

Septiembre 2006

TÍTULO

Maquinaria y estructuras para parques y ferias de atracciones
Seguridad

Fairground and amusement park machinery and structures. Safety.

Machines et structures pour fêtes foraines et parcs d'attraction. Sécurité.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 13814:2004.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 76601:2001.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 76 *Estructuras Metálicas Permanentes* cuya Secretaría desempeña CALIDAD SIDERÚRGICA, S.R.L.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 37519:2006

© AENOR 2006
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

C Génova, 6
28004 MADRID-España

**Asociación Española de
Normalización y Certificación**

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

214 Páginas

Grupo 127

ICS 91.040.99

Versión en español

Maquinaria y estructuras para parques y ferias de atracciones Seguridad

**Fairground and amusement park
machinery and structures. Safety.**

**Machines et structures pour fêtes foraines
et parcs d'attraction. Sécurité.**

**Fliegende Bauten und Anlagen für
Veranstaltungsplätze und
Vergnügungsparks. Sicherheit.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2004-05-19. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

© 2004 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	9
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	10
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	10
3 DEFINICIONES	14
4 SÍMBOLOS	15
5 REQUISITOS GENERALES PARA EL DISEÑO, ANÁLISIS E INSPECCIÓN.....	15
5.1 Documento del proyecto	15
5.1.1 Generalidades	15
5.1.2 Descripción del diseño y funcionamiento	15
5.1.3 Planos de diseño y fabricación	16
5.1.4 Principios de análisis.....	16
5.2 Selección de los materiales.....	17
5.2.1 Generalidades	17
5.2.2 Aceros recomendados	17
5.2.3 Aleaciones de aluminio	18
5.2.4 Madera	18
5.2.5 Plásticos compuestos	18
5.2.6 Hormigón	18
5.2.7 Elementos de fijación	18
5.3 Cargas de diseño.....	19
5.3.1 Generalidades	19
5.3.2 Acciones permanentes.....	19
5.3.3 Acciones variables	19
5.3.4 Fuerzas sísmicas	24
5.3.5 Coeficientes aplicables a impactos, a vibraciones de componentes estructurales sobre los que se desplazan directamente los vehículos, y a colisiones.....	25
5.3.6 Combinaciones de cargas	25
5.4 Análisis estructural. Fundamentos	26
5.4.1 Generalidades	26
5.4.2 Principios del análisis para diferentes tipos de atracciones.....	27
5.4.3 Montañas rusas con vehículos fijos a los raíles.....	33
5.4.4 Otras vías para vehículos fijos a los raíles	40
5.4.5 Graderíos	41
5.5 Verificación de la estabilidad	41
5.5.1 Seguridad contra el vuelco, el deslizamiento y la elevación.....	41
5.5.2 Anclajes a tierra	43
5.5.3 Otros requisitos	46
5.5.4 Calzos sobre el terreno.....	47
5.6 Comprobación de la resistencia	47
5.6.1 Generalidades	47
5.6.2 Tensiones estáticas predominantes	48

5.6.3	Tensiones fluctuantes	48
5.6.4	Tornillos	52
5.6.5	Cables, cadenas, dispositivos de seguridad, conectores y adaptadores.....	54
5.7	Diseño estructural y fabricación	57
5.7.1	Disposición, accesibilidad	57
5.7.2	Dispositivos de bloqueo y de seguridad de los elementos de fijación	57
5.7.3	Uniones desmontables	57
5.7.4	Diseño de componentes sometidos a cargas fluctuantes.....	58
5.7.5	Soportes.....	58
5.7.6	Mástiles centrales	58
5.7.7	Prevención de la corrosión y oxidación	58
6	REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y LA FABRICACIÓN DE ATRACCIONES Y ESTRUCTURAS	58
6.1	Reducción del riesgo mediante la imposición de medidas de diseño y de seguridad..	58
6.1.1	Generalidades	58
6.1.2	Identificación de peligros.....	58
6.1.3	Reducción del riesgo en plataformas, rampas, suelos, escaleras y pasillos	58
6.1.4	Reducción de riesgo mediante barandillas, vallas y defensas.....	60
6.1.5	Reducción del riesgo en el caso de accesos y salidas.....	64
6.1.6	Reducción del riesgo en las unidades de pasajeros.....	65
6.1.7	Reducción del riesgo mediante medidas especiales	72
6.2	Requisitos de seguridad complementarios para diferentes categorías de atracciones	73
6.2.1	Atracciones giratorias con movimientos horizontales y/o verticales.....	73
6.2.2	Norias gigantes, balancines (con y sin motor).....	76
6.2.3	Montañas rusas, montañas acuáticas, atracciones oscuras, trenes y otras atracciones similares, guiadas mediante railes o canales	78
6.2.4	Coches de choque, vías rápidas/go-karts, minimotos para niños, atracciones de agua y barcas, montañas de agua, toboganes, etc.....	81
6.2.5	Espectáculos adicionales, casetas, tómbolas y puestos de venta, espejos grotescos, casetas de espectáculos, laberintos, mazos, suena la campana y similares.....	90
6.2.6	Graderíos temporales, pistas, etc.	92
6.2.7	Casetas y caravanas de tiro al blanco, dispositivos de tiro	93
6.3	Sistemas mecánicos	95
6.4	Fabricación y suministro	99
6.4.1	Generalidades	99
6.4.2	Fabricación	99
6.4.3	Suministro.....	102
6.5	Aprobación inicial, inspección y aceptación – Procedimientos recomendados.....	104
6.5.1	Generalidades	104
6.5.2	Aprobación inicial de las atracciones	104
6.6	Disposiciones previas a la entrega y el uso	107
6.6.1	Libro de operaciones.....	107
6.6.2	Expediente técnico oficial	109
6.6.3	Placa de identificación	109
7	OPERACIÓN Y UTILIZACIÓN DE ATRACCIONES Y ESTRUCTURAS	110
7.1	Introducción	110
7.2	Documentación normalizada.....	110
7.3	Requisitos acerca del personal	110

7.4.1	Generalidades	110
7.4.2	Compra y venta	111
7.4.3	Selección y formación de la plantilla de personal.....	111
7.4.4	Montaje y desmontaje.....	112
7.4.5	Cuidado del equipo	115
7.4.6	Operaciones y comprobación de prueba	117
7.4.7	Operación.....	118
7.4.8	Tareas especiales para la supervisión del funcionamiento	121
7.4.9	Mantenimiento, reparaciones y modificaciones.....	125
7.5	Obligaciones del operador de la atracción	126
7.6	Obligaciones del asistente	128
7.7	Inspecciones independientes.....	128
7.7.1	Inspecciones exhaustivas	128
7.7.2	Inspección de las instalaciones	130
7.7.3	Inspección después de reparación y modificación	131
7.7.4	Informes	131
7.7.5	Intervalos de inspección.....	131
7.8	Incendio.....	131
7.8.1	Generalidades	131
7.8.2	Procedimiento a seguir en caso de incendio	131
7.8.3	Disposiciones en caso de incendio	132
7.8.4	Accesos para los servicios de emergencia.....	133
ANEXO A (Informativo) ANÁLISIS DE FATIGA.....		135
A.1	Generalidades	135
A.2	Símbolos y definiciones	135
A.3	Requisitos para la evaluación de la fatiga	136
A.4	Resistencia a la fatiga de las estructuras de acero.....	137
A.4.1	Valor de tensiones de amplitud constante (Regla de Palmgreen-Miner)	137
A.4.2	Valor equivalente de la tensión de amplitud constante para N	138
A.4.3	Valor equivalente de la tensión de amplitud constante para $N_c = 2 \times 10^6$	139
A.5	Estimación del daño en el caso de tensiones combinadas	139
A.6	Fórmulas para la predicción de vida	140
A.6.1	Generalidades	140
A.6.2	Procedimiento básico	140
A.6.3	Cálculo de la vida a fatiga	141
ANEXO B (Normativo) REGLAS ESPECÍFICAS DE ANÁLISIS.....		143
B.1	Balancines	143
B.1.1	Generalidades	143
B.1.2	Fuerzas en los puntales	145
B.1.3	Seguridad del balancín contra el vuelco.....	145
B.1.4	Balancines motorizados	148
B.2	Norias	148
B.2.1	Cargas	148
B.2.2	Hipótesis de cargas predominantes	150
B.2.3	Cálculo	150
B.2.4	Montaje	155
B.2.5	Indicaciones generales	155

B.3	Tiovivos voladores y tiiovivos en suspensión.....	156
B.4	Tiovivos con suelo (suelos suspendidos y carrusel giratorio)	161
B.5	Atracciones con vehículos autopropulsados.....	161
B.5.1	Atracciones con vehículos autopropulsados con pista para conducción unidireccional (por ejemplo, pistas para coches de carreras, pistas para coches en varias alturas, pistas para coches ligeros go-karts, pistas para motocicletas scooter).....	161
B.5.2	Instalaciones de conducción con direcciones arbitrarias de conducción (autos de choque).....	162
B.6	Pistas con una gran pendiente.....	163
B.7	Esferas	163
B.8	Instalaciones para exhibiciones artísticas aéreas.....	163
B.9	Rotores	164
B.10	Toboganes	164
B.11	Barriles giratorios	164
B.12	Plataformas móviles	164
B.13	Plataformas giratorias	165
ANEXO C (Normativo) FORMULARIOS DE INSPECCIÓN.....		166
C.1	Formulario de inspección exhaustiva	166
C.2	Formulario para la inspección inicial.....	167
ANEXO D (Normativo) EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO Y SISTEMAS DE CONTROL ..		168
D.1	Equipamiento eléctrico	168
D.1.1	Generalidades	168
D.1.2	Clases de protección de los equipos	168
D.1.3	Contactos deslizantes	168
D.1.4	Sistemas de puesta a tierra	168
D.1.5	Protección contra descargas eléctricas	168
D.1.6	Medidas de protección del alumbrado	169
D.1.7	Alumbrado y alumbrado de emergencia.....	169
D.1.8	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	169
D.1.9	Requisitos adicionales para atracciones de agua.....	169
D.2	Sistemas de control.....	170
D.2.1	Generalidades	170
D.2.2	Normas de especial importancia	170
D.2.3	Elementos de los sistemas de control relacionados con la seguridad	170
D.2.4	Funciones de parada	171
D.2.5	Parámetros relacionados con la seguridad	171
D.2.6	Restricciones para el pasajero.....	172
D.2.7	Inhibición o derivación de las funciones de seguridad.....	173
D.2.8	Modos de control.....	173
D.2.9	Prevención de colisiones mediante sistemas de control de zonas	175
ANEXO E (Informativo) GUÍA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN DE PASAJEROS		178
ANEXO F (Informativo) LIBRO DE OPERACIONES PARA UNA ATRACCIÓN		182

ANEXO G (Informativo)	EFFECTOS DE LA ACELERACIÓN SOBRE LOS PASAJEROS	202
G.1	Tolerancia médica – Generalidades	202
G.2	Atracciones	202
G.2.1	Generalidades	202
G.2.2	Aceleración lateral (dirección -y).....	202
G.2.3	Aceleración vertical (dirección -z)	202
G.2.4	Combinación de aceleraciones	202
ANEXO H (Informativo)	DISPOSICIONES PREVIAS A LA UTILIZACIÓN.....	206
H.1	Generalidades	206
H.2	Autorización o permiso de funcionamiento	206
H.3	Competencia	206
H.4	Autorización o permiso de funcionamiento para atracciones importadas y usadas ..	206
H.4.1	Procedimiento.....	206
H.4.2	Transferencia.....	206
H.5	Transferencia y prolongación de la autorización o permiso de funcionamiento	207
H.6	Informes para la prolongación de una autorización o permiso de funcionamiento ...	207
H.7	Ensayos.....	207
H.8	Entidades de inspección.....	208
H.8.1	Generalidades	208
H.8.2	Cualificación	208
H.8.3	Disponibilidad de equipo	208
H.9	Inspección de la instalación	208
H.10	Ejemplos de intervalos de inspección aplicados en los reglamentos de los Estados Miembro.....	208
H.10.1	Generalidades	208
H.10.2	Alemania	209
H.10.3	Gran Bretaña.....	211
H.10.4	Italia	211
H.10.5	Holanda.....	211
H.10.6	Suecia	212
ANEXO I (Informativo)	LISTA DE PELIGROS.....	213
BIBLIOGRAFÍA.....		214

PRÓLOGO

Esta Norma Europea EN 13814:2004 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 152 *Estructuras y maquinaria para ferias y parques de atracciones. Seguridad*, cuya Secretaría desempeña UNI.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de junio de 2005, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de junio de 2005.

Esta norma europea ha sido elaborada bajo el Mandato M/233 dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Cambio. No existe una directiva europea relativa a maquinaria para ferias y parques de atracciones.

Esta norma forma parte de una serie de dos documentos elaborados por el Comité Técnico CEN/TC 152 para estructuras y maquinaria para ferias y parques de atracciones. El otro documento es el proyecto de Norma Europea prEN 13782, *Estructuras temporales. Carpas. Seguridad*.

En su estado actual, esta norma europea puede requerir, cuando así se mencione en los distintos apartados y capítulos, la aplicación de normas nacionales. Esto es así porque algunas de las normas europeas básicas que se deben utilizar en la aplicación de esta norma europea no están disponibles todavía. El contenido de esta norma europea aúna, en la medida de lo posible, las diferentes reglamentaciones y directrices nacionales.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

INTRODUCCIÓN

El objeto de esta norma es la definición de reglas de seguridad relativas a las estructuras y a las máquinas que formen parte integral de la atracción o que constituyan la propia atracción. Las reglas de seguridad están destinadas a proteger a las personas contra los riesgos de accidentes que se puedan producir por deficiencias de diseño, de fabricación, y de funcionamiento de dichas estructuras y maquinarias. Esta norma está basada en la experiencia adquirida y en el análisis de los riesgos.

El anexo A es una parte informativa de esta norma, y constituye una guía para el cálculo de las piezas estructurales de acero.

Los anexos B y C son partes normativas de esta norma, y proporcionan procedimientos de cálculo detallado y necesario o reglas de seguridad.

El anexo D (normativo) se ocupa de las instalaciones eléctricas y de los sistemas de mando.

El anexo E (informativo) consiste en una guía sobre los sistemas de contención de los pasajeros.

El anexo F (informativo) muestra una presentación típica del libro de operaciones de una atracción.

El anexo G (informativo) trata sobre los efectos de la aceleración en los pasajeros.

El anexo H (informativo) trata sobre las disposiciones a tomar antes de la utilización de las atracciones.

El anexo I (informativo) contiene una lista de los peligros de las atracciones.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma especifica los requisitos mínimos necesarios para garantizar la seguridad en el diseño, cálculo, fabricación, instalación, mantenimiento, funcionamiento, comprobación y ensayos de estructuras y maquinarias móviles, instaladas de manera temporal o permanente, tales como, tiovivos, columpios, barcas, norias, montañas rusas, toboganes, graderíos, estructuras de membrana o textiles como barracas, estrados, casetas de feria y estructuras para exhibiciones aéreas. Las estructuras anteriormente citadas, llamadas a partir de ahora atracciones, están pensadas para ser instaladas repetitivamente en los parques de atracciones, ferias o localizaciones similares, de modo temporal o permanente, sin que sufran degradación o pérdida de integridad. Las estructuras de gradas fijas, las construcciones o estructuras de apoyo para las instalaciones in situ, los andamios, las estructuras agrícolas desmontables y las atracciones para niños que funcionan introduciendo monedas y que no transporten más de dos niños, no son objeto de esta norma.

No obstante, esta norma se puede emplear en el diseño de estructuras o mecanismos de transporte de pasajeros similares, no explícitamente mencionados aquí.

Esta norma no contempla los reglamentos nacionales sobre seguridad en el trabajo.

Esta norma no es aplicable a las atracciones que hayan sido fabricadas antes de su fecha de publicación por CEN.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 2 *Clases de fuego.*

EN 3 (todas las partes) *Extintores portátiles de incendios.*

EN 286-1 *Recipientes a presión simple, no sometidos a la llama, diseñados para contener aire o nitrógeno. Parte 1: Recipientes a presión para usos generales.*

EN 287 (todas las partes) *Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión.*

EN 288 (todas las partes) *Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos.*

EN 294:1992 *Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas de peligrosidad con los miembros superiores.*

EN 418 *Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales. Principios para el diseño.*

EN 573-3 *Aluminio y aleaciones de aluminio. Composición química y forma de productos de forja. Parte 3: Composición química.*

EN 696 *Cuerdas de fibra para usos diversos. Poliamida.*

EN 697 *Cuerdas de fibra para usos diversos. Poliéster.*

EN 698 *Cuerdas de fibra para usos diversos. Manila y sisal.*

EN 699 *Cuerdas de fibra para usos diversos. Polipropileno.*

EN 700 *Cuerdas de fibra para usos diversos. Polietileno.*

EN 701 *Cuerdas de fibra para usos diversos. Especificaciones generales.*

EN 719 *Coordinación del soldeo. Tareas y responsabilidades.*

EN 729-2 *Requisitos de la calidad para el soldeo. Soldeo por fusión de materiales metálicos. Parte 2: Requisitos de calidad completos.*

EN 729-3 *Requisitos de la calidad para el soldeo. Soldeo por fusión de materiales metálicos. Parte 3: Requisitos de calidad estándar.*

EN 818 (todas las partes) *Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad.*

EN 919 *Cuerdas de fibra para usos diversos. Determinación de ciertas propiedades físicas y mecánicas.*

EN 954-1 *Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.*

EN 1050:1996 *Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación del riesgo.*

EN 1176 (todas las partes) *Equipamiento de las áreas de juego.*

EN 1261 *Cuerdas de fibra para usos diversos. Cáñamo.*

EN 1418 *Personal de soldadura. Ensayos de cualificación de los operadores de soldeo para el soldeo por fusión y de los ajustadores de soldeo por resistencia para el soldeo automático y totalmente mecanizado de materiales metálicos.*

EN 1677 (todas las partes) *Accesorios para eslingas. Seguridad.*

EN 10025 *Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.*

EN 10027 (todas las partes) *Sistemas de designación de aceros.*

EN 10083-1 + A1 *Aceros para temple y revenido. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro de aceros especiales.*

EN 10084 *Aceros para cementar. Condiciones técnicas de suministro.*

EN 10160 *Examen por ultrasonidos de los productos planos de acero de espesor igual o superiores a 6 mm (método de reflexión).*

EN 10164 *Aceros de construcción con resistencia mejorada a la deformación en la dirección perpendicular a la superficie del producto. Condiciones técnicas de suministro.*

EN 10204 – *Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.*

EN 12385 (todas las partes) *Cables de acero. Seguridad.*

EN 13411 (todas las partes) *Terminales para cables de acero. Seguridad.*

EN 13889 *Grilletes de acero forjados para aplicaciones generales de elevación. Grilletes rectos y grilletes tipo lira. Grado 6. Seguridad.*

prEN 14399 (todas las partes) *Pernos estructurales de alta resistencia para precarga.*

EN ISO 898-1 *Características mecánicas de los elementos de fijación fabricados de acero al carbono y de aceros aleados. Parte 1: Pernos, tornillos y bulones. (ISO 898-1:1999)*

EN ISO 4014 *Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B. (ISO 4014:1999)*

EN ISO 4016 *Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clase C. (ISO 4016:1999)*

EN ISO 4017 *Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B. (ISO 4017:1999)*

EN ISO 4018 *Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clase C. (ISO 4018:1999)*

EN ISO 4032 *Tuercas hexagonales, tipo 1. Productos de clases A y B. (ISO 4032:1999)*

EN ISO 4034 *Tuercas hexagonales. Producto de clase C. (ISO 4034:1999)*

EN ISO 5817 *Soldeo. Uniones soldadas por fusión de acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones. (ISO 5817:2003)*

EN ISO 7090 *Arandelas planas achaflanadas. Serie normal. Producto de clase A. (ISO 7090:2000)*

EN ISO 12100-1 *Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología. (ISO 12100-1:2003)*

EN ISO 12100-2 *Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos. (ISO 12100-2:2003)*

EN 30042 *Uniones soldadas por arco de aluminio y sus aleaciones soldables. Guía sobre los niveles de calidad en función de las imperfecciones. (ISO 10042:1992)*

EN 45004 *Criterios generales para el funcionamiento de los diversos tipos de organismos que realizan inspección.*

EN 60204-1:1997 *Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.* (IEC 60204-1:1997)

EN 60204-32 *Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 32: Requisitos para aparatos de elevación.* (IEC 60204-32:1998)

EN 60947 (todas las partes) *Aparatos de baja tensión.*

EN 61496-1 *Seguridad de las máquinas. Equipos de protección electrosensibles. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.* (IEC 61496-1:1997)

prEN 61496-2 *Seguridad de las máquinas. Equipos de protección electrosensibles. Parte 2: Requisitos particulares para equipos utilizando dispositivos de protección optoelectrónicos activos.* (IEC 61496-2)

EN 61558-1 *Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación y análogos. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.* (IEC 61558-1:1997, modificada)

ENV 1991-2-3 *Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 2-3: Acciones en estructuras. Cargas de nieve.*

ENV 1991-2-4:1995 *Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 2-4: Acciones en estructuras. Acciones del viento.*

ENV 1992 (todas las partes) *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón.*

ENV 1993 (todas las partes) *Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero.*

ENV 1995-1-1 *Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.*

ENV 1997-1 *Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Parte 1: Reglas generales.*

ISO 3755 *Fundiciones de acero al carbono para usos generales de ingeniería.*

ISO 6309 *Protección contra incendios. Señales de seguridad.*

ISO 7413 *Tuercas hexagonales para empernado estructural, estilo 1, galvanizadas por inmersión en caliente. Grados de producto A y B. Clases de propiedad 5, 6 y 8.*

IEC 60364-4-41 *Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.*

IEC 60364-5-54 *Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5-54: Elección e instalación de los materiales eléctricos. Puesta a tierra, conductores de protección y conductores de protección equipotencial.*

IEC 61508 (todas las partes) *Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad.*

3 DEFINICIONES

Para los fines de esta norma se aplican los siguientes términos y definiciones.

3.1 atracción

Cualquier dispositivo de recreo, estructura, estructura o dispositivo de membrana o textil, cabina, caseta, tienda de campaña que forme parte de una atracción, barraca, graderío, etc., que se puede instalar de manera repetitiva en parques de atracciones, ferias o cualquier otra ubicación, de modo temporal o permanente, sin que sufra degradación o pérdida de integridad.

3.2 entidad de inspección independiente

Cualquier organización independiente y competente para realizar revisiones, aprobaciones, inspecciones y ensayos de atracciones como tercera parte.

3.3 aprobación inicial

Revisión del diseño y del cálculo, verificaciones, inspecciones y ensayos realizados por una entidad de inspección independiente, antes de que el dispositivo de recreo se ponga a disposición del público por primera vez.

3.4 libro de operaciones

Libro o archivo que contiene toda la información necesaria sobre el uso y el historial de cualquier atracción, comenzando con el informe de su diseño y del proceso de aprobación inicial.

3.5 permiso

Autorización para que una atracción funcione en un estado miembro particular, concedida por un organismo legalmente autorizado, tras un proceso satisfactorio de aprobación o de inspección.

3.6 inspección exhaustiva independiente

Procedimientos y ensayos necesarios para que la entidad de inspección independiente determine si la atracción está en condiciones de funcionar de manera segura, o por el contrario, si existen defectos que requieren ser reparados inmediatamente o en un periodo de tiempo determinado.

3.7 organismo autorizador

Cualquier autoridad o entidad nacional legalmente autorizada para emitir un permiso de funcionamiento de una atracción y el mantenimiento de su libro de operaciones.

3.8 modificación

Cualquier alteración física o de programación de una atracción, incluyendo la introducción de un nuevo componente crítico de seguridad o la sustitución de un componente crítico de seguridad, que represente un cambio respecto de las especificaciones del diseño original.

3.9 reparación

Restablecimiento de componentes o conjuntos críticos de seguridad a las condiciones de funcionamiento aceptables, mediante la reposición de piezas desgastadas, dañadas o deterioradas, de manera que no represente un cambio respecto a las especificaciones de diseño de las piezas originales.

