La resolución debería ser 45 N máx., con capacidad de tiempo de elevación menor que 0,01 milisegundos.

#### X.2 Calibración

Las celdas de carga tipo indicador de deformación generalmente pueden calibrarse estáticamente, aplicando un peso muerto conocido a la parte superior de la celda de carga y chequeando la señal de salida. Esto funciona bien con un osciloscopio o voltímetro. Sin embargo, las vibraciones transitorias tienden a crear un problema al usar medidores indicadores de picos, y así la carga debe aplicarse y removerse con cuidado extremo. Más aún, la calibración estática no tiene en cuenta la respuesta dinámica del sistema de medición. Se recomienda calibración dinámica, pero requiere un acelerómetro de referencia calibrado y un medio de calibración (almohadilla de choque). El acelerómetro de referencia debería tener las siguientes características:

- Rango de medición: 0 G - 400 G's Mínimo.
- Resolución: 1,0 G Máximo.

- Precisión, linealidad: 1,0 % escala-completa máxima.
- Sensibilidad transversa: 3,0 % Máximo.
- Frecuencia resonante: 20 kHz Mínimo.
- Respuesta de frecuencia:  $\pm 0,5$  dB @ 0,1 Hz – 2 kHz
- Repetibilidad/estabilidad: 1,0 % escala-completa máxima.

El medio de calibración debería tener las siguientes características:

- Material: Elastómero (alta capacidad de recuperación y baja histéresis)
- Durómetro: 50–60 Shore A
- Espesor: 25 mm mínimo
- Tamaño: Diámetro 100 mm mínimo.

El acelerómetro se monta encima del percutor de 3,6 kg a lo largo de su eje vertical ( $\pm 2,5^\circ$  de vertical verdadera) de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se recomienda un osciloscopio de almacenamiento de canal dual para hacer registros simultáneos de las salidas tanto del acelerómetro como de la celda de carga. Tanto el acelerómetro como el osciloscopio deben estar en reciente calibración.

### X.2.1 Procedimiento de calibración de sistema de medición de fuerza

Se recomienda remover la forma de cabeza de la celda de carga y montar el medio de calibración a la parte superior de la celda de carga. Todos los sistemas electrónicos deberían encenderse y permitírseles estabilizarse. El percutor, con acelerómetro junto, debería dejarse caer sobre el medio de calibración desde una altura que resulte en una máxima lectura de aceleración de  $100\text{ G} \pm 10\text{ G}$ . Deberían registrarse las salidas tanto del acelerómetro como de la celda de carga. Los dos valores máximos deberían leer dentro de 2,5 % uno del otro de acuerdo con  $F=ma$  (fuerza = masa  $\times$  aceleración). Este grado de precisión debe ser repetible a través de al menos cinco impactos.

### X.2.2 Procedimiento de calibración de sistema de medición de velocidad

Si una bandera de detector simulada (bola) no puede dejarse caer en “caída libre” desde una altura conocida o junto al detector, el sistema de medición de velocidad debería retornarse al fabricante al menos cada seis meses para recalibración. De otro modo, una bola de diámetro conocido puede dejarse caer desde una altura conocida para disparar el detector de velocidad. La bola debe ser suficientemente grande para disparar propiamente el detector y tener suficiente masa para anular los efectos de fricción aerodinámica. La bola debería dejarse caer desde al menos un metro. La velocidad real se calcula entonces de

$$V = \sqrt{2gh}$$

donde

$g$  es la constante gravitacional, y  
 $h$  es la altura de caída.

Este valor se compara entonces con la velocidad medida. Ambos valores deberían concordar dentro de 1 %.

### X.3 Procedimiento de repetibilidad de sistema

Con el medio de calibración (almohadilla de choque) descrito en X.2 montado en la parte superior de la celda de carga, deberían hacerse tres caídas del percutor sobre el medio. La velocidad de impacto debería mantenerse en  $4\text{ m/s} \pm 0,03\text{ m/s}$ . El valor de repetibilidad debería ser el promedio de las tres lecturas de máxima fuerza transmitida. El rango total para los tres valores no debería exceder  $\pm 5\%$  del valor promedio.