3.10 componente crítico de seguridad

Cualquier tipo de componente de una atracción del que depende la seguridad de los pasajeros.

3.11 sistemas de contención de seguridad del pasajero

Son componentes (por ejemplo, asientos, reposapiés, barandillas y dispositivos de sujeción de los pasajeros) diseñados para prevenir el movimiento de los pasajeros fuera de una determinada área predefinida de la atracción, como resultado de las fuerzas generadas por la propia atracción o del comportamiento de los pasajeros.

3.12 unidad de pasajero

Parte o partes de una atracción donde se prevé que el público se suba.

3.13 plataforma

Superficie horizontal o ligeramente inclinada situada por encima del nivel de una zona adyacente.

3.14 operador de la atracción

Persona asignada por el controlador para estar a cargo de las operaciones de una atracción durante todo el tiempo que se prevea esté abierta al público.

3.15 asistente

Cualquier persona asignada para trabajar bajo el control o la dirección de un operador, para la asistencia en el funcionamiento de una atracción disponible para uso público.

3.16 controlador (controlador de la atracción)

Persona u organización que tiene el control total de una atracción. El controlador puede ser una persona individual o una corporación propietaria de una atracción o el arrendatario o concesionario al que el propietario ha cedido el control de la atracción para un período de tiempo determinado.

3.17 verificación diaria

Verificación de funcionamiento que se realiza diariamente antes de abrir al público la atracción, para determinar si ésta puede o no seguir funcionando en condiciones de seguridad.

3.18 funcionamiento de prueba

Fase de funcionamiento de prueba de una atracción que se realiza sin pasajeros.

3.19 servicio

Sustitución o suministro de componentes, incluidos los fluidos, que están diseñados para ser sustituidos o suministrados a intervalos de tiempo especificados.

4 SÍMBOLOS

Todos los símbolos, con sus respectivas unidades, se explicarán en los capítulos correspondientes.

5 REQUISITOS GENERALES PARA EL DISEÑO, ANÁLISIS E INSPECCIÓN

5.1 Documentos del proyecto

5.1.1 Generalidades

Los documentos de fabricación incluyen todos los documentos necesarios para evaluar la estabilidad y la seguridad de funcionamiento de la atracción. Estos documentos deben suministrarse para la correspondiente aprobación de la entidad de inspección independiente. Estos documentos deben contener todas las condiciones de diseño para el funcionamiento de los dispositivos o estructuras de recreo. A estos efectos, se requiere una descripción de la fabricación, del funcionamiento y de la seguridad funcional, los planos de diseño y un análisis exhaustivo de tensiones, de fatiga y de estabilidad, como se especifica en el apartado 5.1.4.

5.1.2 Descripción del diseño y funcionamiento

Las atracciones, en particular su diseño, su utilización y su estructura, deben estar detallados en esta descripción. Se debe complementar con detalles adecuados sobre los equipamientos mecánicos (así como hidráulicos, neumáticos, etc.), eléctricos y electrónicos, incluyendo los sistemas de mando y control. La descripción debe incluir detalles de las características particulares de la atracción y de todas las diferentes formas de instalación que puedan existir. También se deben describir los detalles relativos a las dimensiones principales y espacios adicionales ocupados durante el funcionamiento, limitaciones, particularidades de diseño y de los materiales, sistemas de movimiento, tipos de tracción y guiado, velocidades, aceleraciones, equipamiento eléctrico, ciclos de trabajo, secuencias de funcionamiento y cualquier limitación que pueda darse respecto al grupo de usuarios.

5.1.3 Planos de diseño y fabricación

Estos planos son necesarios para todos los conjuntos, subconjuntos y elementos individuales en los que su rotura o fallo pueda comprometer la estabilidad o la seguridad en el funcionamiento de la atracción. Los planos deben indicar todas las dimensiones y secciones transversales necesarias para los ensayos y para la homologación, incluyendo detalles de los materiales, componentes estructurales, elementos de fijación, conectores y también velocidades aplicables. Los planos de fabricación deben incluir, como mínimo, los siguientes elementos:

- planos de conjunto con vistas de planta, alzado y secciones transversales a una escala legible, dependiendo del tamaño de la atracción;
- indicación de las holguras necesarias alrededor de las partes móviles;
- los planos de detalle de todos los subconjuntos estructurales que no sean claramente apreciables en los planos de conjunto, así como los planos de detalle de las conexiones y de los elementos individuales de tipo estructural, mecánico o eléctrico, que puedan afectar a la seguridad del dispositivo de recreo y a su funcionamiento, se deben representar a una escala mayor;
- a este respecto, pueden ser necesarias representaciones de los siguientes elementos:
 - dispositivos de rotación, mecanismos de elevación y giro, incluyendo los sistemas de anclaje, dispositivos de tracción y control, así como radios de giro y elevación;
 - los coches, góndolas y similares, representados en todas las vistas y secciones necesarias, con detalles de sus dimensiones totales, dimensiones interiores de importancia para los pasajeros (asientos, reposabrazos y respaldos, espacio para el posicionamiento de piernas y pies), asideros y reposapiés, dispositivos de cierre y elementos de sujeción;
 - elementos de rodadura con detalles de la carga de las ruedas de desplazamiento y de seguridad, soportes, ejes, árboles, sus fijaciones y posibilidad de desplazamiento en relación al vehículo, dirección y control, dispositivos de anti-retroceso, dispositivos de seguridad contra descarrilamiento y vuelco, topes, dispositivos de remolque, elementos de protección, sistemas de tracción y frenado y elementos de anclaje a la cimentación;
 - esquemas eléctricos y electrónicos y esquemas de los circuitos neumáticos e hidráulicos.

5.1.4 Principios de análisis

5.1.4.1 La verificación debe comprender los siguientes puntos:

- análisis de los estados límite de rotura;
- análisis de los estados límite de fatiga;
- análisis de los estados límite de estabilidad, es decir, pandeo de barras y palastros;
- si es necesario, comprobación de los estados límite de deformación;
- comprobación de la seguridad contra vuelco, deslizamiento y levantamiento;
- análisis dinámico.

5.1.4.2 Las comprobaciones antes mencionadas deben incluir, al menos, los siguientes detalles:

- cargas de diseño, teniendo en cuenta las distintas condiciones de funcionamiento o las distintas alternativas de instalación posibles. Para el caso de partes móviles, se debe especificar la velocidad, la velocidad angular y la aceleración. Las cargas eventuales que se puedan producir durante el montaje (por ejemplo, partes que se pisan pero que no están diseñadas para ello), se deberían especificar y relacionar para delimitarlas;

- dimensiones principales y valores de las secciones transversales de todas las cargas en componentes estructurales y detalles relativos a la evaluación de la resistencia a la fatiga;
- detalles de los materiales y componentes;
- determinación de las tensiones más desfavorables (tensiones máxima/mínima e intervalo de tensiones) y detalles relativos a la resistencia mecánica de los componentes estructurales y de fijación. Si, para la evaluación de los estados límite de los conjuntos, los cálculos realizados parecen insuficientes, el análisis se puede reemplazar por ensayos realizados de acuerdo con la norma de ensayo aplicable. El laboratorio de ensayos debe realizar el número suficiente de ensayos, preparar las muestras, establecer los procedimientos apropiados, redactar el informe, etc., de acuerdo con la norma europea correspondiente, o en ausencia de ésta, conforme a normas nacionales equivalentes;
- detalles de las deformaciones elásticas (flexión, torsión), en la medida en que las mismas afecten a la estabilidad o seguridad de funcionamiento del dispositivo;
- detalles de los elementos estructurales que requieran inspecciones y controles especiales según lo especificado en el apartado 5.6.3.2.

5.2 Selección de los materiales

5.2.1 Generalidades

Para los componentes estructurales, sólo se pueden utilizar materiales cuyos datos de fabricación estén recogidos en las normas europeas sobre construcción.

Sólo se pueden utilizar otros materiales a condición de que se haya establecido una prueba de aptitud para su utilización. Cuando las uniones estructurales se realicen por soldadura, el diseñador debe prestar una consideración especial a la soldadura y a la soldabilidad de los metales seleccionados, conforme a las normas europeas aplicables.

5.2.2 Aceros recomendados

5.2.2.1 Aceros para componentes estructurales

- S235JRG2 según la Norma Europea EN 10025
- S275JR según la Norma Europea EN 10025
- S355JO según la Norma Europea EN 10025
- GS-52 según la Norma Internacional ISO 3755¹⁾
- 2 C 35 según la Norma Europea EN 10083-1¹⁾

5.2.2.2 Aceros para componentes de máquinas

- S235JRG2 según la Norma Europea EN 10025
- S355JO según la Norma Europea EN 10025
- E 295 según la Norma Europea EN 10027¹⁾ (todas las partes)
- E 335 según la Norma Europea EN 10027¹⁾ (todas las partes)
- E 360 según la Norma Europea EN 10027¹⁾ (todas las partes)

1) No válido para piezas soldadas.

- 2 C 22 según la Norma Europea EN 10083-1¹⁾
- 16MnCr5 según la Norma Europea EN 10084¹⁾
- 20MnCr5 según la Norma Europea EN 10084¹⁾
- 2 C 45 según la Norma Europea EN 10083-1¹⁾
- 2 C 60 según la Norma Europea EN 10083-1¹⁾
- 34CrNiMo6 según la Norma Europea EN 10083-1¹⁾
- 41Cr4 según la Norma Europea EN 10083-1¹⁾
- 42CrMo4 según la Norma Europea EN 10083-1¹⁾
- 51CrV4 según la Norma Europea EN 10083-1¹⁾
- GS-45.3 según la Norma Internacional ISO 3755¹⁾

También se pueden utilizar otros tipos de acero cuyas características técnicas materiales (propiedades mecánicas y químicas) estén recogidas en normas europeas o, en ausencia de éstas, en normas nacionales equivalentes.

5.2.3 Aleaciones de aluminio

Las aleaciones de aluminio se deben elegir de acuerdo con la Norma Europea EN 573-3 u otras normas europeas o nacionales equivalentes.

Para componentes estructurales y elementos de fijación, no se deben utilizar aleaciones de aluminio con una relación $f_{0,2\%} / f_u > 0,85$ y un alargamiento (rotura) $\varepsilon \leq 8\%$.

5.2.4 Madera

La madera de construcción se debe seleccionar de acuerdo con las normas a las que se hace referencia en la Norma Europea Experimental ENV 1995-1-1.

5.2.5 Plásticos compuestos

La selección de plásticos compuestos se debe realizar según normas europeas o, en ausencia de éstas, según normas nacionales aplicables a la utilización de los plásticos compuestos en elementos estructurales.

5.2.6 Hormigón

El tipo de hormigón se debe seleccionar conforme a la Norma Europea Experimental ENV 1992 (todas las partes) relativa a la utilización del hormigón en elementos estructurales.

5.2.7 Elementos de fijación

Las tuercas y los pernos se deben seleccionar de los tipos 4.6, 5.6, 6.8, 8.8 y 10.9 de acuerdo con la Norma Europea EN ISO 898-1.

Los remaches se deben seleccionar según normas europeas o, en ausencia de éstas, conforme a normas nacionales.

Los roblones (remaches ciegos) se deben seleccionar según las normas europeas o, en ausencia de éstas, conforme a normas nacionales o, cuando se demuestre experimentalmente su aptitud para la utilización prevista, de acuerdo con la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1 y lo establecido en el apartado 5.1.4.2.

5.3 Cargas de diseño

5.3.1 Generalidades

En general, todas las acciones aplicables se deben tomar según la Norma Europea Experimental ENV 1991 (todas las partes). A continuación se especifican las adaptaciones debidas al carácter especial de las atracciones.

5.3.2 Acciones permanentes

Para las atracciones es posible, en general, una suposición muy precisa de las acciones permanentes. Cuando puedan ocurrir variaciones, los valores G_{kh} y G_{kl} se deben tener en cuenta para la evaluación de la respuesta más probable de la estructura. En el resto de los casos, un solo valor característico G_k es suficiente.

- G_k valor característico de la acción permanente.
- G_{kh} valor característico máximo.
- G_{kl} valor característico mínimo.

En los valores anteriores se incluye el peso propio real de la estructura portante, de los accesorios y de los equipos técnicos requeridos para el funcionamiento, así como recubrimientos, lonas, y otros elementos de decoración. La influencia de la condición de mojado o seco de los materiales se tendrá en cuenta en la utilización de los valores G_{kh} y G_{kl} .

Las acciones permanentes se han de determinar según la Norma Europea Experimental EN 1991 (todas las partes). Se debe verificar el peso real de los componentes de máquinas, equipamiento eléctrico, coches, góndolas, etc.

5.3.3 Acciones variables

5.3.3.1 Cargas aplicadas

5.3.3.1.1 Generalidades

Incluyen las cargas externas y deformaciones impuestas (por ejemplo, cargas aplicadas, cargas giroscópicas, cargas dinámicas, cargas de viento y de nieve, temperatura o asentamiento) que actúan sobre los elementos estructurales, y que pueden variar en magnitud, dirección y punto de aplicación (variación en el tiempo y en el espacio) durante el funcionamiento normal.

5.3.3.1.2 Cargas aplicadas verticales

5.3.3.1.2.1 En las unidades de pasajeros (vehículos, coches, góndolas) se deben asumir las siguientes cargas:

- Por cada persona mayor de 10 años

$Q_k = 0,75$ kN para todos los cálculos a fatiga y para unidades con 2 o más pasajeros;

$Q_k = 1,0$ kN para unidades de un único pasajero (solamente para el cálculo de esfuerzo estático);
- Por cada persona de 10 años o menos

$Q_k = 0,40$ kN en ambos casos;

Cuando se apliquen cargas reducidas para personas de 10 años o menos, puede ser necesario consultar el apartado 7.4.7.4.

5.3.3.1.2.2 Las siguientes cargas verticales aplicadas se deben utilizar para todas las superficies diseñadas para acceder a pie.

Áreas de acceso libre al público:

$$q_k = 3,5 \text{ kN/m}^2$$

para suelos, escaleras, plataformas, rampas, entradas, salidas y lugares similares en atracciones e instalaciones;

$$q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

para tribunas, sus escaleras y plataformas; y como un valor superior para todas las del caso anterior si se prevén aglomeraciones particularmente densas.

$$q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

para la superficie giratoria o la zona barrida por brazos sobre la que el público puede circular durante el funcionamiento (embarque y desembarque); o dos veces la carga total de los pasajeros de todos los coches, conforme al apartado 5.3.3.1.2.1, lo que sea más desfavorable, con el fin de tener en cuenta el intercambio necesario de pasajeros.

$$Q_k = 1,0 \text{ kN por escalón}$$

para escaleras; o alternatively, una carga de superficie de acuerdo con los apartados anteriores, lo que sea más desfavorable.

$$q_k = 1,5 \text{ kN/m}$$

para bancos de filas de asientos por asiento corrido y para suelos entre filas de asientos, salvo que resulten cargas superiores de la aplicación de cargas de superficie ($q_k = 3,5 \text{ kN/m}^2$).

Áreas restringidas al público:

$$q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

para todos los suelos, plataformas, rampas, cajas de escalera, pasarelas, estrados y aquellas zonas por donde, ocasionalmente, pueda andar alguna persona o donde se pueda producir una carga puntual de $Q_k = 1,5 \text{ kN}$, lo que sea más desfavorable.

5.3.3.1.3 Cargas aplicadas horizontales

5.3.3.1.3.1 Las siguientes cargas aplicadas horizontales se deben utilizar en parapetos, vallas, barandillas, paneles de fachada, y otros elementos similares.

Cuando delimiten áreas de acceso al público para $q_k = 3,5 \text{ kN/m}^2$:

- $p_k = 0,5 \text{ kN/m}$
a la altura del pasamanos de las barandillas;
- $p_k = 0,1 \text{ kN/m}$
en alturas intermedias de las barandillas.

Cuando delimiten áreas de acceso al público para $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$:

- $p_k = 1 \text{ kN/m}$
a la altura del pasamanos de las barandillas;
- $p_k = 0,15 \text{ kN/m}$
en alturas intermedias de las barandillas.

Cuando delimiten áreas restringidas al público para $q_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$:

- $p_k = 0,3 \text{ kN/m}$
a la altura el pasamanos de las barandillas;
- $p_k = 0,10 \text{ kN/m}$
en alturas intermedias de la barandillas.

Para paneles de fachada donde no existan pasamanos específicos, los valores anteriores se deben aplicar a la altura del pasamanos, pero en general, nunca a una altura superior a 1,2 m.

5.3.3.1.3.2 Para lograr una rigidez longitudinal y transversal adecuada en el caso de graderíos e instalaciones similares para público sentado o de pie, en el cálculo se debe tener en cuenta una carga horizontal que actúe a nivel del suelo en la dirección más desfavorable en cada caso además de la acción eventual del viento de acuerdo con el apartado 5.3.3.4. Esta componente horizontal de la fuerza debe ser 1/10 del valor de la acción vertical aplicada, de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.3.3.1.2.2.

5.3.3.2 Fuerzas motrices y fuerzas de frenado

Las fuerzas motrices y las fuerzas de frenado se deben calcular para los dispositivos de tracción y de freno elegidos (por ejemplo, motor de corriente continua, motor trifásico de corriente alterna, actuadores hidráulicos, etc.), y se deben introducir en el cálculo. En el caso de los cilindros hidráulicos, la influencia de los arranques y de las paradas de éstos se debe mantener dentro de límites aceptables mediante un apropiado diseño de los circuitos correspondientes y se debe tener en cuenta en los cálculos.

En general, las fuerzas de arranque y de frenado se deben calcular de acuerdo con las características reales del motor y del freno (aceleración/deceleración):

$$B = a_b \times (m_v + m_p) \quad (1)$$

donde

B es la fuerza de frenado/arranque;

a_b es la aceleración de frenado/arranque;

m_v es la masa de los elementos móviles sin pasajeros;

m_p es la masa total de los pasajeros conforme al apartado 5.3.3.1.2.1.

En el caso de movimientos circulares, en la fórmula se deben aplicar los parámetros apropiados. Es necesario tener en cuenta los elementos instalados para permitir la reducción de velocidad (por ejemplo, transmisiones, cajas de engranajes). Se debe tener en cuenta la introducción de un factor de impacto eventual (véase también el apartado 5.3.5.1).

En el caso de velocidades que no excedan de 3 m/s, las fuerzas de arranque y frenado se pueden calcular tomando $a_b = 0,7 \text{ m/s}^2$, si no se requiere una evaluación más precisa.

5.3.3.3 Cargas de sujeción y de restricción de movimiento del pasajero

Estas cargas se deben tener en cuenta en el diseño de los sistemas de sujeción y de restricción de movimientos de los pasajeros, así como para los dispositivos de agarre y de sujeción en las cabinas de los pasajeros. Se deben considerar todas las situaciones posibles durante un ciclo completo, incluida la carga de pasajeros, la descarga de éstos y las situaciones de emergencia. También se deben tener en cuenta las fuerzas producidas por los pasajeros cuando éstos se agarren a los dispositivos de restricción de movimientos y a otras partes del compartimento (por ejemplo, a los reposapiés). Las magnitudes de la fuerza máxima de sujeción dependen de la tipología del diseño del compartimento. No obstante, las fuerzas utilizadas en los cálculos nunca deberían ser menores de 500 N por persona.

5.3.3.4 Cargas debidas a la acción del viento

5.3.3.4.1 Cargas de viento en general

Las cargas debidas al viento están basadas en la Norma Europea Experimental ENV 1991-2-4, teniendo en cuenta la naturaleza especial de las atracciones en cuanto a lo siguiente:

- localización;
- duración y período de instalación;
- uso bajo la supervisión de un operador;
- posibilidades de protección y de arriostamiento.

Los valores de la tabla 1 se pueden aplicar sobre una atracción o estructura "tipo", instalada en áreas donde la velocidad de referencia del viento, de acuerdo con los mapas del anexo A de la Norma Europea Experimental ENV 1991-2-4:1995 es $v_{ref,0} \leq 28$ m/s (en condiciones de fuera de servicio de la atracción o estructura), y cuando se disponga el cierre de la atracción para una velocidad de viento de $v_{ref} \geq 15$ m/s (en condiciones de servicio).

La atracción o la estructura precisa estar resguardada o arriostada convenientemente para velocidades de viento reales $v_{real} \geq 25$ m/s, a una altura de 10 m.

En el cálculo de los valores recogidos en la tabla 1 se han establecido las siguientes suposiciones:

- $v_{ref(p)} = 0,85 v_{ref,0}$ para situaciones de "sin viento" (con un período de retorno aproximado de 5 años);
- $c_{tem} = 0,80$ (para alturas comprendidas entre 0 m y 20 m, para condición de sin cargas), lo cual está expresamente aplicado debido al hecho de que es posible proteger, reforzar y resguardar la atracción (el diseñador debe especificar los medios adecuados de protección y de arriostamiento).

La atracción o la estructura no debe ser susceptible a la respuesta dinámica, ya que para establecer los valores de la tabla 1 se ha tomado un factor dinámico $c_d = 0,90$ (no susceptible de respuesta dinámica).

Las siguientes consideraciones también se han asumido para establecer los valores de esta tabla $c_{dir} = 1,0$, $c_{alt} = 1,0$ y $c_t = 1,0$, además de un terreno de categoría III.

Para otra localización cualquiera donde $v_{ref,0} > 28$ m/s (de acuerdo con los mapas del anexo A de la Norma Europea Experimental ENV 1991-2-4:1995 o debido a la situación local o a la altura por encima del nivel del mar), se deben proporcionar cálculos que demuestren la estabilidad de la atracción o estructura bajo las condiciones locales. Los cálculos de diseño deben confirmar que se han adoptado los medios adecuados, de acuerdo con la situación particular.

Tabla 1 – Presión del viento para atracciones

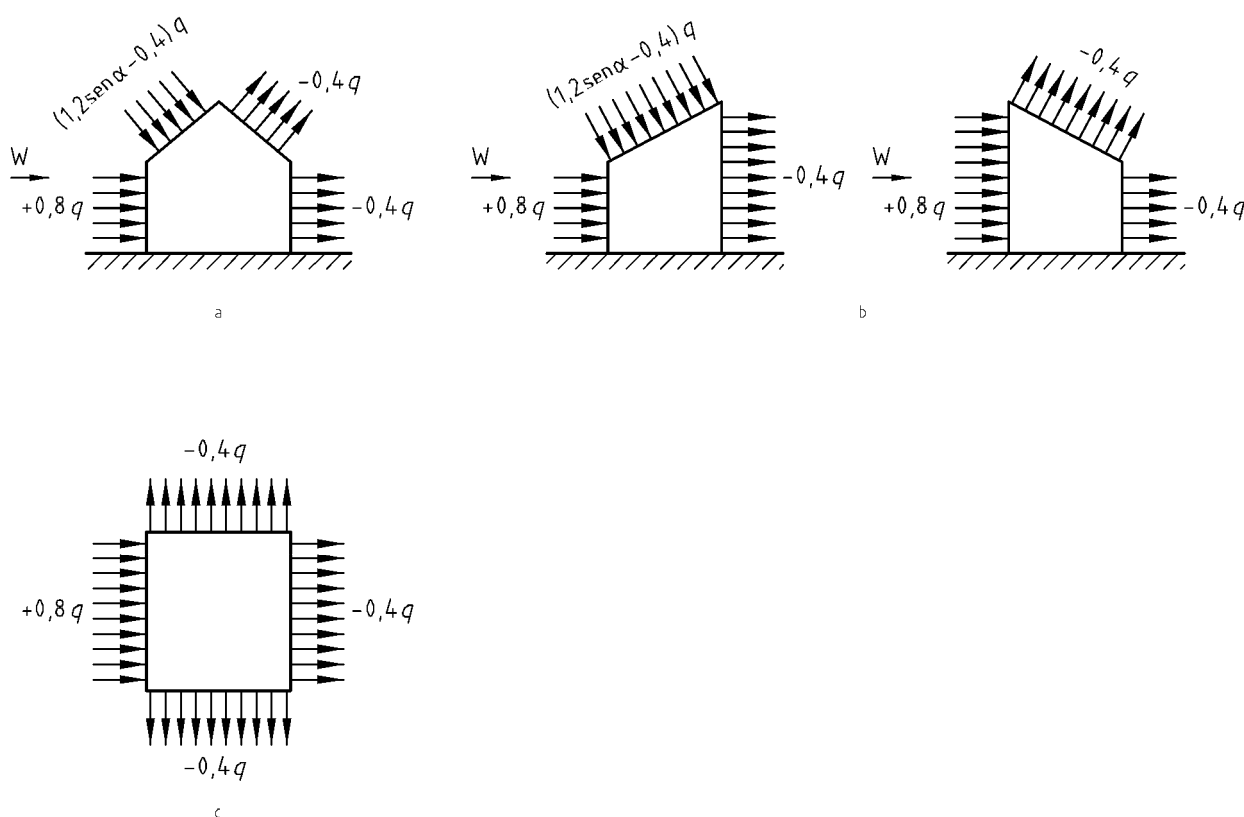
Altura de la estructura	Presión $q_{eq} = q_{ref} \times ce(ze) \times c_d$ (kN/m ²) para la velocidad de referencia del viento	
	$v_{ref} \leq 15$ m/s (en servicio)	$v_{ref,0} \leq 28$ m/s (fuera de servicio)
0 ≤ 8 m	0,20	0,35
8 ≤ 20 m	0,30	0,50
20 ≤ 35 m	0,35	0,90
35 ≤ 50 m	0,40	1,00

La carga de viento para una superficie dada se puede evaluar aplicando los valores anteriores en la fórmula siguiente:

$$F_w = q_{eq} \times c_f \times A_{ref} \quad (2)$$

Para lugares expuestos (por ejemplo, las zonas costeras y montañosas, que no son terrenos de categoría III, tienen diferente topografía y rugosidad), las cargas de viento según la Norma Europea Experimental ENV 1991-2-4 se deben aplicar teniendo en cuenta los coeficientes locales de topografía y de rugosidad, etc.

En general, los factores de forma de las diferentes estructuras y componentes estructurales se deben tomar de la Norma Europea Experimental ENV 1991-2-4.



Leyenda

"c" se aplica para "a" y "b"

Figura 1 – Coeficientes aerodinámicos para estructuras de forma convencional

5.3.3.4.2 Cargas de viento en servicio

En condiciones de servicio, las cargas de viento se pueden determinar aplicando los valores de presión recogidos en la columna 2 de la tabla 1. El funcionamiento de la atracción se debe parar si la velocidad del viento excede de $v_{10} = 15$ m/s (medido a 10 m de altura). En los cálculos se debe tener en cuenta la superficie de actuación de la carga de viento sobre una determinada zona (por ejemplo, compartimento de pasajeros).

5.3.3.5 Cargas de nieve

Las cargas de nieve se deben aplicar de acuerdo con la Norma Europea Experimental ENV 1991-2-3.

En las atracciones, no es necesario tener en cuenta las cargas de nieve cuando:

- estén instaladas en áreas donde no sean probables las nevadas; o
- funcionen en una época del año en la que la probabilidad de nevada se pueda descartar;
- donde por las condiciones de diseño o funcionamiento se evite la acumulación de nieve sobre la atracción en funcionamiento.
- donde exista un plan preventivo para evitar la acumulación de nieve sobre la atracción en funcionamiento.

Esta última condición se puede conseguir si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- cuando se disponga de un equipo calefactor de capacidad suficiente, instalado y preparado para su uso;
- la calefacción comience a funcionar antes de la nevada;
- la atracción se caliente de manera que el revestimiento de la cubierta tenga una temperatura en su superficie exterior que no sea menor de $+2\text{ °C}$ por todas las partes;
- el revestimiento esté fabricado y tensado de manera que no se pueda producir un estancamiento de agua en la cubierta.

A las atracciones se les puede aplicar una carga de nieve reducida de $0,2\text{ kN/m}^2$ sobre la superficie total de la cubierta cuando se pueda asegurar una acumulación de nieve cuya altura no exceda de $h = 8\text{ cm}$ en todo momento, mediante la eliminación de la nieve.

Estas restricciones relativas a las cargas de nieve deben quedar reflejadas en el libro de operaciones.

5.3.3.6 Fuerzas de inercia (fuerzas centrífugas, fuerzas giroscópicas y fuerzas de Coriolis)

Las fuerzas de inercia se deben determinar de acuerdo con las circunstancias que prevalezcan en cada caso; véase, por ejemplo, el anexo B para el cálculo de estas fuerzas en diferentes tipos de atracciones.

5.3.3.7 Colisiones intencionadas durante el funcionamiento de la atracción

Los efectos de las cargas de colisión sólo es necesario tenerlos en cuenta para los componentes estructurales directamente afectados y a sus anclajes asociados.

Se debe asumir que la colisión se produce en el punto más desfavorable del componente estructural implicado, y el cálculo se debe basar en la masa del vehículo completamente ocupado (m_{tot} en kg).

Si la colisión sólo puede ocurrir con ángulos $\alpha \leq 90^\circ$, se debe asumir que la fuerza de colisión F (en N) es $F = 9,81 \times m_{\text{tot}} \times \sin \alpha$ (m_{tot} en kg), sin que en ningún caso el valor para el cálculo sea inferior a $0,3 \times 9,81 \times m_{\text{tot}}$.

Cuando la colisión no esté prevista como una acción evaluada en el diseño, se debe tener en cuenta como una acción accidental (véase el apartado 5.3.6.3).

5.3.4 Fuerzas sísmicas

Las fuerzas sísmicas sólo es necesario considerarlas cuando exista una petición especial; estas fuerzas no necesitan ser combinadas con los casos de cargas debidas al viento.

5.3.5 Coeficientes aplicables a impactos, a vibraciones de componentes estructurales sobre los que se desplazan directamente los vehículos, y a colisiones

5.3.5.1 Impactos

Si durante el movimiento se pueden producir fuerzas de impacto en la estructura o en sus piezas individuales (por ejemplo, por fallo en las uniones de los raíles o por desgaste de los mismos), entonces las cargas de movimiento consideradas (peso propio y carga aplicada) se deben multiplicar por un factor de impacto que no sea menor de $\varphi_1 = 1,2$, salvo que el tipo de estructura exija un valor mayor. Si en las pruebas de ensayo se detectan fuerzas de choque sustancialmente mayores (por ejemplo, producidas por las uniones de los carriles), y estas fuerzas de impacto no se pueden reducir a sus valores de diseño mediante medidas constructivas, entonces el factor de impacto se debe incrementar consecuentemente en un nuevo cálculo. Las fuerzas provocadas por el arranque y el frenado, por ejemplo, en el caso de cilindros hidráulicos, no se consideran como fuerzas de impacto (pero sí como cargas aplicadas regulares); véase también el apartado 5.3.3.2 en este sentido.

5.3.5.2 Vibración de los componentes estructurales de las vías

En general, como resultado de la respuesta vibratoria de los componentes estructurales de las vías, por ejemplo, las vías de una montaña rusa, todas las tensiones resultantes se deben multiplicar por el coeficiente de vibración $\varphi_2 = 1,2$.

Si se aporta una justificación satisfactoria, se puede adoptar un coeficiente ligeramente menor, $1,0 \leq \varphi_2 \leq 1,2$. Los siguientes elementos se pueden calcular sin tener en cuenta el coeficiente de vibración:

- soportes o suspensiones de componentes estructurales sobre los que los vehículos se desplazan directamente;
- presiones en el terreno;
- asentamientos;
- estabilidad y resistencia al deslizamiento.

Para ciertas estructuras, puede ser necesario tomar medidas estructurales adicionales para reducir o atenuar las vibraciones inadmisibles (por ejemplo, resonancia).

5.3.6 Combinaciones de cargas

5.3.6.1 Generalidades

La determinación de los estados límite para las atracciones se debe realizar utilizando las siguientes combinaciones y coeficientes parciales de seguridad.

5.3.6.2 Combinaciones fundamentales

Los valores de diseño de las acciones se deben combinar de la siguiente forma:

$$\sum \gamma_G G_k (= \sum 1,35 G_k) \quad (3)$$

$$\sum \gamma_G G_k + \sum \gamma_Q Q_{k,i} (= \sum 1,1 G_k + \sum 1,35 Q_{k,i}) \quad (4)$$

Ambos casos se deben comprobar, donde

$\gamma_G = 1,1$ ó $1,35$ es el coeficiente parcial de seguridad para acciones permanentes;

$\gamma_Q = 1,35$ es el coeficiente parcial de seguridad para acciones variables;

G_k es el valor característico de acciones permanentes;

$Q_{k,i}$ es el valor característico de una de las acciones variables.

5.3.6.3 Combinación accidental

$$1,0 \times G_k + A_d + \Sigma 1,0 \times Q_{k,i} \quad (5)$$

donde

$Q_{k,i}$ es el valor característico de las acciones variables;

A_d es el valor de diseño de las acciones accidentales.

Sólo es necesario tener en cuenta las acciones accidentales (por ejemplo, fuerzas sísmicas) cuando se solicita expresamente. En estos casos se debe aplicar la fórmula (5).

5.3.6.4 Combinaciones de fatiga

Cada rango de tensiones parciales que contribuya al espectro completo de tensiones de diseño de las respectivas partes individuales a dimensionar, se debe introducir en la comprobación mediante un coeficiente parcial de seguridad no inferior a $\gamma_{Ff} = 1,00$. No se deben aplicar coeficientes de combinación.

γ_{Ff} es el coeficiente parcial de seguridad para las acciones de fatiga.

5.4 Análisis estructural. Fundamentos

5.4.1 Generalidades

Los estados límite resultantes de todas las diferentes acciones se deben determinar por separado para cada una de las acciones individuales del apartado 5.3. Se debe verificar que ninguno de los estados límite supera las condiciones de diseño. Se deben calcular los estados límite producidos por las combinaciones de acciones. También se debe verificar que el valor de cálculo de las fuerzas o momentos internos no excede la resistencia teórica correspondiente de la pieza considerada y que no se superan los estados límites último o de servicio. Para los ensayos, véase el apartado 5.1.4.2.

Se debe prestar atención especial a la verificación del estado límite relativo a la deformación y estabilidad de las estructuras, cuando el límite de deformación pueda ser un valor decisivo. Se puede tener en cuenta cualquier efecto favorable aplicando los métodos de teoría de 2º orden.

Todas las verificaciones se deben realizar para la carga que sea más desfavorable. En este sentido, para las acciones permanentes, variables y accidentales, así como para las fuerzas dinámicas, siempre se debe asumir que tienen la posición y magnitud de las que resulte el caso límite más desfavorable para los componentes estructurales y mecánicos que se van a analizar. Para componentes estructurales y mecánicos, y elementos de equipamiento no instalados permanentemente, también se deben tener en cuenta las condiciones más desfavorables que puedan aparecer cuando dichos elementos sean desplazados o trasladados.

Las fórmulas no normalizadas se deben consignar por escrito utilizando la simbología que sea conforme con normas europeas o normas ISO. El origen de estas fórmulas se debe indicar siempre que sea accesible a todos. En caso contrario, las derivaciones de las fórmulas se deben detallar tanto como sea necesario para permitir la verificación de su exactitud.

Si se utiliza un proceso de cálculo mediante ordenador, se debe prestar especial atención a los requisitos para la revisión de los cálculos por ordenador durante el proceso de aprobación del proyecto. Se debe suministrar una información clara acerca del software, así como de las fórmulas y de las unidades empleadas, etc. Los datos de entrada y de salida importantes para el diseño se deben imprimir en su totalidad. La revisión de estos cálculos se debe realizar mediante un software independiente. La exactitud de las suposiciones relativas a los datos de entrada y de salida se deben revisar en su totalidad durante el proceso de homologación.

La resistencia de diseño se debe evaluar de acuerdo con la fórmula (6):

$$R_d = R_k / \gamma_M \quad (6)$$

donde

R_d es el valor de diseño de las propiedades del material;

R_k es el valor característico de las propiedades del material;

$\gamma_M = 1,1$ es el coeficiente parcial de seguridad de las propiedades del material para las combinaciones de cargas estáticas;

$\gamma_{M,f}$ es el coeficiente parcial de seguridad de las propiedades del material para las combinaciones de cargas de fatiga (véase la tabla 5).

Para otros materiales distintos del acero, se deben aplicar los valores de γ_M recogidos en la norma europea aplicable.

5.4.2 Principios del análisis para diferentes tipos de atracciones

5.4.2.1 Condiciones de cálculo para atracciones de tipo giratorio

Las atracciones se deben calcular en condiciones de funcionamiento, de no funcionamiento, cargadas completamente, cargadas parcialmente y también desequilibradas. Las cargas unilaterales se deben asumir suponiendo que sólo los asientos situados en 1/4 ó 3/4 del perímetro están ocupados. La verificación del estado límite último se debe llevar a cabo para estas situaciones de carga unilateral.

El momento de vuelco generado por las cargas unilaterales cuando los asientos situados sobre, al menos, 1/6 del perímetro están ocupados, no debe exceder del momento de estabilización existente en el mismo momento, sin tener en cuenta los elementos de anclaje. Para este estado de carga unilateral se debe verificar la resistencia a la fatiga. Esta verificación también se debe efectuar para una situación de cargas unilaterales sobre los 5/6 del perímetro (véase también el apartado 5.6.3.5.1). Los sectores correspondientes se deben seleccionar para el caso más desfavorable, debiéndose incluir en el cálculo los asientos situados en el borde del sector considerado.

Se debe adoptar un procedimiento análogo para las góndolas con asientos múltiples en lugar de un asiento individual. Si hay 18 o más asientos uniformemente distribuidos alrededor del perímetro, un estado de carga unilateral más elevado puede ser, en ciertos casos, el factor determinante en lo que concierne a una seguridad adecuada contra el vuelco. Con respecto a esto, se debe asumir que en la relación entre M_{St} (momento de estabilización) y M_{Ky} (momento de vuelco), se tienen en cuenta los coeficientes de seguridad parciales especificados en la tabla 2.

En las atracciones que, por diseño, también puedan girar en sentido contrario, se deben tener en cuenta ambos sentidos de recorrido cuando se dimensionen los componentes de la atracción.

5.4.2.2 Proyecto y principios del análisis de las unidades de pasajeros

El dimensionamiento de los asientos y de las góndolas se debe realizar teniendo en cuenta las fuerzas resultantes de las cargas permanentes, de las cargas aplicadas y del movimiento. Si los asientos se montan mediante articulaciones pivotantes, se deben disponer de manera que no puedan aparecer restricciones al movimiento. Las fijaciones de los asientos sobre los brazos también se deben diseñar para que soporten estas fuerzas.

Los apoyabrazos, respaldos, cinturones de seguridad, cadenas, cables y dispositivos de bloqueo asociados deben ser capaces de absorber las fuerzas anteriormente mencionadas que aparezcan a causa de la carga del pasajero. Las estructuras de los asientos y de las góndolas se deben dimensionar y calcular de manera que las fuerzas que aparezcan (tales como las fuerzas de arranque y de frenado, las fuerzas de impacto, las fuerzas de desequilibrio y las fuerzas ejercidas por los pasajeros contra los elementos de sujeción y las barandillas) se transmitan con total seguridad a la estructura y se eliminen los problemas de fatiga.

5.4.2.3 Carrusel con varios movimientos

5.4.2.3.1 Generalidades

Para los carruseles en los que los elementos móviles giran alrededor de varios ejes en planos diferentes, se deben determinar todas las fuerzas que aparezcan. Para esto se han de considerar, como mínimo, las velocidades angulares, las fuerzas centrífugas, las fuerzas de Coriolis debidas al cambio de dirección de uno o más de los ejes de giro, las fuerzas giroscópicas, las fuerzas de arranque y de frenado y cualquier fuerza de impacto que se pueda producir. En estos carruseles, cuando no presenten aceleraciones angulares y el rotor sea similar a una peonza que gira sobre su propio eje, el momento del cuerpo rígido es:

$$M_{Kr} = \sin \alpha \left[I_3 \omega \omega_p + (I_3 - I_2) \omega_p^2 \cos \alpha \right] \quad (7)$$

donde

α es el ángulo entre los ejes de rotación y de precesión;

I_3 es el momento de inercia del rotor con respecto a su eje de rotación;

I_2 es el momento de inercia del rotor con respecto a un eje ortogonal.

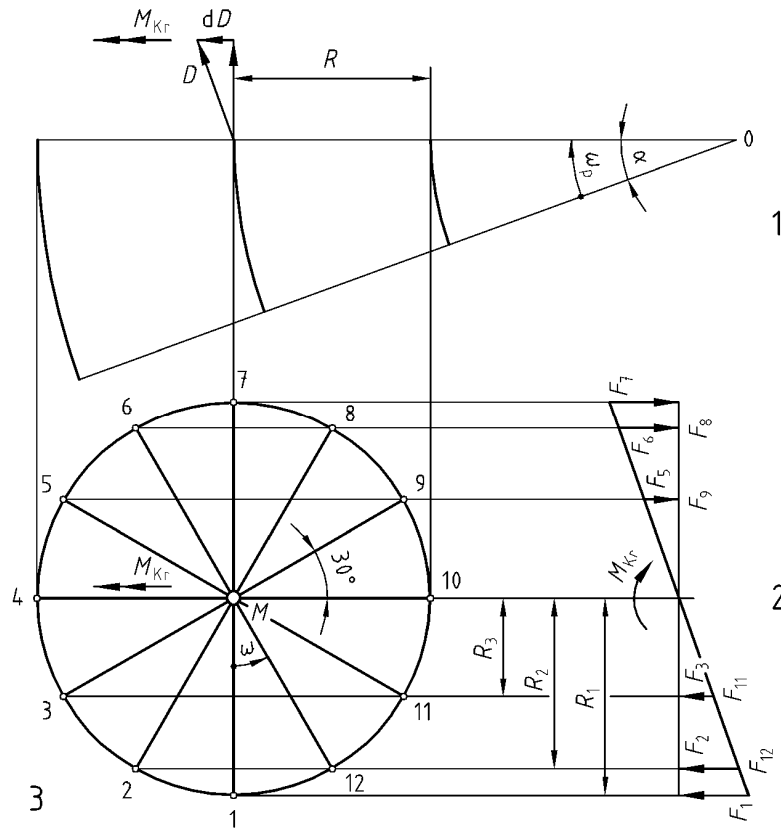
También se debe tener en cuenta que ω y ω_p pueden ser positivos o negativos (según la regla de la mano derecha).

En el caso de un rotor de forma plana y para $\alpha = 90^\circ$ se obtiene la siguiente fórmula simplificada:

$$\text{Momento del cuerpo rígido } M_{Kr} = I_3 \times \omega \times \omega_p \quad (8)$$

La carga resultante por brazo a partir del momento del cuerpo rígido es la siguiente:

$$F_i = M_{Kr} \frac{R_i}{\sum_i R_i^2} \quad (9)$$



Leyenda

1 Alzado

2 Perfil

3 Planta

D es la torsión;

dD es el porcentaje del cambio de torsión;

M_{Kr} es el momento del cuerpo rígido;

R_i es el radio;

ω es la velocidad angular con respecto al eje de giro;

ω_p es la velocidad angular de precesión.

Figura 2 – Ejemplo para la determinación del momento de un cuerpo rígido y su influencia sobre un dispositivo giratorio dotado de 12 brazos, que gira a una velocidad angular ω , y está orientado según un ángulo α

5.4.2.3.2 Carruseles con movimiento en un solo plano

Cuando el carrusel efectúa un movimiento giratorio plano, con velocidad de rotación constante, alrededor de únicamente dos ejes paralelos, las velocidades y aceleraciones absolutas (teniendo en cuenta los movimientos relativos y las aceleraciones de Coriolis) se pueden calcular como se indica a continuación, aplicando la figura 3:

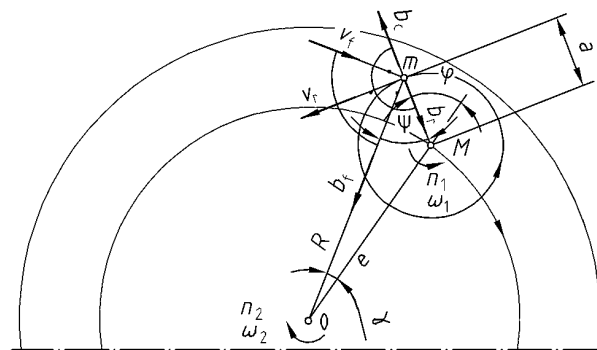


Figura 3 – Velocidades y aceleraciones del punto de masa m

En la figura 3:

M es el punto central de rotación en un círculo;

O es el punto central estacionario de rotación;

Sin subíndices – valores absolutos.

Significado de los subíndices:

f es el guiado;

r es el relativo;

c es la aceleración de Coriolis.

Velocidades:

$$\vec{v} = \vec{v}_f + \vec{v}_r \quad (10)$$

$$\vec{v} = \vec{R} \omega_2 \quad (11)$$

$$\vec{v} = \vec{a} \omega_1 \quad (12)$$

$$\vec{R} = \vec{e} + \vec{a} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{[e + a - (a - a \cos \varphi)]^2 + [a \sin \varphi]^2} \\ &= \sqrt{e^2 + 2 e a \cos \varphi + a^2} \end{aligned} \quad (14)$$

$$v_{r \parallel \varphi_0} = -v_r \sin \varphi \quad (15)$$

$$v_{r \perp \varphi_0} = +v_r \cos \varphi \quad (16)$$

$$v_{f \parallel \varphi_0} = -v_f \sin \gamma \quad (17)$$

$$v_{f \perp \varphi_0} = -v_f \cos \varphi \quad (18)$$

$$\sin \gamma = \frac{a \sin \varphi}{\sqrt{e^2 + 2 e a \cos \varphi + a^2}} \quad (19)$$

$$\cos \gamma = \frac{e + a \cos \varphi}{\sqrt{e^2 + 2 e a \cos \varphi + a^2}} \quad (20)$$

$$v = \sqrt{(\sum v_{\parallel f_0})^2 + (\sum v_{\perp f_0})^2} \quad (21)$$

La dirección de v :

$$\cot \delta = \frac{v_{\parallel} f_0}{v_{\perp} f_0} \quad (22)$$

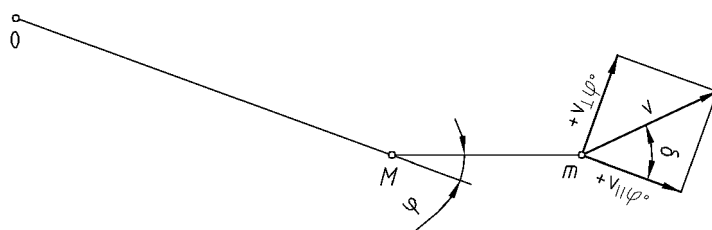


Figura 4 – Resolución de la velocidad v

Aceleraciones:

$$\vec{b} = \vec{b}_f + \vec{b}_r + \vec{b}_c \quad (23)$$

$$b_f = R \omega_2^2 \quad (24)$$

$$b_r = a \omega_1^2 \quad (25)$$

$$b_c = 2 \omega_2 v_r \quad (26)$$

$$b_n = b_r - b_c + b_f \cos \psi \quad (\text{normal}) \quad (27)$$

$$b_t = b_f \sin \psi \quad (\text{tangencial}) \quad (28)$$

$$R \sin \psi = e \sin \varphi \quad (29)$$

$$\sin \psi = \frac{e}{R} \sin \varphi \quad (30)$$

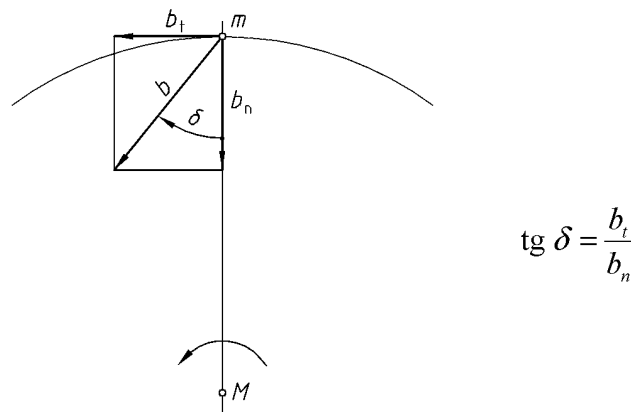
$$R \cos \psi = e \cos \varphi + a \quad (31)$$

$$\cos \psi = \frac{e \cos \varphi + a}{R} \quad (32)$$

$$b = \sqrt{b_n^2 + b_t^2} \quad (33)$$

Las fórmulas anteriores sólo son válidas cuando ω_1 está en la dirección opuesta de ω_2 .