## APÉNDICE Y

### ENSAYOS DE ATENUACIÓN DE ENERGÍA DE IMPACTO

#### Y.1 Guías de equipo

El probador de impacto debería tener un sistema guía de, al menos 2 m de altura para producir las velocidades de impacto requeridas para esta norma. Los yunques de ensayo (planos y hemisféricos) deberían diseñarse para ser intercambiables en la base y juntarse de manera que no se absorba energía a través de deflexiones. La base debería ser acero de al menos 25 mm de espesor. La fricción entre un carro en caída y el sistema guía debería minimizarse usando materiales de rodamiento idóneos. Se requiere un detector de velocidad, para asegurar alturas de caída propias. La posición de dicho detector debería ser ajustable, de manera que la rapidez de impacto se mida a no más de 2 cm del punto de impacto. La bandera de detector unida al mecanismo guía que pasa a través o junto al detector debería ser no más alta que 26 mm. El detector debería ser capaz de tener una resolución no mayor que 0,10 milisegundos. El haz de luz, visible, infrarrojo, etc., debería tener ranuras de emisión/recepción no más grandes que 0,05 mm corriendo normales a la trayectoria de viaje de la bandera. También pueden usarse sistemas de detector magnético, si se establece equivalencia. Se usa un medidor de tiempo electrónico para determinar la rapidez a la que la bandera atraviesa el detector. Debería haber una bola de montaje, unida al mecanismo guía, de tal manera que se prevenga rotación. Las formas de cabeza se montan en dicha bola con un anillo de fijación, de manera que las formas de cabeza puedan girarse alrededor de la bola. Un acelerómetro debería montarse dentro de la bola, teniendo su eje (o ejes verticales, en el caso de un acelerómetro triaxial) dentro de 2,5 grados de alineación vertical.

El acelerómetro debería estar conforme con las siguientes características:

- Forma: Cúbica, con lados planos
- Tamaño: Dimensiones 25 mm máximo.
- Rango de medición: 0 G - 500 G's mínimo.
- Resolución: 1,0 máximo.
- Precisión, linealidad: 1,0 % escala-completa máxima.
- Sensibilidad transversa: 5,0 % máximo.
- Frecuencia resonante: 20 kHz mínimo.
- Respuesta de frecuencia:  $\pm 5$  dB @ 0,1 Hz – 2 kHz
- Repetibilidad/estabilidad: 1,0 % escala-completa máxima.

La respuesta de frecuencia del sistema debería estar en conformidad con SEA Práctica recomendada J211, Channel Class 1000. Cada resolución de canal debería ser 1 G máx. con capacidad de tiempo de elevación menor que 0,01 milisegundos.

#### Y.2 Calibración

Mientras que hay varios métodos aceptables de calibración de acelerómetro, un método puede usarse mediante el elemento fijo especificado en X.2 para calibración dinámica. En este caso, sin embargo, el acelerómetro de referencia calibrado y el acelerómetro de ensayo deberían fijarse "a cuestras", uno encima del otro. El acelerómetro de ensayo de forma cúbica se presta bien para este procedimiento. El eje debería estar en alineación vertical con el eje del acelerómetro de referencia y el eje vertical del percutor. La práctica ha demostrado que puede usarse cinta delgada y "doble pegante" para fijar los acelerómetros, uno encima del otro. Se asume que la superficie plana del acelerómetro en contacto con la cinta, es de al menos 50 mm<sup>2</sup> y que los cables están sostenidos en su lugar y amarrados apropiadamente.