Si ω_1 tiene la misma dirección de rotación que ω_2 en la figura 3, la dirección de b_c será opuesta.

Figura 5 – Dirección de la aceleración b

5.4.2.3.3 Carruseles con brazos que funcionan sobre raíles

5.4.2.3.3.1 Carruseles de brazos dirigidos desde el centro, con una unidad motriz interna o externa

En estos carruseles se debe prestar atención a las posibles restricciones y a los momentos flectores y torsores en los brazos, que se originan por los diferentes tipos de fijación de las góndolas o asientos. Los raíles o la pista de desplazamiento se deben dimensionar de manera que la deformación producida por la carga de las ruedas no exceda de 1/500 de la distancia existente entre los soportes de los raíles o de la pista.

5.4.2.3.3.2 Carruseles sin guía central

La seguridad contra el vuelco de los coches se debe asegurar peraltando los raíles o mediante rodillos de seguridad u otros dispositivos similares y, si es necesario, mediante ambas precauciones a la vez. Como primer paso, en el cálculo del factor de seguridad contra el vuelco de la subestructura para la resultante total con un coeficiente de seguridad parcial de, al menos, $\gamma = 1,0$, no se debe tener en cuenta el anclaje en la superficie de apoyo. Para lograr la seguridad contra el vuelco con coeficientes parciales de seguridad, de acuerdo con el apartado 5.5.1, el anclaje puede tenerse en cuenta en el cálculo.

5.4.2.3.3.3 Carruseles con pistas ondulantes

En estas instalaciones, se deben tener en cuenta las fuerzas inerciales originadas por el movimiento espacial de las góndolas.

5.4.2.3.3.4 Carruseles con engranajes que permiten la rotación en varios planos

En estas instalaciones se debe prestar una atención especial a los efectos de las fuerzas de Coriolis sobre la estructura.

En el caso de los movimientos rotatorios sobre los que no se actúe directamente (es decir, aquellos que giran libremente y/o como consecuencia de la actuación del pasajero), se deben estudiar los efectos de la rotación individual de los engranajes. En los carruseles de tipo centrífugo (por ejemplo, rodeos, twister, hully-gullies), cuyas góndolas se pueden elevar, se deben tener en cuenta los efectos de las fuerzas que se producen durante el movimiento vertical y en el arranque y el frenado, considerando los efectos más desfavorables de las fuerzas de impacto y de las fuerzas centrífugas.

En este contexto, se deben investigar los efectos de las fuerzas antes mencionadas sobre cada brazo, sobre el carrusel completo y sobre la seguridad contra el vuelco, para la posición más desfavorable en cada caso y bajo combinaciones de carga estática. Se debe tener en cuenta el resultado general de los supuestos de compensación de carga del apartado 5.4.2.1. Los cálculos de fatiga se deben realizar de acuerdo con el apartado 5.6.3. Los gatos telescópicos deben estar apoyados sin restricciones y deben tener un tamaño adecuado para soportar el pandeo. Las mismas consideraciones, según corresponda, se han de tener en cuenta para los carruseles con mecanismos de elevación. Las aceleraciones inevitables en los gatos telescópicos al inicio y al final de un movimiento de elevación se deben tener en cuenta efectuando una adecuada previsión en cuanto al incremento de cargas en el momento en que se dimensionen los componentes del carrusel, a no ser que las aceleraciones se atenúen con dispositivos de amortiguación.

En caso de fallo de las conducciones de presión hidráulica de los cilindros elevadores, la velocidad de descenso no debe exceder del doble de la velocidad de descenso en funcionamiento normal, y en ningún caso debe exceder de 1,0 m/s. Se deben respetar los requisitos que se mencionan en el apartado 6.3.

5.4.3 Montañas rusas con vehículos fijos a los raíles

5.4.3.1 Raíles

La pendiente longitudinal de los raíles debe estar limitada de manera que las fuerzas resultantes con respecto a los ángulos perpendiculares a la misma no sean menores de 0,2 g en el caso más desfavorable. Este valor también se puede aplicar al coche con la velocidad más alta en el caso de trenes. Si la fuerza resultante fuera inferior a este valor, los pasajeros deben asegurarse contra el despegue de acuerdo con el apartado 6.2.3.3.

Para determinar la inclinación teórica transversal α de los raíles que hace que la fuerza transversal en el coche sea cero para una determinada velocidad, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v^2 \cos^2 \gamma}{R_h \left(g \cos \gamma + \frac{v^2}{R_v} \right)} \quad (34)$$

El ángulo α se debe medir perpendicularmente a R_h y a los raíles.

En la fórmula (34):

v es la velocidad del coche;

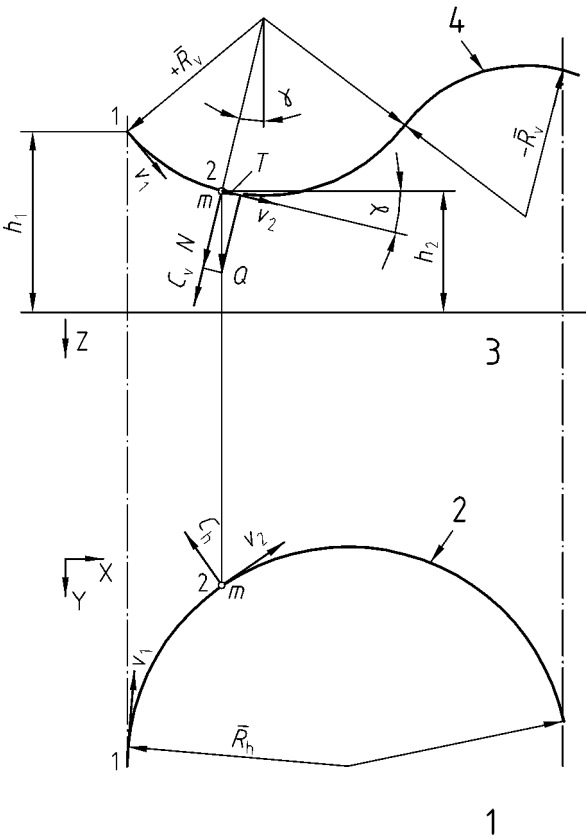
γ es la pendiente longitudinal de los raíles;

R_h es el radio horizontal;

R_v es el radio vertical; (+ para valle; – para pico).

Se utiliza "+" cuando C_v está dirigido de manera tal que el coche presiona los raíles y "-" cuando el coche tiende a levantarse de los raíles.

La inclinación transversal máxima de los raíles en los puntos donde el coche probablemente va a realizar una parada completa por razones de funcionamiento (por ejemplo, frenos de seguridad), debe estar limitada a un valor máximo de 25°. La forma de los raíles se debe elegir de manera que los cambios teóricos instantáneos en la aceleración no excedan del valor absoluto de 2 g. Esto está referido al centro de masas y no excluye la necesidad de efectuar otros cálculos para la aceleración de los cuerpos de los pasajeros. La velocidad, las aceleraciones y las fuerzas se pueden determinar para el centro de masas de acuerdo con la fórmula (47). Cuando existan varios coches enganchados se debe utilizar el centro de masas global del conjunto que forman todos ellos.



Leyenda

- 1 Planta
- 2 Eje de la vía
- 3 Alzado
- 4 Eje de la vía

Figura 6 – Planta y alzado de la pista de raíles

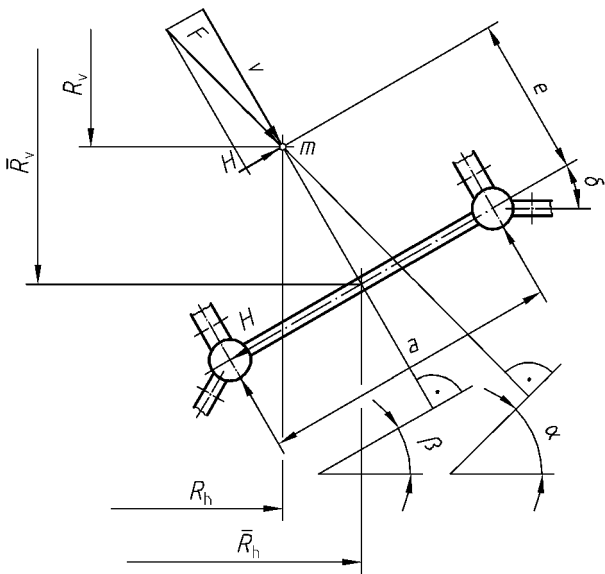


Figura 7 – Sección transversal de los raíles mostrando la carga y las ruedas de guía

Símbolos utilizados en las fórmulas (34) a (46):

a	es el ancho de vía;
e	es la distancia al centro de gravedad;
g	es la aceleración de la gravedad;
α	es el ángulo transversal teórico de inclinación de los raíles;
β	es el ángulo de inclinación real de los raíles;
γ	es la pendiente longitudinal de los raíles;
δ	es el ángulo de montaje de los rodillos guía;
\bar{R}_v	es el radio vertical del eje de los raíles;
\bar{R}_h	es el radio horizontal del eje de los raíles;
$\pm R_v$	es el radio vertical del centro de gravedad (+ para valle; – para pico); se utiliza "+" cuando C_v está dirigida de manera que el coche presiona contra la pista y "-" cuando C_v está dirigida de manera el coche tiende a levantarse de la pista;
R_h	es el radio horizontal del centro de masa de gravedad;
C_v	es la fuerza centrífuga vertical;
C_h	es la fuerza centrífuga horizontal;
F_{res}	es la carga resultante;
V	es la carga de R perpendicular a los raíles;
H	es la carga de R en el plano de los raíles;
μ_1	es el coeficiente de rozamiento entre las ruedas de carga y los raíles;
$\bar{\mu}_1$	es el coeficiente de rozamiento entre las ruedas de guía y los raíles;
f	es el brazo palanca del rozamiento;
μ_2	es el coeficiente de rozamiento de los cojinetes;
A	es el área proyectada que el coche presenta al viento;
c_f	es el coeficiente de forma;
h	(= $h_1 - h_2$) es el diferencial de altura;
Q	es la carga del coche incluyendo la carga del pasajero;
m	es la masa;
D_1	es el diámetro de la rueda de carga;

D_2	es el diámetro de la rueda guía;
d_1	es el diámetro del eje de la rueda de carga;
d_2	es el diámetro del eje de la rueda guía;
v_1	es la velocidad en el punto 1;
v_2	es la velocidad en el punto 2;
l	es la longitud real de los railes desde el punto 1 al punto 2;
h_1	es la elevación en el punto 1;
h_2	es la elevación en el punto 2;
ρ	es la densidad del aire.

Fórmulas:

$$R_h = \bar{R}_h - e \sin \beta \quad (35)$$

$$R_v = \bar{R}_h - e \cos \beta \quad (36)$$

En las zonas donde la pista tenga un cambio de torsión acusado, las ecuaciones para R_h y R_v pueden dar resultados imprecisos y en ese caso se necesitará una valoración más cuidadosa.

$$m = \frac{Q}{g} \quad (37)$$

$$C_v = m \frac{v_m^2}{R_v} \quad (38)$$

$$C_h = m \frac{v_m^2 \cos^2 \gamma}{R_h} \quad (39)$$

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (40)$$

$$F = \sqrt{(Q \cos \gamma + C_v)^2 + C_h^2} \quad (41)$$

$$V = F \cos (\alpha - \beta) \quad (42)$$

$$H = F \sin (\alpha - \beta) \quad (43)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_m^2 \cos^2 \gamma}{R_h \left(g \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} \quad (44)$$

Coefficientes de rozamiento:

$$\mu_1 = \frac{2f}{D_1} \quad (45)$$

$$\bar{\mu}_1 = \frac{2f}{D_2} \quad (46)$$

Todas las fuerzas están referidas al centro del intervalo, y la longitud de éste no debe exceder de 5 m.

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 g h - c_f A \rho v_m^2 \frac{l}{m} - \left(\mu_1 + \mu_2 \frac{d_1}{D_1} \right) \frac{2l}{m} (V + |H| \operatorname{tg} \delta) - \frac{|H|}{\cos \delta} \left(\bar{\mu}_1 + \mu_2 \frac{d_2}{D_2} \right) \frac{2l}{m} \quad (47)$$

Si se introducen todos los valores:

$$\begin{aligned} v_2^2 = & v_1^2 + 2 g h - c_f \times A \times \rho \times v_m^2 \times \frac{l}{m} - \sqrt{\left(Q \times \cos \gamma + m \frac{v_m^2}{R_v} \right)^2 + \left(m \frac{v_m^2 \times \cos^2 \gamma}{R_h} \right)^2} \\ & \times \cos \left[\operatorname{arctg} \frac{v_m^2 \times \cos^2 \gamma}{R_h \left(g \times \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} - \beta \right] \times \left(\mu_1 + \mu_2 \frac{d_1}{D_1} \right) \frac{2 \times l}{m} \\ & - \frac{1}{\cos \delta} \sqrt{\left(Q \times \cos \gamma + m \frac{v_m^2}{R_v} \right)^2 + \left(m \frac{v_m^2 \times \cos^2 \gamma}{R_h} \right)^2} \times \operatorname{sen} \left[\operatorname{arctg} \frac{v_m^2 \times \cos^2 \gamma}{R_h \left(g \times \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} - \beta \right] \\ & \times \left(\bar{\mu}_1 + \mu_2 \frac{d_2}{D_2} \right) \frac{2 \times l}{m} - \operatorname{tg} \delta \sqrt{\left(Q \times \cos \gamma + m \frac{v_m^2}{R_v} \right)^2 + \left(m \frac{v_m^2 \times \cos^2 \gamma}{R_h} \right)^2} \\ & \times \operatorname{sen} \left[\operatorname{arctg} \frac{v_m^2 \times \cos^2 \gamma}{R_h \left(g \times \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} - \beta \right] \times \left(\mu_1 + \mu_2 \frac{d_1}{D_1} \right) \frac{2 \times l}{m} \end{aligned} \quad (48)$$

La fórmula se debe evaluar por iteración con:

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (49)$$

En la primera iteración, v_m se puede tomar igual a v_1 .

Dado que los coeficientes de rozamiento están sometidos a muchas variaciones en magnitud como resultado del propio funcionamiento, del diseño, del acabado superficial de los raíles y de la climatología, será necesario llevar a cabo mediciones de la velocidad y de la aceleración reales. No deben darse discrepancias significativas con los valores calculados. Para determinar las fuerzas individuales de cada rueda será necesario realizar cálculos adicionales. Para vías de alta velocidad que formen bucles cerrados o curvas helicoidales, se debe considerar la dinámica del cuerpo rígido.

5.4.3.2 Estructuras de soporte

Si el cálculo se basa en una pista de raíles continua por encima de las columnas de soporte, se debe considerar un asentamiento de las columnas en virtud de una reducción del 50% en el momento del soporte, y una elevación de la columna en virtud de un incremento del 25% en el momento del soporte. No es necesario tener en cuenta el incremento o reducción de estos momentos para la comprobación a fatiga debido al bajo número de ciclos previsto.

Para columnas soporte no revestidas y expuestas, ancladas a los raíles en toda la estructura, se puede ignorar la influencia del viento para la comprobación de la estabilidad y de la seguridad contra el deslizamiento.

Por lo general, la seguridad de la instalación contra el vuelco, cuando está sometida a la acción del viento, no necesita ser comprobada, excepto cuando sea probable que aparezcan grandes fuerzas horizontales como resultado de formas particularmente desfavorables o de grandes áreas de los componentes de la estructura (decoración, paneles de iluminación) sometidas a la acción del viento o como resultado de un recubrimiento parcial o total de la estructura o de la vía.

5.4.3.3 Coches

Todas las fuerzas que aparecen en el chasis y en las superestructuras se deben tener en cuenta en el cálculo, desde sus puntos de origen hasta los soportes. Así por ejemplo, en el caso de coches con un eje oscilante y un eje rígido, los momentos de las fuerzas transversales al coche por encima del eje oscilante solamente pueden ser absorbidos por el eje rígido.

Las fuerzas transversales al coche, por ejemplo, sólo pueden ser transmitidas a través de las ruedas que se apoyan contra el lateral de los raíles.

Si las ruedas de carga no están diseñadas de manera que también sean capaces de absorber las fuerzas laterales, entonces se deben introducir unos rodillos de guía especiales para este fin.

Los vehículos deben estar equipados con dispositivos adecuados para la prevención de descarrilamientos y despegues. Los dispositivos de seguridad contra los despegues (rodillos o chapas guía) se deben calcular en cualquier caso para las fuerzas reales que actúan sobre ellos. Como mínimo, se deben dimensionar para un 50% del peso del vehículo totalmente cargado, incluso cuando no se produzca la posibilidad de despegues.

5.4.3.4 Frenos

Cada freno de retardo o de parada (al final de un descenso, al final de cada viaje) se debe diseñar de forma que la deceleración de frenado no sea superior a un valor máximo de $5,0 \text{ m/s}^2$, como criterio general²⁾.

Los frenos de seguridad se deben colocar para la mínima distancia prevista entre coches o trenes sucesivos, de tal manera que siempre exista un freno entre dos coches.

Cada freno de seguridad se debe diseñar de manera que la deceleración de frenado no exceda de un valor máximo de deceleración de $7,0 \text{ m/s}^2$ ²⁾.

En los frenos de seguridad no es necesario considerar la fatiga, ya que sólo se empleará en casos de emergencia. La máxima deceleración se debe determinar aplicando el máximo coeficiente de rozamiento admisible para los materiales seleccionados para las superficies de los frenos.

2) Se permiten mayores deceleraciones a condición de que existan dispositivos de protección para los pasajeros (barras protectoras, etc.).

Con respecto al dimensionamiento de la longitud efectiva de frenado, se debe asumir que el coche es capaz de realizar una parada total cuando se aplica un coeficiente de seguridad de 1,2 (relativo al coeficiente de rozamiento), incluso cuando se tome el mínimo coeficiente de rozamiento debido a influencias atmosféricas y al desgaste. Esto también se debe tener en cuenta si la fuerza actuante se tiene que incrementar para compensar la variación de los coeficientes de rozamiento (ignorando pequeños cambios como resultado del desgaste). Los valores límite se deben medir una vez que la instalación esté finalizada. Durante estos ensayos se debe producir el mínimo rozamiento posible para raíles mojados. En cualquier caso, las superficies de los frenos se deben ensayar, por ejemplo, para la condición de mojadas con agua.

Los frenos de retardo se deben dimensionar aplicando cargas de fatiga.

5.4.3.5 Dispositivos antirretroceso

En las instalaciones en las que los coches o trenes se muevan sobre rampas ascendentes por medio de cadenas, eslingas, ruedas de fricción o por autopropulsión, se deben prever dispositivos de seguridad para impedir el retroceso, o frenos de accionamiento automáticos para impedir que esto ocurra.

Cuando se prevea que varios coches o trenes vayan a estar presentes al mismo tiempo en el tramo de vía situado entre el fin de la subida o rampa ascendente y la estación de carga, o el freno situado antes de la zona de parada, los dispositivos de seguridad para impedir el retroceso también deben estar fijados en los tramos ascendentes de la vía después de los valles.

De cualquier modo, si el coche o el tren está proyectado para que pueda viajar hacia atrás por toda la pista y a través de la estación de carga, los dispositivos de seguridad contra el retroceso se pueden omitir de las rampas ascendentes.

Es más, si hay varios coches o trenes en la pista, los sistemas de seguridad contra el retroceso en tramos de subida se pueden omitir, a condición de que los tramos de vía individuales estén salvaguardados por un sistema de bloqueo de seguridad con frenado controlado.

La elevación vertical H hasta el principio de los dispositivos de seguridad antirretroceso, o la máxima velocidad que pueden alcanzar durante el retroceso no debe exceder de los siguientes valores límites. Como mínimo, uno de los tres siguientes valores límite se deben cumplir:

$H = 7 \text{ m}$, $v = 42 \text{ km/h}$ para un retroceso en línea recta sin inclinación transversal del raíl cuando se mira desde arriba;

$H = 5 \text{ m}$, $v = 35 \text{ km/h}$ para un retroceso de amplia curvatura con una inclinación transversal del raíl de hasta 20° ;

$H = 3,5 \text{ m}$, $v = 30 \text{ km/h}$ para un retroceso con una curvatura pronunciada con una inclinación transversal del raíl que supere los 20° .

Se deben especificar los dos valores, dado que H es una función de la elevación del centro de gravedad del tren, y esta elevación no tiene que ser igual necesariamente que la altura de ascenso. Además, la posición sobre el tren del dispositivo de seguridad antirretroceso es de especial importancia para los valores límite anteriormente mencionados.

Si durante el diseño se ha previsto que por la vía circule un solo coche o un único tren en cada momento, los dispositivos de seguridad antirretroceso se pueden omitir de los tramos ascendentes posteriores a los valles.

Para los dispositivos antirretroceso no es necesario verificar la resistencia a la fatiga. Si el vehículo se detiene mediante el dispositivo antirretroceso por causa de un impacto repentino, entonces, a efectos de dimensionamiento, será necesario asumir un factor de impacto. Este valor debe ser, al menos, la mitad de la altura vertical máxima de retroceso [h en centímetros (cm)] si no se ha realizado una verificación exacta, y en ningún caso debe ser menor de 2,0. A efectos de dimensionamiento, se debe asumir una carga de $\varphi \times Q$.

$$\varphi \geq 0,5 \times h \quad (50)$$

$$2,0 \leq \varphi \quad (51)$$

Estas dos condiciones se deben satisfacer.

Si en un coche o tren sólo existe un dispositivo antirretroceso sin redundancia, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$\varphi \geq 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_0 \sin \alpha}} \quad (52)$$

donde

δ_0 es la deflexión total del centro de masa a lo largo de la pendiente.

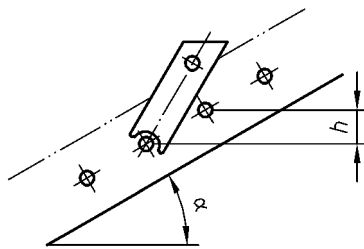


Figura 8 – Factor de impacto/altura de retroceso

5.4.4 Otras vías para vehículos fijos a los raíles

5.4.4.1 Trenes convencionales (por ejemplo, trenes para niños, jardines de tráfico para niños, tren fantasma e instalaciones similares, con vehículos tanto convencionales como suspendidos).

En la medida de lo posible, los requisitos reseñados en el apartado 5.4.3 se deben aplicar para el dimensionamiento y para las condiciones de seguridad de funcionamiento.

Si las vigas y los soportes de las vías forman parte de la estructura de la cubierta, durante el diseño de estos elementos se deben tener en cuenta las cargas de fatiga debidas a las cargas oscilantes.

5.4.4.2 Trenes suspendidos (o montañas rusas)

Se debe realizar un análisis del comportamiento dinámico de las vías que tengan vehículos suspendidos con uno (o más) grados de libertad para oscilar o girar.

Para trenes suspendidos, además de la holgura para vehículos fijos a raíles (véase el apartado 6.1.6.1), se deben prever espacios libres de un orden de magnitud correspondiente al movimiento de oscilación calculado, con un margen de seguridad añadido para ambos lados del trayecto.

El margen de seguridad añadido no debe ser inferior al 20% del ángulo de oscilación calculado, con un valor mínimo de 10°. El comportamiento de oscilación se debe tener en cuenta cuando se calcule el ángulo de oscilación. Las aceleraciones que se produzcan a causa del movimiento oscilatorio de la góndola se deben tener en cuenta para los cálculos de los vehículos, de los raíles y de los soportes.

Si existen amortiguadores para las oscilaciones laterales del péndulo formado por la góndola, y la holgura es inadecuada para una oscilación sin amortiguamiento, se deben prever limitaciones para el movimiento en péndulo de la góndola. Esta limitación del movimiento en péndulo, si se desea, puede ser proporcionada mediante el diseño adecuado de amortiguadores adicionales.

En el comienzo de cada tramo, en los cuales la góndola en péndulo está guiada (por ejemplo, en la zona de acceso de personas), se deben prever unas guías adecuadas, capaces de sujetar las góndolas con un valor como mínimo de dos veces el valor del ángulo de oscilación calculado, y capaces de guiarlas lo más suavemente posible en concordancia con la velocidad del viaje.

Sólo se puede prescindir del bloqueo de la góndola en péndulo para la entrada o salida de pasajeros cuando no exista peligro o inconveniente para los pasajeros con motivo de la adopción de otras medidas (por ejemplo, amortiguadores adecuados).

5.4.5 Graderíos

Los graderíos deben estar sometidos a la comprobación de los estados límite de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.1.4. Se debe prestar una atención especial a la comprobación de la seguridad contra el vuelco si los graderíos están, por ejemplo, cubiertos o revestidos, o si numerosas banderas o carteles están sujetos a éstos.

5.5 Verificación de la estabilidad

5.5.1 Seguridad contra el vuelco, el deslizamiento y la elevación

5.5.1.1 Se deben proporcionar pruebas para demostrar la seguridad contra el vuelco, el deslizamiento y la elevación de las atracciones y de sus componentes estructurales. En las comprobaciones de seguridad contra el vuelco, el deslizamiento y la elevación no se deben incluir las cargas aplicadas que actúen favorablemente y los pesos propios de los componentes estructurales y accesorios que no existan siempre.

Para las cimentaciones, se debe aplicar también la Norma Europea Experimental ENV 1997-1 junto con lo indicado en este apartado. Las cimentaciones a prueba de heladas para atracciones, únicamente se requieren cuando el levantamiento o el descenso/asentamiento de la atracción a causa del hielo pueda dar lugar a un defecto o fallo.

Sólo se debe tener en cuenta el valor más bajo de las influencias favorables que actúan de forma permanente.

Si no se puede alcanzar un adecuado grado de seguridad en toda la estructura en virtud del peso propio de la estructura en sí misma, se deben adoptar medidas adicionales para garantizarlo tales como contrapesos, anclajes y apoyos.

Como el peso de las atracciones se puede obtener con precisión, esto permite una determinación más precisa de los coeficientes de seguridad a obtener:

Tabla 2 – Coeficientes de seguridad contra el vuelco, el deslizamiento y el levantamiento

Carga ^a		γ
1	Partes del peso propio que actúan favorablemente	1
2	Partes del peso propio que actúan desfavorablemente	1,1
3	Cargas de viento que actúan desfavorablemente	1,2
4	Partes de las cargas distintas a las mencionadas en los puntos 2 y 3 que actúan desfavorablemente	1,3
^a Si las cargas se descomponen en diferentes componentes, estos componentes se deben multiplicar por el mismo valor γ		

5.5.1.2 La seguridad contra el vuelco se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$\sum \gamma \cdot M_{St,k} \geq \sum \gamma \cdot M_{K,k} \quad (53)$$

donde

γ es el coeficiente de seguridad según la tabla 2;

$M_{St,k}$ son los valores del momento de estabilización;

$M_{K,k}$ son los valores del momento de vuelco.

Se debe tener cuidado de asegurar que las cargas introducidas en el cálculo puedan ser absorbidas por la rigidez a cortante de la estructura.

5.5.1.3 La seguridad contra el deslizamiento se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$\sum \gamma \mu N_k \geq \sum \gamma H_k \quad (54)$$

donde

γ es el coeficiente de seguridad de acuerdo con la tabla 2;

N_k es la componente vertical de la carga;

H_k es la componente horizontal de la carga;

μ es el coeficiente de rozamiento de acuerdo con la tabla 3.

Para la determinación de las fuerzas de rozamiento se pueden asumir los siguientes coeficientes de rozamiento, salvo que para casos individuales se disponga de valores más elevados obtenidos mediante ensayos, o a menos que el efecto de la humedad requiera la adopción de valores más bajos.

Tabla 3 – Coeficientes de rozamiento μ

	Madera	Acero	Hormigón
Madera	0,4	0,4	0,6
Acero	0,4	0,1	0,2
Hormigón	0,6	0,2	0,5
Arcilla ^a	0,25	0,2	0,25
Margas ^a	0,4	0,2	0,4
Arena y gravas	0,65	0,2	0,65
^a Al menos, los valores de consistencia descritos en la Norma Europea Experimental ENV 1997-1.			

Se debe tener en cuenta la posible pérdida que se puede producir por vibraciones en los soportes sometidos a tensiones de vibración.

Si la estabilidad no se obtiene únicamente por rozamientos estáticos, entonces la estructura se debe anclar al suelo. En estos casos, la seguridad contra el deslizamiento se debe calcular conjuntamente con la posible acción de los anclajes al terreno. Bajo estas condiciones, los coeficientes de rozamiento descritos en la tabla 3 sólo se pueden introducir en el cálculo al 70% de los valores citados.

$$\sum \gamma \bar{\mu} N_k + Z_{h,d} \geq \sum \gamma H_k \quad (55)$$

$$\bar{\mu} = 0,7 \mu \quad (56)$$

donde

$Z_{h,d}$ es la componente horizontal de diseño del dispositivo de anclaje (véase el apartado 5.5.2);

μ es el coeficiente de rozamiento de acuerdo con la tabla 3.

5.5.1.4 La seguridad contra el levantamiento se debe calcular mediante la siguiente relación:

$$\sum \gamma N_{St, k} \geq \sum \gamma N_{a, k} \quad (57)$$

donde

γ es el coeficiente de seguridad de acuerdo con la tabla 2;

$N_{St, k}$ son los componentes de la carga de estabilización vertical;

$N_{a, k}$ son los componentes de la carga de levantamiento vertical

Cuando existan anclajes, se debe aplicar la siguiente relación:

$$\sum \gamma N_{St, k} + Z_{v, d} \geq \sum \gamma N_{a, k} \quad (58)$$

donde

$Z_{v, d}$ es la componente vertical de diseño del anclaje (véase el apartado 5.5.2).

5.5.2 Anclajes a tierra

5.5.2.1 Generalidades

Las características desconocidas del suelo y el tipo de carga hacen difícil evaluar con precisión las capacidades de carga de los anclajes. Por tanto, se debería utilizar el siguiente método de aproximación. Este apartado está por tanto restringido a lo siguiente:

- a) anclajes lastrados, es decir, cuerpos de lastre colocados en la superficie del terreno o enterrados;
- b) barras de anclajes, es decir, barras metálicas con ojales o con cabeza prensada; no se permiten en instalaciones permanentes.

En lo referente a anclajes especiales tales como anclajes de orejeta, anclajes plegables, anclajes de tornillo y anclajes de acero seccionados, la determinación de sus capacidades de carga se debe realizar mediante ensayos.

Cuando se apliquen barras de anclaje más cortas de 80 cm para dispositivos subordinados (por ejemplo, dispositivos inflables, etc.) que no se requieran para los resultados de un cálculo, se deben proporcionar ensayos de carga u otras evidencias aceptables.

5.5.2.2 Capacidad de carga de los anclajes lastrados

En el cálculo de la capacidad de carga de anclajes total o parcialmente enterrados, sólo se debe tener en cuenta la presión pasiva del suelo a condición de que el anclaje pueda realizar pequeños desplazamientos y rotaciones sin peligro para la estructura, y de que las características del suelo de cimentación sean suficientemente conocidas.

5.5.2.3 Capacidad de carga de las barras de anclaje

La capacidad de carga de las barras de anclaje simples de sección circular y con una longitud mínima enterrada de 80 cm, se debe determinar de acuerdo con la formulación empírica recogida en la tabla 4.

Tabla 4 – Capacidad de carga de proyecto de los anclajes

Ángulo de tracción	Capacidad de carga de proyecto
$\beta = 0^\circ$	$Z_d = f_{\text{carga}} d l' = 6,5 d l'$ (59) Para terrenos cohesivos y terrenos densos no cohesivos
	$Z_d = f_{\text{carga}} d l' = 8 d l'$ (60) Para terrenos muy cohesivos
$\beta \geq 45^\circ$	$Z_d = f_{\text{carga}} d l' = 10 d l'$ (61) Para terrenos cohesivos con una consistencia mínima media a rígida
	$Z_d = f_{\text{carga}} d l' = 17 d l'$ (62) Para terrenos densos no cohesivos
$0 < \beta < 45^\circ$	La capacidad de carga para los diferentes tipos de terreno se debe determinar por interpolación (véase la figura 10)

En las fórmulas (63) a (66) y en las figuras 9 y 10 se utilizan las siguientes abreviaturas:

$Z_d = Z_u / \gamma_M$ siendo $\gamma_M = 1,5$ la capacidad de carga de proyecto del anclaje en N;

$Z_{h, d}$ es la componente horizontal de la capacidad de carga de proyecto del anclaje, en N;

$Z_{v, d}$ es la componente vertical de la capacidad de carga de proyecto del anclaje, en N;

d es el diámetro del anclaje, en cm;

l' es la profundidad de penetración (longitud mínima 80 cm);

α es el ángulo de penetración;

β es el ángulo de la fuerza de tracción respecto a la vertical.

Las fórmulas (63) a (66) sólo son válidas bajo la condición de que el anclaje esté trabajando a tracción cuando está siendo introducido. Para $\beta = 0^\circ$, el rozamiento debe ser efectivo a lo largo de toda la longitud de la barra; para $\beta \geq 45^\circ$, el ángulo de penetración α debe ser de 90° . En este ángulo de trabajo, el anclaje cargado oblicuamente alcanzará su máxima capacidad de carga, como se ha demostrado en la práctica. Para impedir cualquier flexión de los anclajes bajo la acción de cargas de esfuerzo cortante, las barras de anclaje simples de acero deben tener el siguiente diámetro mínimo:

$$d_{\text{mín.}} = 0,025 l' + 0,5 \quad (\text{con } l' \text{ en cm}) \quad (63)$$

El punto de aplicación de la fuerza en las barras de anclaje sometidas a esfuerzo de flexión debe estar situado lo más cerca posible de la superficie del terreno, o debajo de él.

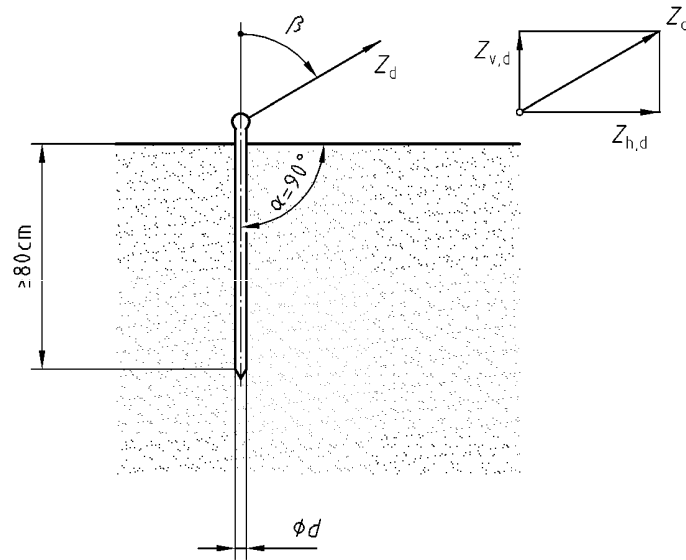
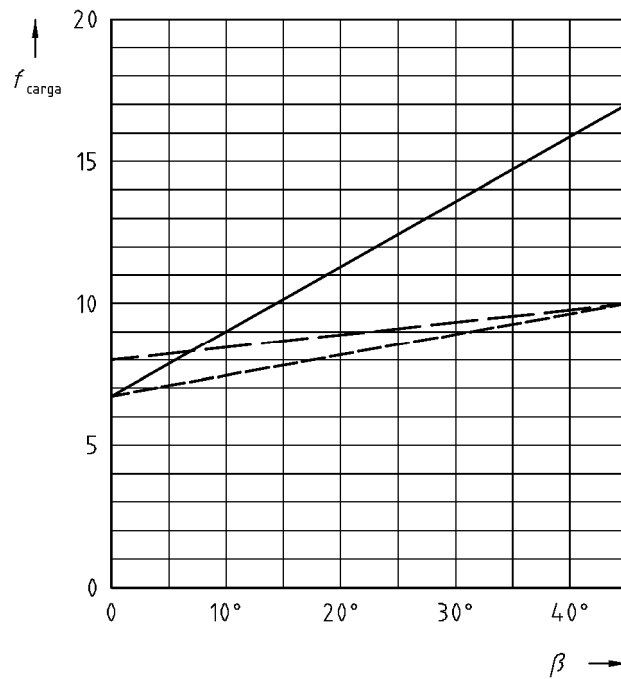


Figura 9 – Barra de anclaje



Leyenda
 — Terrenos densos no cohesivos
 --- Terrenos muy cohesivos
 Terrenos cohesivos
 β = Ángulo de tracción

Figura 10 – Factores para determinar la capacidad de carga de las barras de anclaje

5.5.2.4 Ensayos de los anclajes

Las capacidades de carga calculadas se pueden sobrepasar si esto puede justificarse mediante ensayos de carga o si existen datos experimentales relativos al lugar de la instalación. Cuando se realicen ensayos de carga de los anclajes, se deben realizar, como mínimo, tres ensayos. Al valor más bajo (Z_u) obtenido en los ensayos se debe aplicar un coeficiente de seguridad $\gamma = 1,5$ a fin de determinar la capacidad de carga (Z_d) en sucesivos cálculos. La capacidad de carga determinada de esta forma no debe dar lugar a movimientos en el anclaje que puedan producir tensiones, deformaciones o inestabilidades que no puedan ser absorbidas por la estructura.

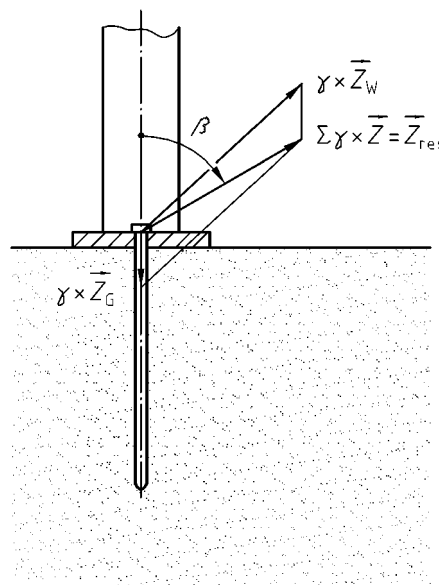
Si las condiciones de la cimentación son comparables, se pueden utilizar como justificación los ensayos de carga realizados en otro asentamiento.

Los coeficientes de seguridad recogidos en la tabla 2 se deben tener en cuenta para la determinación de la carga admisible.

5.5.2.5 Cálculo de las cargas sobre los anclajes

La carga resultante Z_{res} que actúa sobre el anclaje se debe determinar por suma vectorial, teniendo en cuenta los coeficientes de seguridad parciales indicados en la tabla 2. Esta carga Z_{res} debe ser menor que la carga límite del anclaje según lo especificado en el apartado 5.5.2.3:

$$Z_{res} = \sum \gamma Z \leq Z_d \quad (64)$$



Leyenda

- Z_G es la resultante favorable de las acciones permanentes;
- Z_W es la componente desfavorable de las acciones variables;
- γ es el coeficiente de seguridad especificado en la tabla 2.

Figura 11 – Cargas en el anclaje

5.5.3 Otros requisitos

Si aparecen desplazamientos mayores que 2 cm en las barras de anclaje o en dispositivos similares cargados, entonces no se podrá asegurar por más tiempo que la capacidad de carga del anclaje sea la máxima. Se puede obtener un incremento de resistencia frente al fallo de levantamiento por tracción mediante el uso de anclajes adicionales o mediante la introducción de cuñas de madera. En el caso de tensiones puras de tracción en la dirección del eje de la barra de anclaje, el peligro del fallo completo del anclaje aparece cuando se producen pequeños movimientos.

En el caso de barras de anclaje, el pie de la barra (punta) no debe tener ensanchamientos en la sección transversal para que no se produzcan reducciones de la superficie de rozamiento en la zona del cuerpo del anclaje.

Tras introducir la barra de anclaje, el terreno en la superficie se debe compactar contra el anclaje tanto como sea posible, de manera que se impida la filtración de las aguas de superficie.

Si se utilizan grupos de anclajes, la capacidad de carga de cada anclaje individual solamente se puede utilizar en el cálculo total si la distancia entre anclajes adyacentes no es inferior a cinco veces el diámetro del anclaje. Las cargas dinámicas pueden afectar a la resistencia del anclaje, por lo que es esencial realizar una revisión constante de estos elementos. Para grupos de anclajes formados por más de 6 anclajes individuales, se tiene que verificar la capacidad de carga. Sin verificación adicional, se puede asumir un ángulo de excavación de 45° medido en la parte externa del anclaje.

5.5.4 Calzos sobre el terreno

En los calzos se permiten solamente pequeñas tensiones de contacto debidas a la falta de empotramiento en el terreno y también debidas a las pequeñas dimensiones de apoyo que se dan en la práctica. El calzo puede presionar por sí solo el terreno y producir asentamientos considerables. Los calzos deben estar bajo observación cuando se pongan sobre terrenos particularmente deformables. En el caso de que se produzca deformación o descompresión del terreno, éste se debe reforzar, y las superficies de apoyo se deben aumentar cuanto sea necesario.

Para un terreno de cimentación con una baja capacidad de carga, se deben tomar medidas adicionales. Si se disponen varios elementos cara contra cara sin huecos para aumentar las anchuras de apoyo, éstos se deben unir, por ejemplo, apilándolos con orientaciones alternadas.

Para un terreno de cimentación que pueda ser transitado (por ejemplo, por camiones), se pueden utilizar las siguientes presiones admisibles en el terreno para el cálculo de los calzos cuadrados y rectangulares de dimensiones:

$$1 \leq l/b \leq 3 \quad (65)$$

donde

l es la longitud;

b es la anchura del calzo en la zona de contacto con el terreno:

$$b = 20 \text{ cm}; p = 100 \text{ kN/m}^2$$

$$b = 30 \text{ cm}; p = 150 \text{ kN/m}^2$$

$$b \geq 40 \text{ cm}; p = 200 \text{ kN/m}^2$$

p es la presión admisible en el terreno. Mediante interpolación se podrían obtener valores intermedios.

Para la instalación en enclaves duros (pavimentados), se pueden considerar mayores presiones admisibles sobre el terreno.

5.6 Comprobación de la resistencia

5.6.1 Generalidades

Se debe hacer una distinción entre tensiones estáticas predominantes y tensiones fluctuantes predominantes. Las tensiones fluctuantes se producen tanto en forma de tensiones pulsatorias (tensiones que fluctúan entre dos valores límites sin cambio de signo, $\sigma_{\text{mín.}}/\sigma_{\text{máx.}} \geq 0$), como en forma de tensiones alternantes (tensiones que fluctúan entre dos valores límite y con cambio de signo). En ambas situaciones, para el cálculo, es importante el rango de tensiones $\Delta\sigma = \sigma_{\text{máx.}} - \sigma_{\text{mín.}}$.

El cálculo de la fatiga de los elementos estructurales soldados también se puede realizar con normas válidas basadas en la relación $\sigma_{\text{máx.}} / \sigma_{\text{mín.}}$, si se pueden demostrar los requisitos de vida mínima especificados en el apartado 5.6.3.4, o de vida infinita.

Las estructuras sometidas a tensiones fluctuantes que puedan ser expuestas a más de $n = 10^4$ ciclos de tensión durante su período de vida en servicio previsto, se deben dimensionar calculando la resistencia a la fatiga. En este contexto, se entiende que la gama de tensiones $\Delta\sigma_D$ es el límite de fatiga de amplitud constante. Cuando ningún valor de la tensión sea mayor que $\Delta\sigma_D$ para la categoría de detalle correspondiente, se puede asumir una vida infinita a fatiga del elemento.

La norma particular (por ejemplo, EC 3, FEM, etc.) que se seleccione para el análisis completo de una atracción, se debe especificar y mantener claramente.

5.6.2 Tensiones estáticas predominantes

Las tensiones admisibles en los materiales utilizados en la fabricación de los componentes estructurales se deben obtener de la Norma Europea Experimental ENV 1993 (todas las partes). En lo referente al análisis general de las tensiones de los componentes de maquinaria fabricados en acero, incluidos los componentes que actúan simultáneamente como componentes estructurales, se deben aplicar las siguientes relaciones:

$$R_d \leq f_y / \gamma_{My} \quad \text{y} \quad R_d \leq f_u / \gamma_{Mu} \quad (66)$$

donde

R_d es la resistencia de cálculo del material;

f_y es el límite elástico según la norma europea relativa al material;

f_u es la resistencia última (rotura) según la norma europea relativa al material;

$\gamma_{My} = 1,1$ es el coeficiente parcial de seguridad (límite elástico);

$\gamma_{Mu} = 1,35$ es el coeficiente parcial de seguridad (resistencia última a tracción).

Se debe utilizar el menor de los dos valores de R_d antes citados. Para el esfuerzo cortante resultante de fuerzas transversales y de torsión, el valor R_d se ha de multiplicar por un coeficiente $\alpha = 0,58$.

5.6.3 Tensiones fluctuantes

5.6.3.1 Evaluación de la fatiga de los componentes estructurales

Además de asegurar que cada componente satisface los estados límite últimos indicados para cargas no fluctuantes, se debe realizar una evaluación de la vida de fatiga resultante de fluctuaciones repetitivas de las tensiones. Para el acero, se deberían aplicar los principios establecidos en el capítulo 9 de la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1:1992 cuando el material, los elementos de fijación, y el material de aporte para el soldeo cumplan los requisitos especificados en el capítulo 3 de la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1:1992. En el anexo A se detallan algunas variaciones respecto a la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1, que son más apropiadas para las atracciones.

5.6.3.2 Coeficientes parciales de seguridad para fatiga

Para cargas que produzcan fatiga, se debe aplicar un coeficiente parcial de seguridad:

$$\gamma_{Ff} = 1,0 \quad (67)$$

Para el acero, se deben aplicar los siguientes valores de los coeficientes parciales de seguridad:

Tabla 5 – Coeficientes parciales de seguridad para resistencia a la fatiga

Examen y acceso	Rotura que no produce colapso	Rotura que produce colapso
Partes estructurales accesibles durante una inspección regular	$\gamma_{Mf} = 1,0$	$\gamma_{Mf} = 1,1$
Partes estructurales no accesibles durante una inspección regular	$\gamma_{Mf} = 1,05$	$\gamma_{Mf} = 1,15$

5.6.3.3 Cargas de fatiga

Cuando se calcula $\Delta\sigma_i$ o $\Delta\tau_i$ no es necesario evaluar la influencia de las cargas permanentes que no cambian de posición, las componentes de las acciones variables que no varían ni en tiempo ni en posición, las cargas de nieve, las variaciones térmicas, las cargas producidas durante el montaje, y las cargas de viento (que no produzcan oscilaciones).

En el caso de que las cargas debidas al viento produzcan oscilaciones, la presión del viento se puede fijar al 50% de los valores indicados en el apartado 5.3.3.4.1, tabla 1, columna 2, si no existen otros valores críticos calculados de la presión del viento debida a la velocidad de éste a la frecuencia natural. Para una estimación más exacta de la necesidad de realizar una comprobación de fatiga, en el caso de oscilaciones debidas al viento véase la Norma Europea Experimental ENV 1991-2-4.