### **Procedimiento de medición de aceleración**

Se recomienda remover el acelerómetro de ensayo de la bola de montaje. Posteriormente, se debería montar esta unidad en el percutor, entonces montar el acelerómetro de referencia calibrado encima del acelerómetro de ensayo. Se recomienda montar el medio de calibración como en X.2 del apéndice X. Todos los sistemas electrónicos deberían encenderse y permitírseles estabilizarse. El percutor, con acelerómetro junto, debería dejarse caer sobre el medio de calibración desde una altura que resulte en una máxima aceleración, como indica el acelerómetro de referencia de  $200\text{ G} \pm 20\text{ G}$ . Deberían registrarse las salidas de eje vertical de ambos acelerómetros. Los dos valores máximos deberían leer dentro de 2 % uno del otro. Este grado de precisión debería ser repetible a través de al menos cinco impactos.

### **Procedimiento de calibración de sistema de medición de velocidad**

Para chequear la calibración de detectores de velocidad, ver X.2.

### **Y.3 Procedimiento de repetibilidad del sistema**

Montar el medio de calibración (almohadilla de choque) descrito en X.2 sobre la base de ensayo en lugar de el yunque de ensayo. Posicionar la forma de cabeza invertida, con el plano básico horizontal. Con el acelerómetro conectado a la instrumentación de registro/cómputo, deberían hacerse tres caídas consecutivas de la forma de cabeza sobre el medio. La velocidad de impacto debería mantenerse en  $3\text{ m/s} \pm 0,03\text{ m/s}$ . Para cada caída, un valor de Máxima G debería registrarse. El valor de repetibilidad debería ser el promedio de las tres mediciones. Sin embargo, el rango total para los tres valores no debería exceder  $\pm 5\%$  del valor promedio.

**APÉNDICE Z**

**BIBLIOGRAFÍA**

ANSI/ISEA Z89.1:2009, *American National Standard for Industrial head protection*

NTC 1523:2012, *Higiene y seguridad. Cascos de seguridad industrial*

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** TÍTULO: CASCOS DE SEGURIDAD PARA USO INDUSTRIAL. Código ICS:  
**NTE INEN 146 REQUISITOS E INSPECCIÓN 13.340.20**

**Segunda revisión**

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No. 13080 de 2013-04-22 publicado en el Registro Oficial No. 954 de 2013-05-15  Fecha de iniciación del estudio: 2015-01-12
--	--

Fechas de consulta pública: Del 2015-02-26 al 2015-04-28

Comité Técnico de: Seguridad personal–Ropa y equipos de protección

Fecha de iniciación: 2015-05-21

Fecha de aprobación: 2015-07-30

Integrantes del Comité:

**NOMBRES:**

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

MSc. Tania Orozco (Presidenta)

MINISTERIO DEL TRABAJO

Ing. Robert López

3M

Erg. Juan Pambabay

UTE

Ing. Cristian Mariño

PROAÑO REPRESENTACIONES

Sr. Francisco Delgado

PROAÑO REPRESENTACIONES

Ing. Marianela Padilla

INMEQ

Ing. Patricio Ledesma

IESS-SGRT

Ing. Andrés Rojas

PRUNEX

Ing. Pablo Mejía

MSA

MSc. Gabriela Martínez

TONICOMSA

Ing. Fernando Terán

PROSEIN

Lic. Fernando Cuenca

SECAP

Ing. Gerardo Bedón

CLASI S.A.S

Ing. Luis Silva (Secretario Técnico)

INEN-DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

Otros trámites: Esta NTE INEN 146:2015 (Segunda revisión) reemplaza a la NTE INEN 146:2009 (Primera revisión).

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria

Por Resolución No. 15379 de 2015-11-18

Registro Oficial No. 648 de 2015-12-14

---

Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891  
Dirección Ejecutiva: E-Mail: [direccion@normalizacion.gob.ec](mailto:direccion@normalizacion.gob.ec)  
Dirección de Normalización: E-Mail: [consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec](mailto:consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec)  
Dirección Zonal Guayas: E-Mail: [inenguayas@normalizacion.gob.ec](mailto:inenguayas@normalizacion.gob.ec)  
Dirección Zonal Azuay: E-Mail: [inencuenca@normalizacion.gob.ec](mailto:inencuenca@normalizacion.gob.ec)  
Dirección Zonal Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@normalizacion.gob.ec](mailto:inenriobamba@normalizacion.gob.ec)  
[URL:www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)