Cuando se calcula $\Delta\sigma_i$ o $\Delta\tau_i$ se deben tener en cuenta, como mínimo, las siguientes acciones:

- cargas permanentes sin cambio de posición;
- cargas móviles aplicadas;
- cargas de arranque y de frenado especificadas en el apartado 5.3.3.2;
- coeficientes de carga para impactos y vibraciones de partes sobre las que se circula directamente;
- fuerzas de colisión intencionadas;
- fuerzas centrífugas y de Coriolis.

Cuando exista movimiento de las cargas permanentes, para la valoración de $\Delta\sigma_i$ o $\Delta\tau_i$ (por ejemplo, lanzaderas), se debe calcular la tensión máxima y la mínima, incluyendo las cargas permanentes:

$$\Delta\sigma_i = \sigma_{\text{máx.}} - \sigma_{\text{mín.}}$$

$$\Delta\tau_i = \tau_{\text{máx.}} - \tau_{\text{mín.}}$$

5.6.3.4 Número de ciclos de tensión

Para el caso de que no se pueda determinar con exactitud el número de ciclos de tensión para los distintos valores de carga, se deben tomar, como mínimo, los siguientes valores:

Para el cálculo de la fatiga de las atracciones, se debe asumir un tiempo de 35 000 h de funcionamiento, como mínimo, sin incluir los tiempos de carga y descarga de pasajeros. De este cálculo se excluyen los componentes sustituibles de la maquinaria de seguridad crítica fabricados en serie que se utilizan como partes estructurales (por ejemplo, cojinetes y anillos de giro), para los que se dispone de normas propias. Estos componentes se deben dimensionar para 5 000 h de funcionamiento, como mínimo. Se deben someter a un cálculo de tiempo de vida teórico. Aunque la relación de tiempo de carga/descarga de pasajeros frente al tiempo total de funcionamiento pueda variar de una atracción a otra, el valor general del tiempo de carga/descarga se debe limitar a un 30% del tiempo total de funcionamiento. Si durante la fase de diseño se obtienen valores más desfavorables, se deben tener en cuenta estos últimos.

Cuando se utilicen las horas de funcionamiento mínimas citadas anteriormente, si no se obtienen valores superiores como resultado de la configuración de la atracción, los ciclos de carga (recogidos en la tabla 6) se deben considerar como un valor mínimo.

Tabla 6 – Requisitos de ciclos de carga mínimos ($N_{\min.}$) a aplicar en el cálculo

Tipo de sesión	Para todos los detalles constructivos sometidos al cálculo de fatiga, donde:	
	– el número de rotaciones es decisivo para el número de ciclos de carga	– el número de sesiones cíclicas (tiempo de carga/descarga más una sesión) es decisivo para el número de ciclos de carga
Tobogán o similar (tiempo de sesión $\Delta t = 30$ s aprox.) para la estructura y la vía, etc.	No aplicable	$N_{\min.} \geq x_1 \times 5 \times 10^6$ ciclos de carga x_1 multiplicador para el número de trenes que cruzan sobre la ubicación debido a la posición del detalle en la pista o construcción de soporte (por ejemplo, $x_1 = 1$ para un tren que pase una única vez ; $x_1 = n$ para 'n' pasadas del tren)
Tobogán o similar: para los vehículos, etc.	No aplicable	$N_{\min.} \geq x_2 \times 5 \times 10^6 / x_3$ ciclos de carga x_2 multiplicador debido al número de rangos máximos de tensiones a lo largo de la pista durante una sesión (por ejemplo, $x_2 = 1$ si el rango de tensiones máximo sólo aparece una vez para el vehículo durante un ciclo completo). x_3 multiplicador debido al número de trenes en una pista (por sesión)
Sesiones de giro $n \approx 8$ rpm a 20 rpm: para el mástil o el centro, etc.	$N_{\min.} \geq 5 \times 10^6$ ningún rango de tensiones mayor de $\Delta\sigma_D$	
Sesiones de giro $n \approx 8$ rpm a 20 rpm: para los brazos o las góndolas, etc.		$N_{\min.} \geq 2 \times 10^6$ Rango de tensiones equivalente $\Delta\sigma_{E.2}$ no superior a $\Delta\sigma_C$

5.6.3.5 Patrones de carga

5.6.3.5.1 Tiovivos

Para cargas asimétricas, el rango de tensiones producido debido a 1/6 y 5/6 de carga lateral según lo especificado en el apartado 5.4.2.1, se debe asumir para el 100% de la vida de fatiga.

5.6.3.5.2 Dispositivos con pistas fijas

Para el cálculo de la vida a fatiga, no es necesario considerar las fuerzas producidas por la acción de los dispositivos antirretroceso y de los frenos de seguridad.

Los vehículos y trenes se deben calcular aplicando la carga impuesta completa (6/6) para la vida total a fatiga.

5.6.3.6 Resistencia a la fatiga de componentes mecanizados

5.6.3.6.1 Determinación de las tensiones de proyecto

Para materiales no reseñados en la Norma Europea Experimental ENV 1993 (todas las partes) y para aquellos que no se tratan en esta norma (por ejemplo, componentes de máquinas), la determinación de las tensiones de cálculo, en el caso de tensiones fluctuantes, se debe realizar de acuerdo con alguno de los métodos de cálculo indicados en las normas específicas o en la bibliografía apropiada donde se contemple el estado del arte.

En este contexto, se deben tener en cuenta las siguientes influencias:

- coeficiente de fatiga por entalla;
- influencia del tamaño;
- influencia de la superficie;
- forma de la sección transversal;
- coeficiente de corrosión;
- si es aplicable, el coeficiente de anisotropía.

5.6.3.6.2 Determinación de las tensiones resultantes

Las tensiones resultantes en los componentes mecanizados (tensiones nominales) se deben determinar de acuerdo con los principios generales del análisis de tensiones.

5.6.3.6.3 Coeficiente de seguridad γ

La seguridad real de los componentes mecanizados frente al fallo por fatiga es:

- para tracción pura, tensiones de flexión o torsión:

$$\gamma = \sigma_{AG} / \sigma_a \quad \text{o} \quad \tau_{AG} / \tau_a \quad (68)$$

- para combinación de tensiones:

$$\gamma = \sigma_{AG} / \sigma_{av} \quad (69)$$

- para casos donde se exceda el límite elástico o de fluencia:

$$\gamma = \sigma_{SG} / (\sigma_a + \sigma_m) \quad \text{o} \quad \gamma = \sigma_{SG} / (\sigma_{av} + \sigma_{mv}) \quad (70)$$

donde

σ_{AG} es la amplitud de la resistencia del componente mecanizado, dependiente de la forma;

σ_{SG} es el límite de fluencia (límite elástico) dependiente de la forma;

σ_a es la amplitud de la tensión alternante;

σ_m es la tensión media;

σ_{av} es la amplitud de las tensiones alternantes combinadas;

σ_{mv} es la tensión media combinada.

No se pueden especificar con precisión unos coeficientes de seguridad universales γ_{\min} . Éstos están regulados por el número y la importancia de una serie de factores inciertos y por las posibles consecuencias en caso de fallo. Cuanto mayor sea la deformabilidad (ductilidad) del material, menor es el coeficiente de seguridad que se puede seleccionar.

Para los cálculos de las máquinas en lo relativo a la resistencia a la fatiga, cuando se utilicen los parámetros σ_{End} del material en base al 90% de la probabilidad de supervivencia, se deben aplicar coeficientes de seguridad γ_{\min} suficientes, donde σ_{End} es la resistencia a la fatiga.

Con independencia de la norma con la que se calcule el componente mecanizado, es necesario aplicar un coeficiente de seguridad mínimo $\gamma_{M,f} \geq 1,2$ para la resistencia. Es necesario considerar los valores reales de todos los coeficientes más altos procedentes de cálculos. Este coeficiente de seguridad se toma con la condición de que, para el cálculo, en lo que respecta a las cargas se aplique un coeficiente de importancia adicional de, al menos, $\gamma_I \geq 1,1$ a 1,5 para las diferentes categorías de aplicación (no crítica hasta la pérdida de vida). El cálculo con estos factores requiere que la elección de las cargas para cubrir las condiciones de funcionamiento reales (por ejemplo, los coeficientes de impacto) y la consideración de un desgaste y degradación limitados de la pieza durante su vida de servicio, se realice con carácter conservador.

En todos los casos, se debe dar la siguiente relación: mín. $\gamma \geq \gamma_{M,f} \cdot \gamma_I \cdot \gamma_u \cdot \varphi$

Se deben aplicar los siguientes coeficientes:

- $\gamma_{M,f}$ es el coeficiente de seguridad mínimo de 1,2 a 2,5 en lo que respecta a las resistencias;
- γ_I es el coeficiente de importancia de 1,1 a 1,5 en lo que respecta a las cargas;
- γ_u es el coeficiente de incertidumbre de 1,0 a 1,5 en lo que respecta a las cargas;
- φ es el coeficiente de impacto o de vibración (véase el apartado 5.3.5).

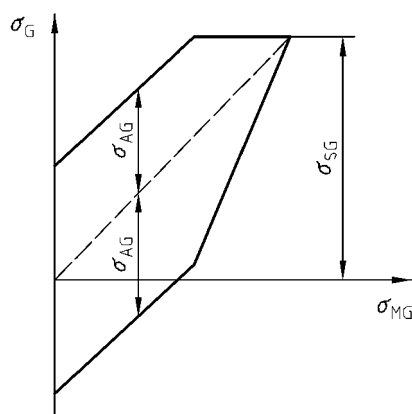


Figura 12 – Diagrama de Smith de resistencia a la fatiga para resistencias dependientes de la forma

5.6.4 Tornillos

Se deben utilizar tornillos que sean conformes con las Normas Europeas EN ISO 898-1, EN ISO 4014, EN ISO 4016, EN ISO 4017 o EN ISO 4018, y tuercas que sean conformes con el proyecto de Norma Europea prEN 14399 (todas las partes) y con las Normas Europeas EN ISO 4032, EN ISO 4034 o la Norma Internacional ISO 7413, correspondientes a las calidades 4.6, 5.6 y 8.8. El cálculo de los estados límite se debe realizar de acuerdo con la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1. El cálculo de los tornillos bajo tensiones fluctuantes se debe realizar de acuerdo con la documentación especializada que tenga en cuenta el estado del arte. Para tornillos, tuercas y arandelas de alta resistencia pertenecientes a la calidad 10.9, y que sean conformes con el proyecto de Norma Europea prEN 14399 (todas las partes) y con la Norma Europea EN ISO 7090, también se debe aplicar la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1.

Cuando no se aplique la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1, se deben aplicar las siguientes propiedades para los tornillos pertenecientes a las calidades que se citan:

- a) Las uniones roscadas que se realicen mediante tornillos sometidos a tensiones de tracción, se pueden calcular con una holgura de los taladros de 1,0 mm aún en el caso de que existan tensiones de vibración, a condición de que las fuerzas perpendiculares al eje del tornillo sean absorbidas mediante chavetas de seguridad, pasadores, pasadores hendidos, casquillos, etc. (con una holgura inferior a 1mm), o de que se realice el cálculo referente al rozamiento en la zona de contacto aplicando un coeficiente de rozamiento de 2/3 de μ_{\min} .
- b) El valor a adoptar para μ_{\min} debe ser el coeficiente de rozamiento más bajo que pueda darse bajo las condiciones de funcionamiento más desfavorables.
- c) En el caso de uniones a esfuerzo cortante únicamente, se debe tener en cuenta la excentricidad.

Para los tornillos de las clases 6.8, 8.8 y 10.9 se deben aplicar los siguientes criterios:

- 1) las resistencias a esfuerzo cortante admisibles deben ser conformes con las indicadas en la tabla 7;
- 2) para uniones sometidas a esfuerzo cortante, cuando se utilicen tornillos no pretensados, la presión calculada admisible en la cara del taladro para el tornillo debe ser conforme con la Norma Europea Experimental ENV 1993 (todas las partes) (o en su ausencia, con las normas nacionales equivalentes);
- 3) las fuerzas de tracción transmisibles adicionales permitidas en la dirección del eje del tornillo, para tornillos pretensados o ajustados, deben ser conformes con lo establecido en la tabla 9; en este contexto, F_v debe ser conforme con lo indicado en la tabla 8;
- 4) la fuerza de pretensado y los pares de apriete admisibles deben ser conformes con lo especificado en la tabla 8;
- 5) los tornillos utilizados en uniones diseñadas para el transporte o para ser desmontadas, se pueden volver a emplear a condición de que no hayan estado sometidos a un esfuerzo que haya superado su límite de elasticidad. Los valores listados son válidos para un coeficiente total de rozamiento $\mu = 0,14$ (seco o ligeramente lubricado) para un 90% del límite de elasticidad mínimo.

Para uniones desmontables de componentes estructurales se pueden utilizar otros tornillos que tengan las mismas características de material.

Tabla 7 – Esfuerzos cortantes permitidos τ_m para una tensión predominantemente estática por tornillo, y para un área de esfuerzo cortante perpendicular al eje del tornillo

Clase de calidad	6.8	8.8	10.9
Esfuerzo cortante permitido τ_m N/mm ²	210	300	360

Tabla 8 – Fuerzas de pretensado y pares de apriete para los tornillos

Tamaño de rosca	Fuerza de pretensado admisible F_v (kN) para las distintas clases			Pares de apriete admisibles M_a (Nm) para las distintas clases		
	6.8	8.8	10.9	6.8	8.8	10.9
M 8	14	16	23	21	25	35
M 10	22	26	37	41	49	69
M 12	31	37	50	70	84	120
M 16	60	71	100	176	206	350
M 20	94	111	160	338	402	600
M 22	116	138	190	456	539	900
M24	135	160	220	588	696	1 100
M 27	177	210	290	873	1 030	1 650
M 30	216	257	350	1 177	1 422	2 200
M 33	275	326	459	1 668	1 977	2 784
M 36	323	382	510	2 134	2 524	3 340

Tabla 9 – Fuerzas de tracción admisibles $N_{R,d}$ en la dirección del eje del tornillo, para tornillos pretensados

Tensiones predominantemente estáticas para estados de carga		Tensiones de vibración para estados de carga	
Únicamente acciones permanentes	Acciones permanentes y variables	Únicamente acciones permanentes	Acciones permanentes y variables
$0,7 F_v$	$0,8 F_v$	$0,6 F_v$	$0,7 F_v$
F_v de acuerdo con la tabla 8. Los valores de esta tabla se pueden aplicar con un coeficiente de carga parcial $\gamma_{F,t} = 1,0$ para el caso de tensiones de vibración.			

5.6.5 Cables, cadenas, dispositivos de seguridad, conectores y adaptadores

5.6.5.1 Normas relativas a cables, cadenas, dispositivos de seguridad, conectores y adaptadores

Además del cálculo de la capacidad portante de los materiales o de los accesorios, relacionada directamente con la seguridad de pasajeros o público, también se debe disponer de las certificaciones, los marcados del fabricante o los ensayos correspondientes. Cuando se utilicen cables, cadenas, dispositivos de seguridad, conectores y adaptadores, se deberían aplicar las siguientes normas:

Cables de acero

Cables de acero	EN 12385 (todas las partes)
Terminales para cables de acero. Seguridad	EN 13411 (todas las partes)

Cuerdas de fibra

Cuerdas de fibra para usos diversos. Determinación de ciertas propiedades físicas	EN 919
Cuerdas de fibra para usos diversos. Especificaciones generales	EN 701

Cuerdas de fibra sintética

Cuerdas de fibra para usos diversos. Poliamida	EN 696
Cuerdas de fibra para usos diversos. Poliéster	EN 697
Cuerdas de fibra para usos diversos. Polipropileno	EN 699
Cuerdas de fibra para usos diversos. Polietileno	EN 700

Cuerdas de fibra natural

Cuerdas de fibra para usos diversos. Manila y sisal	EN 698
Cuerdas de fibra para usos diversos. Cáñamo	EN 1261

Cadenas

Cadenas de eslabón corto para fines de izado. Seguridad	EN 818 (todas las partes)
Abrazaderas para cables metálicos	EN 13411 (todas las partes)
Accesorios para eslingas	EN 1677 (todas las partes)
Grilletes	EN 13889

En ausencia de normas europeas se pueden aplicar normas nacionales.

5.6.5.2 Cables, cadenas, cinturones y correas

5.6.5.2.1 Cálculo del coeficiente de seguridad

El coeficiente de seguridad dependerá de la aplicación proyectada. Se debe aplicar la siguiente relación:

- Mínima carga de rotura \geq máxima carga \times coeficiente de seguridad

También puede ser necesario comprobar otros estados límite.

En las atracciones se deben evitar los cables metálicos con diámetros inferiores a 4 mm. Las abrazaderas de cables no se deben utilizar para fijaciones de mecanismos de transmisión o dispositivos de seguridad frente a impactos.

5.6.5.2.2 Suspensión de dispositivos que transportan pasajeros (por ejemplo, sillas, góndolas)

Para las cadenas de acero se debe utilizar un coeficiente de seguridad de $\gamma=6$. Para los cables de acero se deben aplicar los valores dados en la tabla 10.

No se permite la extrapolación de los valores admisibles de tensiones de la tabla 10 para categorías de resistencia nominal mayores. Si se utilizan cables con una resistencia nominal que exceda de $1\,570\text{ N/mm}^2$, la tensión admisible se debe evaluar de forma independiente.

Para estas aplicaciones no está permitida la utilización de cables, cadenas, cinturones o correas fabricadas de cáñamo, plástico o cuero. Sin embargo, esto no se aplica a dispositivos de seguridad que sean conformes con lo especificado en el apartado 5.6.5.3.

Tabla 10 – Tensiones de proyecto para los cables de suspensión de componentes estructurales compuestos de alambres individuales de 1 570 N/mm² de resistencia nominal, para fines de verificación de la resistencia a fatiga

Diámetro del cable (mm)	Tensión permitida σ_f en N/mm ² en los cables
1) 4 a 5	540 + 67 κ
mayor de 5 hasta 20	337 + 270 κ
mayor de 20 hasta 30	270 + 337 κ
mayor de 30 hasta 40	202 + 405 κ
1) Por razones de diseño, se deben evitar los diámetros de cable inferiores a 4 mm. $\kappa = \frac{\sigma_{\min.}}{\sigma_{\max.}}$	

5.6.5.2.3 Tensores, vientos, cables de anclaje y cadenas

Para cadenas de acero bajo cargas predominantemente no fluctuantes, se debe utilizar un coeficiente de seguridad $\gamma=4$.

Para cables metálicos fabricados con alambres individuales con una resistencia nominal de 1 570 N/mm², para el análisis general de tensiones se debe utilizar un coeficiente de seguridad de $\gamma=3$. En lo referente a cuerdas de fibra fabricadas con fibras naturales y/o sintéticas, se deben aplicar los valores dados en la tabla 11.

Tabla 11 – Coeficientes de seguridad parciales para cuerdas de fibra natural o sintética

Diámetro de la cuerda mm	Coeficiente de seguridad
12	4,0
14	3,3
16	3,3
18	2,7
20 o espesores mayores	2,7

Los cables de acero fabricados con alambres individuales con una resistencia nominal de 1 570 N/mm² y sus dispositivos de fijación asociados que estén sometidos a tensiones predominantemente fluctuantes, se deben comprobar de acuerdo con normas europeas o, en ausencia de éstas, con las normas nacionales aplicables. Para las cadenas de acero se debe utilizar un coeficiente de seguridad de $\gamma=6$.

5.6.5.3 Dispositivos de bloqueo para la seguridad de los pasajeros

Para estos dispositivos, por ejemplo, los dispositivos de bloqueo en las góndolas o en los asientos, los cinturones de seguridad y los arneses de seguridad para cuando el recorrido incluya volteos, se debe adoptar un coeficiente de seguridad de $\gamma=6$. Las fuerzas resultantes que se han de multiplicar por este coeficiente se deben calcular a partir de las masas a retener y teniendo en cuenta las aceleraciones aplicadas.

Para las hebillas de las correas para los pies cuando se den volteos, se deben adoptar las siguientes dimensiones para los rodillos de las hebillas conforme a las normas europeas aplicables o, en ausencia de éstas, conforme a las normas nacionales:

- hebillas de acero: anchura de la correa no menor de 25 mm;
- hebillas de aleación de aluminio: anchura de la correa no menor de 30 mm.

5.6.5.4 Conectores y adaptadores

Cuando no se disponga de normas europeas para los broches y ojales metálicos de los torniquetes, éstos se pueden utilizar de acuerdo con las normas nacionales. Sus cargas admisibles se deben determinar teniendo en cuenta los coeficientes de seguridad aplicables a las cadenas de acero (4 ó 6), de acuerdo a lo especificado en el apartado 5.6.5.2.1.

Las cargas admisibles conforme a las futuras normas europeas o, en ausencia de éstas, conforme a las normas nacionales para los datos de carga aprobados, se pueden triplicar para los grilletes que trabajen estáticamente. Para las conexiones de los grilletes que trabajen dinámicamente se han de aplicar los datos de carga aprobados en normas europeas o, en ausencia de éstas, en las correspondientes normas nacionales. Los pasadores de los grilletes se deben comprobar frente a posibles aflojamientos de los compuestos plásticos.

Durante las revisiones se debe prestar una atención especial a los detalles de diseño, ya que las propiedades de los materiales plásticos y compuestos difieren mucho de las propiedades de los metales.

5.7 Diseño estructural y fabricación

5.7.1 Disposición, accesibilidad

Los componentes estructurales que se dimensionen de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.6.3.2, con un coeficiente parcial de seguridad de $\gamma_{Mf} = 1,1$ ó $1,0$, deben ser accesibles, donde sea necesario, para la verificación de los mismos cuando estén desmontados.

5.7.2 Dispositivos de bloqueo y de seguridad de los elementos de fijación

Los tornillos, las tuercas, las arandelas planas y otros tipos de elementos de fijación, cuyo aflojamiento como consecuencia de las tensiones fluctuantes pueda ocasionar situaciones de peligro, se deben asegurar mediante métodos fiables.

En los tornillos pretensados (de acuerdo con la tabla 8), el pretensado se considera como una seguridad frente al aflojamiento.

No obstante, como incluso las uniones formadas por tornillos pretensados se pueden aflojar, particularmente en las etapas iniciales como resultado de asentamientos, por ejemplo, en el caso de cojinetes de bolas de mecanismos de rotación, en el proceso de montaje y en el manual de instrucciones de funcionamiento se debe hacer referencia a las comprobaciones necesarias que se han de realizar.

5.7.3 Uniones desmontables

En las uniones atornilladas que se realicen con tornillos de las clases 8.8 y 10.9, no se permiten arandelas-muelle, arandelas dentadas, arandelas tipo abanico (serradas) y dispositivos similares.

Si se van a utilizar ganchos abiertos, será necesario evaluar las consecuencias del desenganche. Los ganchos con retenes de seguridad no se consideran como ganchos abiertos.

Como regla general, se debe tener presente que cualquier modificación de los elementos de madera que dé lugar a un debilitamiento de la sección de la madera, debe ser evitada. Esto se aplica, en particular, a elementos de madera expuestos a impactos o sometidos a tensiones alternantes o pulsantes. Los agujeros realizados en los elementos de madera para introducir tornillos de unión que estén sometidos a cargas alternantes o pulsantes, o en los que los tornillos se quiten regularmente durante las operaciones de montaje y desmontaje, se deben aliviar de las tensiones mediante el empleo de elementos tales como placas difusoras de la carga o pasadores.

Las fuerzas de tracción en los agujeros que actúan en ángulo recto u oblicuamente a la dirección de la fibra, y que pueden dar lugar a la rotura o al desgarramiento la madera, se deben absorber mediante placas de difusión de la carga (de aplicación al cilindro) situadas en los dos lados de los agujeros o por otros medios adecuados. Las uniones atornilladas que no estén protegidas de esta manera deben estar provistas de arandelas. Se deben emplear medidas apropiadas, tales como placas de acero o arandelas sobredimensionadas, para prevenir el daño sobre la madera producido por la compresión bajo la cabeza del tornillo o bajo la tuerca. Las arandelas en estrella o similares (espigas de inserto dentadas) no se deben utilizar en uniones de madera que se puedan desmontar.

Las conexiones de cables se deben realizar de manera que no exista posibilidad de que aparezcan nudos o torsiones, ni tensiones excesivas en los alambres individuales.

Los cables de cualquier tipo no deben tener cantos o aristas vivas.

5.7.4 Diseño de componentes sometidos a cargas fluctuantes

En los componentes sometidos a cargas fluctuantes se deben evitar los cambios bruscos de la sección transversal (cambios súbitos en la rigidez) así como muescas o entallas.

5.7.5 Soportes

Las columnas extensibles y los gatos de tornillo (remates de gatos y similares) que transmiten las cargas sobre la superficie del terreno se deben arriostrar o asegurar, si es necesario, de manera que absorban las fuerzas horizontales aplicadas.

5.7.6 Mástiles centrales

Los mástiles centrales sometidos a cargas fluctuantes no se deben fabricar de madera.

5.7.7 Prevención de la corrosión y oxidación

Para los componentes de acero, véase la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1 o las normas nacionales equivalentes.

Para los componentes de aleaciones ligeras, véanse las normas europeas o las normas nacionales equivalentes.

Para los componentes de madera, véanse las normas europeas o las normas nacionales equivalentes.

6 REQUISITOS PARA EL DISEÑO Y LA FABRICACIÓN DE ATRACCIONES Y ESTRUCTURAS

6.1 Reducción del riesgo mediante la imposición de medidas de diseño y de seguridad

6.1.1 Generalidades

En este capítulo, la mayoría de las atracciones se han clasificado en categorías para unificar la aprobación del diseño, la inspección y las precauciones de seguridad. Se pretende que los grupos pongan de relieve las precauciones adicionales correspondientes que se requieran. Cualquier atracción sencilla puede estar incluida en más de una categoría, por ejemplo, las atracciones a oscuras, que tienen dispositivos guiados por raíles con recorrido a través del agua.

6.1.2 Identificación de peligros

Como una guía sobre los principios generales, véase la tabla A.1 de la Norma Europea EN 1050:1996, con la exclusión de los puntos 8.6 y 37 y, cuando se tengan en cuenta los pasajeros, también del punto 8.5, y compárense los peligros principales aplicables a las atracciones relacionadas en el anexo I.

6.1.3 Reducción del riesgo en plataformas, rampas, suelos, escaleras y pasillos

6.1.3.1 Generalidades

Todas las superficies de plataformas, pasillos, rampas y escaleras que sean accesibles al público, deberían ser resistentes al deslizamiento bajo cualquier condición atmosférica. Deben estar exentas de puntos críticos de tropiezo o de aberturas por las que puedan caer objetos esféricos de más de 12 mm de diámetro, así como de elementos cortantes o punzantes en zonas abiertas al público. Cualquier cambio en la elevación de los niveles de la plataforma debería estar claramente señalado para que no represente un peligro para el público. También se deben seguir las mismas reglas básicas para los peldaños de las escaleras indicadas en el apartado 6.1.3.3. Esto no se debe aplicar a aquellos elementos que están diseñados intencionadamente para diversión en casetas de espectáculos que no sean conformes con los requisitos del capítulo 6, para los cuales se han de tomar precauciones especiales de acuerdo con el apartado 6.2.5.1.1.

6.1.3.2 Plataformas

La inclinación de las plataformas no debe exceder de 1:8.

Las rampas de entrada y salida para el público en general no deben tener una inclinación mayor de 1:6.

Cuando los tablonos estén fijados transversalmente respecto a toda la anchura de la rampa, y a una distancia entre centros que no exceda de 0,40 m, la inclinación se puede aumentar hasta 1:4. Los tablonos transversales deben tener, como mínimo, 5 mm de altura y no más de 50 mm de anchura.

Cuando no existan rampas o escaleras, los cambios de plataforma desde un nivel a otro deben estar comprendidos entre 0,10 m y 0,24 m.

6.1.3.3 Escaleras

Las escaleras que son utilizadas por el público han de tener una anchura mínima de 0,90 m. Las escaleras y pasarelas de evacuación previstas para que sean utilizadas por un número limitado de personas deben tener una anchura mínima de 0,60 m.

Las escaleras no deben tener una anchura superior a 2,50 m, excepto cuando rodeen a la atracción y no tengan más de 10 escalones o exista una diferencia de altura de 2 m.

La distancia mínima entre pares de barandillas o entre barandillas y los bordes internos de la escalera debe ser 0,90 m o 0,60 m respectivamente según la anchura mínima del tipo de escalera. Cuando la anchura de la escalera sea de 0,90 m o mayor, se deben colocar barandillas a ambos lados. La huella de pisada debe ser como mínimo de 0,24 m para las escaleras en espiral o en curva.

La altura del escalón debe estar comprendida entre 0,14 m y 0,24 m.

La huella de pisada de las escaleras en espiral o en curva debe ser como mínimo:

- En escaleras de acceso entre dos niveles o previstas para casos de evacuación, según lo indicado en la figura 13a.
- Donde la escalera se especifique como parte de una vía de escape de emergencia, se debe aplicar lo indicado en la figura 13b (véase también el apartado 6.1.5.2).

No se permiten huellas de pisada inclinadas.

Medidas en milímetros

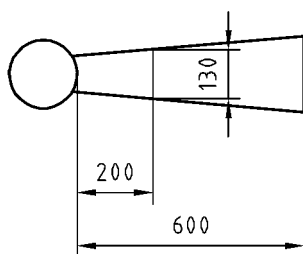


Fig. 13a

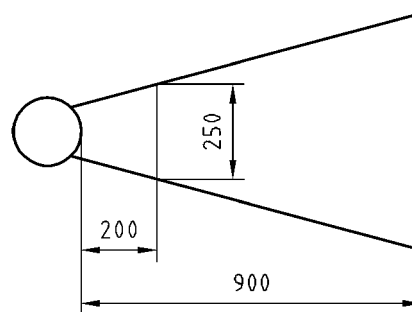


Fig. 13b

Figura 13 – Dimensiones para escaleras en espiral o en curva

La huella de pisada y la altura de los escalones en cualquier escalera debe ser uniforme en toda su longitud. La máxima inclinación de cualquier escalera, medida en su eje, no debe exceder de 45°.

Los tramos de las escaleras de acceso público y de salida no deben exceder de 15 escalones. Se debe intercalar mesetas de descanso con una profundidad de 0,80 m como mínimo entre cada dos tramos de escalones consecutivos. Las escaleras de emergencia pueden carecer de mesetas de descanso si físicamente no es posible su instalación (por ejemplo, en remotes de la montaña rusa).

6.1.3.4 Pasarelas móviles, cintas transportadoras y similares

El suelo de las pasarelas móviles o de las cintas transportadoras debe ser continuo o no tener más de una junta que no sobresalga.

En los dos lados de la plataforma móvil o de la pasarela se debe instalar un pasamanos, una barra intermedia y un rodapié, de acuerdo con lo especificado en el apartado 6.1.4.1.2. Está permitido colocar una barra en un solo lado si la pasarela móvil o la cinta se usa para el acceso o salida de las unidades de pasajeros, de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1.5.1.1. La separación máxima entre la cinta y el rodapié no debe exceder de 4 mm.

La inclinación de una pasarela móvil o de una cinta transportadora no debe exceder de 1:6 salvo que se disponga de pasamanos móviles, en cuyo caso la inclinación no debe exceder de 1:4.

En caso de que existan salidas laterales de la pasarela móvil o de la cinta transportadora, el final de la pasarela debe estar protegido con un pasamanos final y con una barandilla intermedia que tenga una inclinación de 45° con respecto a la dirección del movimiento. Adicionalmente, se debe disponer de un interruptor o de un sistema equivalente que permita cortar la energía en el caso de que un pasajero sea empujado contra el pasamanos final. El acceso a una pasarela móvil se debe controlar por medio de medidas automáticas o manuales para evitar el peligro debido a la congestión.

El final de las pasarelas móviles o de las cintas transportadoras debe disponer de algún medio de protección para evitar tropiezos o atrapamientos. Los rodillos de tensión y de retorno deben estar adecuadamente protegidos. Si, debido al tipo de superficie, dicha protección no es posible, se deben prever salidas laterales que sean conformes con lo especificado en el apartado anterior.

La velocidad máxima relativa no debe exceder de 0,7 m/s cuando la salida desde la plataforma estacionaria sea de tipo frontal, y de 0,5 m/s cuando las salidas sean laterales. Si la pasarela o la cinta transportadora se utiliza como una parte de la atracción se pueden aceptar velocidades más altas.

En los dos extremos se debe disponer de un botón de parada de emergencia.

Los frenos deben ser efectivos para detener y mantener la pasarela en el caso de que se produzca una interrupción del suministro de energía.

6.1.4 Reducción de riesgo mediante barandillas, vallas y defensas

6.1.4.1 Protección contra caídas de un nivel a otro mediante barandillas o vallas

6.1.4.1.1 Generalidades

Donde una persona pueda caer 0,40 m o más a causa de una diferencia en la altura de niveles adyacentes, se deben instalar barandillas o vallas. Las vallas para este fin se muestran en el apartado 6.1.4.5. Las barandillas deben estar formadas, al menos, por dos pretils (un pretil superior y un pretil intermedio).

Cuando se utilicen vallas para impedir caídas desde una altura igual o superior a 2 m, solamente se permiten las vallas convencionales que sean conformes con lo establecido en el apartado 6.1.4.5.

Donde exista una baja probabilidad de lesiones serias (lugares que no den acceso directo a máquinas en movimiento ni caídas desde alturas de más de 2 m), se permiten también vallas decorativas que sean conformes con lo establecido en el apartado 6.1.4.5. En este caso, también se permite el uso de cadenas y cables como pretils superior e intermedio, a condición de que puedan resistir las fuerzas que se definen en el apartado 5.3.3.1.3 con una deformación máxima de 30 mm. No se permiten cadenas, cables u otros materiales no rígidos que no estén tensados.

6.1.4.1.2 Los extremos de las plataformas, pasarelas, rampas y escaleras de altura superior a 0,40 m, accesibles al público, deben disponer de barandillas formadas por un pasamanos superior de 1 m de altura y una barra intermedia situada a media altura.

6.1.4.1.3 Además, las plataformas, rampas y escaleras de altura superior a 1,0 m, y principalmente las de uso público, deben disponer de rodapiés superiores a 25 mm de altura o de una barandilla a nivel bajo a una altura del suelo que no exceda de 0,12 m.

6.1.4.1.4 Si tales plataformas, rampas, escaleras, así como pasarelas y otras formas de acceso están diseñadas únicamente o principalmente para el personal de mantenimiento o de funcionamiento, éstas deben tener un rodapié de 100 mm de altura.

6.1.4.1.5 Las vallas que sean conformes con lo indicado en el apartado 6.1.4.5, también se pueden considerar una protección real contra caídas si disponen de rodapiés o barras a baja altura como se ha descrito con anterioridad.

6.1.4.2 Protección contra aplastamientos, impactos o enganches

6.1.4.2.1 El diseño de las atracciones debe ser tal que minimice el riesgo de que las personas y pasajeros puedan sufrir lesiones a causa de enganches, aplastamientos o impactos con la atracción en movimiento o con sus componentes. Cuando estas condiciones no se puedan cumplir, las atracciones deben disponer de sistemas de delimitación de zonas para prevenir el acceso de los pasajeros a partes peligrosas de la atracción o de sus componentes cuando éstas estén funcionando.

6.1.4.2.2 Cuando se necesite una delimitación de zona dentro o fuera de la atracción (véase especialmente el apartado 6.2), ésta se debe diseñar y posicionar de manera que nadie fuera de dicha zona quede dentro de los límites de alcance de las partes en movimiento de la atracción. La localización (distancia) de un perímetro vallado o de una delimitación de zona interior depende de:

- a) la altura sobre el suelo de una fuente de peligro;
- b) la altura de la barrera de delimitación de zona;
- c) la distancia más corta entre la barrera de delimitación de zona y la fuente de peligro. La distancia mínima de seguridad debe ser de 500 mm. Cuando la probabilidad de lesiones graves sea alta, se deben aplicar las distancias mínimas indicadas en la tabla 1 de la Norma Europea EN 294:1992.

6.1.4.3 Clasificación de los sistemas de delimitación de zonas

Los sistemas de delimitación de zonas se clasifican de la siguiente manera:

J1 – sistema de delimitación predominantemente visual: franjas coloreadas en el suelo o huellas fijas, postes, conos o equivalentes.

J2 – sistemas de delimitación física: dispositivos flexibles tales como cables, cadenas, cuerdas, etc. que no necesitan ser resistentes a las fuerzas horizontales.

J3 – sistemas de delimitación física: dispositivos rígidos tales como vallas o barandillas que puedan resistir empujes horizontales.

6.1.4.4 Clasificación de las aberturas de acceso y salida en vallas y barandillas

Para que los accesos y las salidas sean seguros, el número de aberturas en las vallas y barandillas debe estar limitado al número y anchura necesarios. La anchura de cada abertura no debe ser superior a 2,5 m. Las aberturas de acceso y de salida se clasifican de la siguiente manera:

K1 – aberturas sin ningún control directo.

K2 – aberturas controladas por el personal de servicio.

K3 – aberturas provistas de barreras o puertas que indiquen el acceso a una zona restringida mediante limitación del flujo de personas (por ejemplo, puertas mecánicas, torniquetes, etc.).

K4 – aberturas provistas de barreras o puertas en las que el bloqueo o desbloqueo es accionado por un operador o personal de servicio.

K5 – aberturas provistas de barreras o puertas que cuando están cerradas permitan el inicio de la atracción.

Para cada categoría de atracción definida o para cada grupo o atracción individual que pertenezca a la misma categoría y tenga las mismas características específicas, los requisitos mínimos relativos a las aberturas de acceso y de salida se expresarán mediante la clasificación anterior recogida en el apartado 6.2.

6.1.4.5 Tipos de vallas

Las vallas se deben diseñar aplicando las presunciones de carga indicadas en el apartado 5.3.3.1.3.1. Las vallas deben tener una altura mínima de 1,0 m sobre el suelo y han de estar fabricadas de manera que ni los adultos ni los niños puedan pasar a través o por debajo de ellas. Asimismo, se deberían fabricar de forma que, cuando protejan de un peligro importante, las personas no puedan introducir la cabeza en las vallas. Para este propósito se permiten dos categorías de vallas:

a) Vallas convencionales

- vallas cuyos elementos internos son predominantemente verticales (véase la figura 14). La distancia entre dos elementos adyacentes no debe ser mayor de 0,10 m; o
- vallas equipadas con una malla como elemento interno (véase la figura 15). El tamaño de la malla debe estar de acuerdo con la figura 15.

b) Vallas decorativas

- vallas equipadas con elementos internos decorativos (véase la figura 16). Las distancias entre dos elementos adyacentes deben ser como las mostradas en la figura 16.

Los elementos de las vallas no deben tener bordes agudos o cortantes.

Para las atracciones dedicadas exclusivamente a niños menores de 10 años, las vallas de delimitación de zona pueden tener una altura reducida de 0,85 m para los dos tipos de vallas siempre que no exista diferencia en el nivel de la altura.

Medidas en milímetros

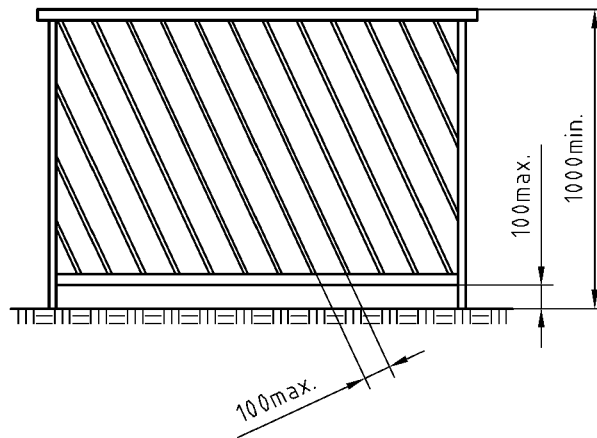


Figura 14 – Ejemplo de vallas con elementos internos predominantemente verticales

Medidas en milímetros

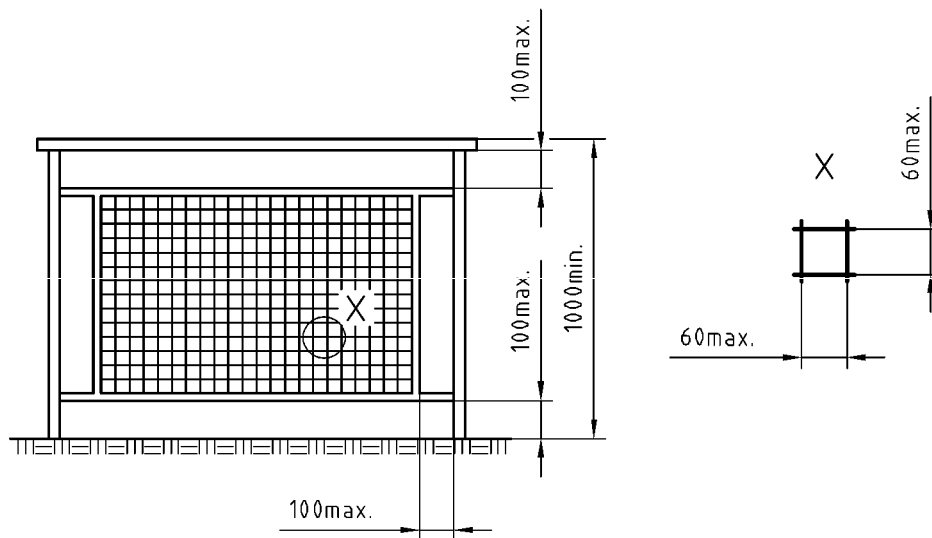


Figura 15 – Ejemplo de vallas provistas de mallas o paneles como elemento interno

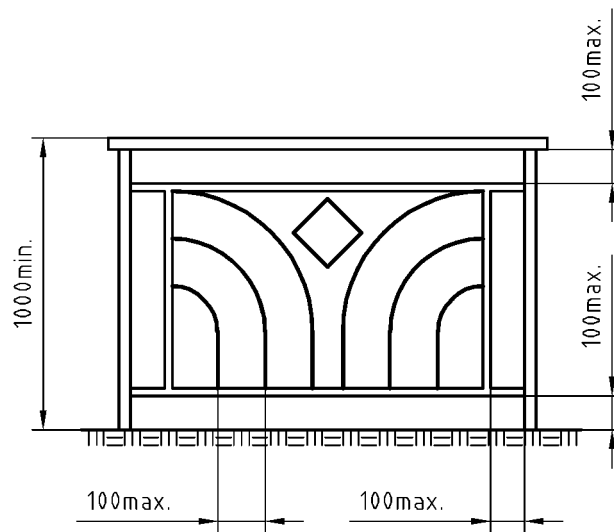


Figura 16 – Ejemplo de vallas con elementos internos decorativos

6.1.4.6 Protección de las partes peligrosas de las máquinas

Todas las partes peligrosas de las máquinas de las atracciones a las que los pasajeros o el personal de la atracción puedan tener acceso, se deben proteger con resguardos que sean conformes con las Normas Europeas EN ISO 12100-1 y EN ISO 12100-2.

6.1.5 Reducción del riesgo en el caso de accesos y salidas

6.1.5.1 Accesos y salidas de las unidades de pasajeros

6.1.5.1.1 Generalidades

Los dispositivos de transporte de pasajeros de las atracciones se deben diseñar de manera que el riesgo de que las personas puedan sufrir lesiones por caídas en los accesos y salidas de las unidades sea mínimo. El acceso y la salida de las unidades de pasajeros se realizan generalmente desde plataformas y rampas que han de ser conformes con el apartado 6.1.3. Las escaleras solamente se permiten si su posición y tamaño están en relación con las características de la unidad de pasajeros y están diseñadas de forma que los pasajeros no puedan caer o resbalar durante el acceso o la salida. El acceso a las unidades de pasajeros tales como coches y góndolas no debe estar a más de 0,40 m por encima o por debajo de la plataforma o rampa de acceso. Cuando los movimientos de las unidades de pasajeros durante el acceso o salida puedan suponer un peligro, se deben instalar medios para mantenerlas en posición estacionaria. Estos medios no deben perder su capacidad de retención en el caso de que se produzcan pérdidas de potencia.

Si está previsto que el acceso a, o la salida desde, una unidad de pasajeros se realice mientras ésta está en movimiento, la velocidad máxima relativa entre la unidad y la plataforma de acceso o de salida no debe exceder de 0,7 m/s cuando el acceso sea paralelo a la dirección de movimiento respecto a la plataforma estacionaria, y de 0,5 m/s cuando la salida sea lateral.

El acceso a las unidades de pasajeros desde una cinta transportadora o sistema equivalente, y la salida desde una unidad de pasajeros a una cinta transportadora, se admiten bajo las siguientes condiciones:

- la velocidad relativa entre la unidad de pasajeros y la cinta transportadora no debe exceder de 0,7 m/s para salida frontal y de 0,5 m/s para salida lateral, tanto en condiciones normales de funcionamiento, como en caso de pérdida de potencia o en otros casos de emergencia;

- el suelo de la cinta transportadora debe poder resistir fuerzas transversales resultantes de los movimientos de entrada y salida;
- la anchura mínima de la cinta transportadora no debe ser menor de 0,80 m.

6.1.5.1.2 Accesos y salidas de emergencia

Se debe disponer de medios apropiados para poder recuperar de manera segura a los pasajeros que pueden quedar situados fuera de la zona normal de carga de la unidad de pasajeros. Esta previsión debería incluir medidas para que el personal de rescate pueda acceder de forma segura a esta zona.

6.1.5.2 Accesos y salidas desde cercados, zonas de exhibición y dispositivos similares

Cada cabina o estructura cerrada similar debe disponer de salidas suficientes en función del número de ocupantes que pueda haber dependiendo de su anchura, número y localización. Las salidas de emergencia deben tener una altura mínima de 2,0 m. Ninguna salida debe tener una anchura inferior a 1,0 m. La anchura de cada salida, en función del número de ocupantes que puede tener que utilizarla, se debe determinar según la tabla 12.

Tabla 12 – Anchura de las salidas

Anchura libre mínima de salida	Anchura libre adicional de salida	Adecuada para
1,0 m	0 m	no más de 150 personas
1,0 m	1,0 m	por cada 150 personas de más

El número de ocupantes se debe calcular con 2 personas por m², excluyendo las áreas no abiertas al público, siempre que no existan otros criterios de limitación. Debe existir al menos una salida y una entrada practicable para sillas de ruedas.

Las salidas requeridas deberían estar distribuidas uniformemente alrededor de la estructura, en lados opuestos de la zona cerrada, de manera que se disponga de verdaderas rutas alternativas de salida desde todas las partes. Desde cualquier parte de una estructura cerrada que tenga más de una salida, la distancia del recorrido (distancia entre cualquier punto en una estructura y la salida medida como el camino real que una persona necesita andar para salir) a la salida más próxima no debe ser mayor de 35 m, y después de los primeros 6,5 m, el resto de la ruta debe permitir alcanzar una salida alternativa. En lugares cerrados con una sola salida, la distancia a recorrer hasta la salida no debe ser mayor de 24 m. Si el número de ocupantes supera las 150 personas, se requieren dos salidas.

6.1.6 Reducción del riesgo en las unidades de pasajeros

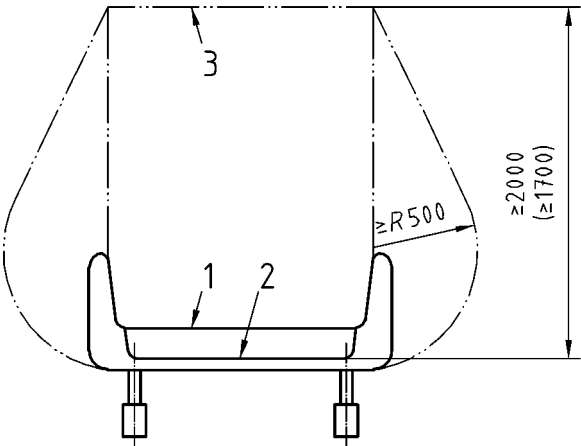
6.1.6.1 Distancias de seguridad en las unidades de pasajeros

6.1.6.1.1 Además de las siguientes envolventes de seguridad, se deben instalar carteles que avisen a los pasajeros sobre la necesidad de mantener todas las partes del cuerpo en el interior del vehículo y adoptar la posición correcta.

6.1.6.1.2 Para evitar que los pasajeros puedan sufrir lesiones causadas por objetos estacionarios o en movimiento, o por objetos procedentes de otras unidades de pasajeros distintas de aquella en la que se encuentra el pasajero, y a falta de otras medidas que reduzcan el impacto con los pasajeros, se deben prever las siguientes distancias mínimas de seguridad general:

- a) 0,50 m desde el interior del asiento y 0,70 m si la velocidad relativa es mayor de 20 m/s (véanse las figuras 17 y 18);
- b) 2,00 m por encima del suelo de la unidad de pasajero (véase la figura 17);
- c) 1,50 m por encima del asiento si el pasajero no se puede poner de pie (véase la figura 18);
- d) 0,30 m desde la parte interior del asiento si la velocidad relativa es menor de 3,0 m/s y no existe peligro de enredo.

Medidas en milímetros

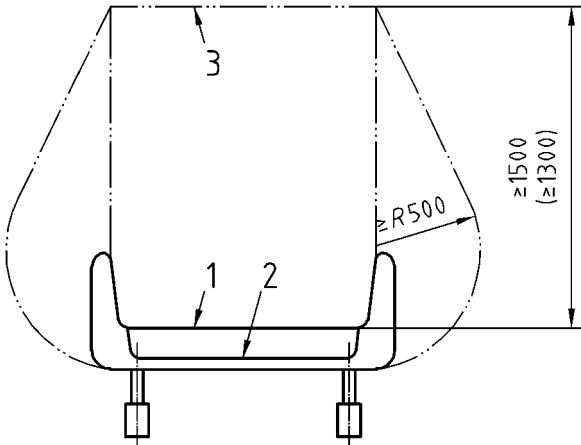


Leyenda

- | | |
|--------------------------|--|
| 1 Superficie del asiento | 3 Envolverte de seguridad |
| 2 Superficie del suelo | Los valores dados entre paréntesis son válidos para niños de hasta 10 años de edad |

Figura 17 – Distancias de seguridad verticales desde el suelo y distancias laterales para los pasajeros

Medidas en milímetros



Leyenda

- | |
|---------------------------|
| 1 Superficie del asiento |
| 2 Superficie del suelo |
| 3 Envolverte de seguridad |
- Los valores dados entre paréntesis son válidos para niños de hasta 10 años de edad

Figura 18 – Distancias de seguridad verticales desde el asiento y distancias laterales para los pasajeros

6.1.6.1.3 Si las unidades de pasajeros son de circulación libre y controladas directamente por éstos, la distancia indicada en el punto a) del apartado 6.1.6.1.2 sólo se aplica respecto a objetos fijos.

6.1.6.1.4 Además, se deben mantener las siguientes distancias:

- 0,12 m desde el exterior de la unidad a cualquier parte de la altura del asiento de otra unidad en las condiciones de funcionamiento más desfavorables (véase la figura 19).

Medidas en milímetros

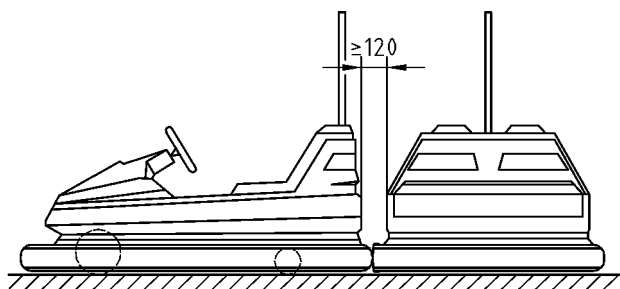
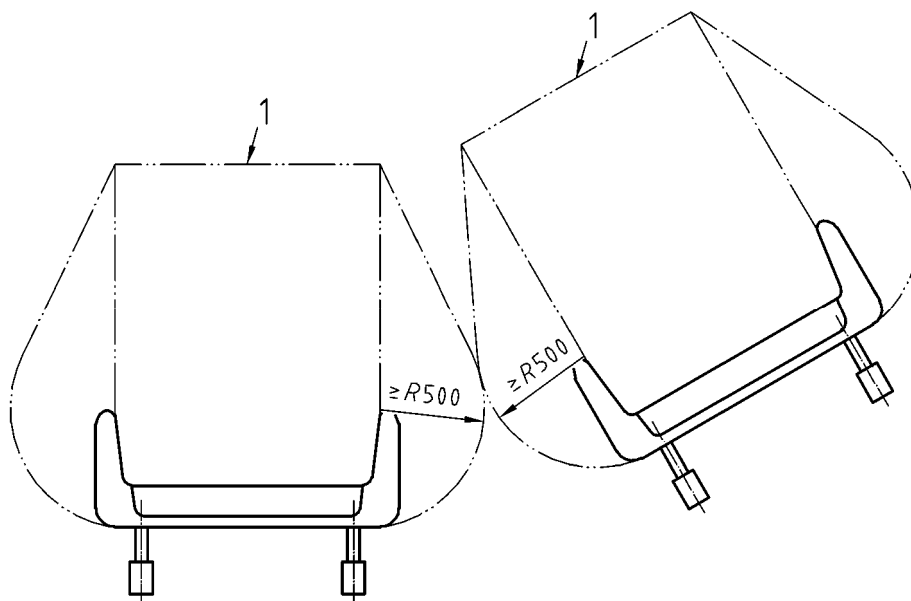


Figura 19 – Distancia de seguridad para vehículos de circulación libre

6.1.6.1.5 Si las unidades de pasajeros no son de circulación libre, las envolventes de seguridad no se deben solapar (véase la figura 20).



Leyenda

1 Envolvente de seguridad

Figura 20 – Posición relativa de las envolventes de seguridad

6.1.6.1.6 Todas las distancias previamente citadas se pueden reducir si se dispone de precauciones especiales tales como celdas u otros medios que limiten los movimientos de los pasajeros en la dirección del peligro.

6.1.6.1.7 Las envolventes de las figuras 17 a 20 no garantizan que los pasajeros no puedan tocar objetos estacionarios o en movimiento.

6.1.6.2 Dispositivos de restricción para limitar los movimientos de los pasajeros

6.1.6.2.1 Generalidades

Los dispositivos de restricción de movimientos de los pasajeros y sus elementos de bloqueo se deben diseñar de manera que impidan el atrapamiento y aplastamiento de partes del cuerpo humano. Estos dispositivos de restricción deben tener una configuración tal que no actúen sobre partes sensibles y frágiles del cuerpo del pasajero.

Los dispositivos de restricción motorizados para los pasajeros pueden ocasionar peligros adicionales que den lugar a lesiones. Sus movimientos deben ser lentos y las fuerzas máximas que ejerzan no deben ser mayores de 0,15 kN (0,08 kN si también se admiten niños) medidas en el extremo activo del dispositivo.

Los dispositivos de bloqueo se deben diseñar de manera que no se puedan desbloquear si no es mediante una acción intencionada y deliberada. Incluso si están equipados con luces de aviso y/o señales acústicas, debe ser factible verificar visualmente su correcto bloqueo.

Los dispositivos de bloqueo no deben perder su función de bloqueo en caso de mal funcionamiento o parada de emergencia de la atracción, salvo que existan medios inmediatos para evacuar a los pasajeros.

6.1.6.2.2 Restricciones de los pasajeros

Cada elemento de la atracción diseñado para la acomodación de pasajeros (unidades de pasajeros) debe estar provisto de medios adecuados para sujetar a los pasajeros dentro de la atracción y, si es necesario, en sus plazas, dependiendo de la naturaleza de la atracción.

El diseño de un dispositivo de restricción debe minimizar los siguientes riesgos para los pasajeros:

- partes que puedan golpearse con él en un movimiento relativo, o que puedan quedar atrapadas en él;
- provocación de lesiones por movimientos repentinos;
- golpes con partes de la estructura en la que son transportados;
- golpes con otros pasajeros como resultado del tipo de movimiento inducido por la atracción;
- caídas al exterior o ser proyectado desde las unidades de pasajeros.

Los riesgos antes citados pueden verse incrementados por el propio comportamiento peligroso e intencionado de los pasajeros.

En caso de mal funcionamiento o parada de emergencia, cuando los pasajeros se encuentran retenidos en sus plazas por los dispositivos de restricción, se deben prever los medios para que el personal autorizado pueda desbloquear el dispositivo cuando la seguridad lo permita.

6.1.6.2.3 Clasificación de los dispositivos de restricción de movimientos de los pasajeros

Los requisitos mínimos aplicables a los dispositivos de restricción se definen en las siguientes clasificaciones:

a) Con referencia al número de pasajeros sujetos por un dispositivo sencillo pueden ser:

- A1) un dispositivo colectivo para dos o más pasajeros.
- A2) un dispositivo individual para cada pasajero.

b) Con referencia a su posición de bloqueo final con relación al pasajero pueden ser:

- B1) una posición de bloqueo no ajustable (barras, barandillas).
- B2) una posición de bloqueo ajustable individualmente.
- B3) una posición de cierre mínimo controlada automáticamente.

- c) Con referencia al tipo de bloqueo pueden ser:
 - C1) sin bloqueo;
 - C2) bloqueo manual realizado por el pasajero;
 - C3) bloqueo manual realizado por los operadores o asistentes de la atracción;
 - C4) bloqueo automático en la posición de funcionamiento;
 - C5) bloqueo automático realizado por el operador y con la posición de bloqueo controlada.
- d) Con referencia al tipo de desbloqueo pueden ser:
 - D1) desbloqueo manual realizado por el pasajero;
 - D2) desbloqueo manual realizado por los operadores o asistentes de la atracción;
 - D3) desbloqueo realizado por el operador o asistente mediante un sistema de control centralizado.
- e) Con referencia a los sistemas de advertencia de bloqueo correcto/incorrecto, los indicadores pueden ser:
 - E1) ningún tipo de advertencia;
 - E2) advertencias luminosas y/o acústicas;
 - E3) advertencias luminosas y/o acústicas y parada de la atracción.
- f) Con referencia a los tipos de movimiento, pueden ser:
 - F1) manual;
 - F2) motorizado.
- g) Con referencia al tipo de fabricación del dispositivo de restricción y su dispositivo de bloqueo:
 - G1) seguridad a prueba de fallos no obligatoria;
 - G2) seguridad a prueba de fallos únicamente para el dispositivo de bloqueo (funcional);
 - G3) seguridad total a prueba de fallos (tanto constructiva como funcional).
- h) Con referencia al tipo de seguridad pueden ser:
 - H1) sin dispositivo de restricción pero, si fuera necesario, con reposapiés, reposacabezas, etc., para prevenir las reacciones a las fuerzas;
 - H2) un dispositivo de restricción para cada pasajero (por ejemplo, caderas u hombros);
 - H3) un dispositivo de restricción (individual o colectiva) y una jaula colectiva o compartimento cerrado para todos los pasajeros;
 - H4) dos dispositivos de restricción redundantes (por ejemplo, caderas y hombros) o un dispositivo de restricción intrínsecamente a prueba de fallos.

Dos dispositivos de restricción significan restricciones independientes en el sentido de que el dispositivo secundario (por ejemplo, barra de agarre, compartimento cerrado, etc.) es capaz de retener al pasajero sin lastimarlo (en un ciclo de funcionamiento) en el caso de que falle el dispositivo primario.

En función de la clasificación anterior, cada dispositivo de restricción del pasajero se puede determinar de acuerdo con los requisitos recogidos en el apartado 6.1.6.2.4. Para cada categoría de atracción, y para cada atracción individual o colectiva que tenga las mismas características particulares dentro de la misma categoría, se darán unos requisitos mínimos para cada una de características básicas de los dispositivos de seguridad de los pasajeros.

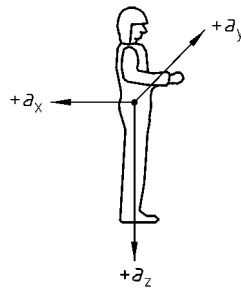
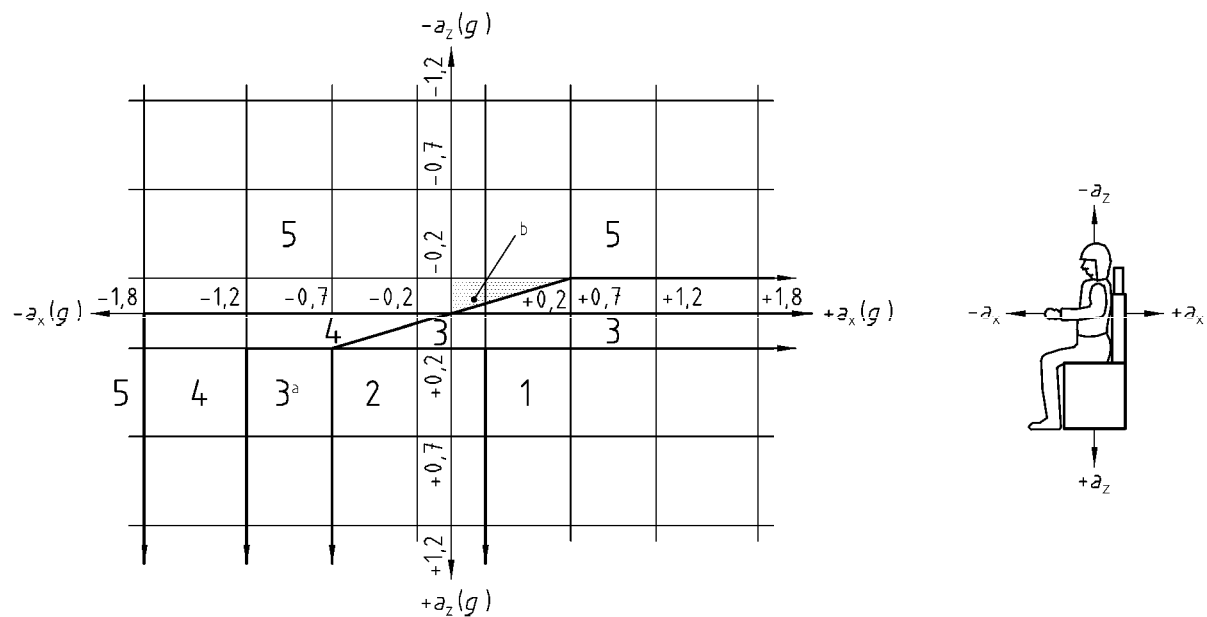


Figura 21 – Sistema de coordenadas de aceleraciones

6.1.6.2.4 Criterios de aplicación a los dispositivos de restricción de movimientos en función de la evaluación del riesgo

6.1.6.2.4.1 Como un requisito a tener en cuenta lo sucesivo para los criterios siguientes, se deben instalar dispositivos de restricción donde los pasajeros puedan ser elevados y expulsados de su asiento o de su posición a causa de fuerzas dinámicas o de la inclinación. Cuando se apliquen los siguientes medios de restricción, de acuerdo con los criterios de la figura 22, para las direcciones de las aceleraciones mostradas en la figura 21, se pueden realizar interpolaciones razonables para los diferentes casos análogos:



Leyenda

- a Se requieren reposapiés y pasamanos
- b Área en categoría 4 si no existen fuerzas laterales de diseño y la duración de la aceleración a_z es menor de 0,2 s.

En casos límite se puede elegir la categoría más baja

Figura 22 – Diagrama de restricciones de movimientos (aceleraciones en la etapa de diseño)

Área 1:	Sin necesidad de restricciones debido a las aceleraciones actuantes. (Otros criterios pueden, no obstante, requerir una restricción)	Área 4	Restricciones requeridas de, al menos, el tipo siguiente:
Área 2:	Restricciones requeridas de, al menos, el tipo siguiente: A1 dispositivo colectivo para dos o más pasajeros B1 posición de bloqueo no ajustable (barras, barandillas) C2 bloqueo manual por el pasajero D1 desbloqueo manual por el pasajero E1 sin sistema de advertencia F1 manual G1 seguridad a prueba de fallos no obligatoria H1/ se requiere una restricción o ninguna H2 si los pasajeros pueden reaccionar correctamente a las fuerzas usando barandillas, reposapiés, etc. y si no pueden caer o salir expulsados del compartimento a causa de las fuerzas actuantes	A2	dispositivo individual para cada pasajero
		B2	posición de bloqueo ajustable individualmente
		C4	bloqueo automático en condiciones de funcionamiento
		D2	desbloqueo manual por operadores o asistentes
		E1	sin sistema de advertencia
		F1	manual
		G2	con seguridad a prueba de fallos sólo para el dispositivo de bloqueo (funcional)
		H2	una restricción por cada pasajero
Área 3	Restricciones requeridas de, al menos, el tipo siguiente: A1 dispositivo colectivo para dos o más pasajeros B2 posición de bloqueo ajustable individualmente C3 bloqueo manual por operadores o asistentes D1 desbloqueo manual por el pasajero E1 sin sistemas de advertencia F1 manual G2 con seguridad a prueba de fallos sólo para el dispositivo de bloqueo (funcional) H2 una restricción por cada pasajero	Área 5	Restricciones requeridas de, al menos, el tipo siguiente: A2 dispositivo individual para cada pasajero B3 posición de cierre mínimo controlado automáticamente C5 bloqueo automático en condiciones de funcionamiento y posición de bloqueo controlada D3 desbloqueo por el operador o asistente mediante un sistema central de control E3 advertencias luminosas y/o acústicas y parada de la atracción F1 manual G3 seguridad total (funcional y constructiva) H3/H4 dos restricciones redundantes o una intrínsecamente redundante

La aplicación de la figura 22 (diagrama de restricciones de movimientos) es orientativa. Cualquier situación especial debe ser tomada en consideración en el diseño del sistema de restricción, por ejemplo, la duración de las aceleraciones. En particular, en el caso de que se produzcan aceleraciones laterales mayores de $a_y \geq \pm 0,5$ g, los asientos, los respaldos y otros dispositivos de restricción se deben diseñar de acuerdo con esta condición. Las posiciones de las unidades de pasajeros en paradas inesperadas también se deben tener en cuenta (por ejemplo, en posición boca abajo). La figura 22 no proporciona información sobre los límites de aceleraciones absolutas (véase también el anexo G).

Otros peligros (véase también el apartado 6.1.2) pueden requerir la utilización de un tipo diferente de restricción.

6.1.6.2.4.2 Si además del dispositivo principal de restricción, que cumple los requisitos antes citados, se instala, por ser necesario, un dispositivo secundario, éste último dispositivo debe cumplir, como mínimo, los siguientes requisitos:

- A1 colectivo;
- B1 posición de bloqueo no ajustable;
- C2 bloqueo manual realizado por el pasajero;
- D2 desbloqueo manual realizado por los operadores o los asistentes;
- E1 sin sistema de advertencia;
- G2 con seguridad a prueba de fallos sólo para el dispositivo de bloqueo (funcional);

o este dispositivo secundario puede ser un compartimento cerrado o una jaula colectiva de acuerdo con H3.

6.1.6.3 Puertas

Cuando las unidades de los pasajeros estén provistas de puertas, se deben adoptar medidas para asegurar que las puertas no se abran durante el funcionamiento o en caso de emergencia o fallo. Las aberturas se deben bloquear mediante dispositivos que impidan la apertura involuntaria durante una sesión de funcionamiento (por ejemplo, pestillos de seguridad). En general, las puertas deben estar equipadas con dispositivos de apertura que sólo se puedan abrir desde el exterior.

Las puertas motorizadas no deberían producir lesiones a los pasajeros. Sus movimientos deben ser lentos y la fuerza máxima ejercida no debe exceder de 150 N medida en el borde de la puerta.

6.1.6.4 Asientos

Los asientos deben estar perfectamente fijados a la estructura de la unidad de pasajeros y se deben analizar las tensiones producidas tanto en los asientos como en sus fijaciones.

Los asientos deben disponer de respaldo cuando así se requiera, y éstos deben tener una altura mínima de 0,40 m y su superficie debe tener un declive hacia el respaldo. La altura del respaldo se puede reducir a 0,25 m en atracciones utilizadas únicamente para niños de hasta 10 años. En todos los casos, el pasajero debe tener una sujeción suficiente al asiento, al respaldo, a los apoyabrazos y a los reposapiés de manera que pueda resistir las fuerzas que se originan durante el funcionamiento de la atracción. Cuando se diseñen y dimensionen los asientos de los pasajeros y las partes adyacentes, se debe prestar especial atención a la altura y forma adecuadas de los respaldos, los apoyabrazos, los reposapiés y a los eventuales reposacabezas.

Características tales como la forma, el tamaño y el rozamiento entre la superficie del asiento y la ropa de los pasajeros, así como la eventual presencia de tapizados totales o parciales, pueden aumentar positivamente la efectividad de todo el sistema de seguridad.

Los asientos suspendidos mediante cables de acero o cadenas de eslabones deben tener un sistema de suspensión tal que, en caso de fallo de un elemento de suspensión, no se produzca una situación de peligro.

6.1.6.5 Compartimentos de pasajeros

En el anexo E se incluyen recomendaciones para los compartimentos de pasajeros.

6.1.7 Reducción del riesgo mediante medidas especiales

6.1.7.1 Criterios relativos a las características de los pasajeros

Ciertos pasajeros, en función de su edad o características físicas, pueden soportar ciertos riesgos en determinadas atracciones en función de la naturaleza de la atracción.

En función de la edad se puede realizar una clasificación:

- L0) niños entre 90 cm y 105 cm de altura, que corresponde aproximadamente a edades comprendidas entre 2 años y 4 años;
- L1) niños entre 105 cm y 120 cm de altura, que corresponde aproximadamente a edades comprendidas entre 4 años y 6 años;
- L2) niños entre 120 cm y 130 cm de altura, que corresponde aproximadamente a edades comprendidas entre 6 años y 8 años;
- L3) niños entre 130 cm y 140 cm de altura, que corresponde aproximadamente a edades comprendidas entre 8 años y 10 años;
- L4) niños entre 140 cm y 160 cm de altura, que corresponde aproximadamente a edades comprendidas entre 10 años y 14 años;
- L5) adultos.

6.1.7.2 Pasajeros con discapacidades

Las atracciones diseñadas para ser usadas por personas discapacitadas deben disponer de medios para su acomodación y, si disponen de dispositivos de restricción para limitar sus movimientos, éstos deben cumplir los requisitos mínimos A1, B1, C3 y D2 definidos en el apartado 6.1.6.2.3 con objeto de garantizar la protección física de estos pasajeros.

6.1.7.3 Dispositivos para la medición del viento

Cuando existan riesgos inaceptables asociados al funcionamiento de una atracción en condiciones de viento racheado que exceda de una velocidad particular alcanzable, en el diseño de la atracción se debe incluir la instalación de un dispositivo de medición del viento (u otro indicador fiable) y las correspondientes instrucciones de utilización se deben incluir en el manual de funcionamiento de la atracción.

6.2 Requisitos de seguridad complementarios para diferentes categorías de atracciones

6.2.1 Atracciones giratorias con movimientos horizontales y/o verticales

Éstas son atracciones con movimiento giratorio alrededor de ejes verticales y/o inclinados, con uno o más grados de libertad de movimiento de la estructura y de las góndolas. Los mecanismos de conducción pueden permitir la variación de la inclinación de los diferentes ejes de rotación hasta llegar a movimiento en planos verticales (véanse las figuras 23 a 26).

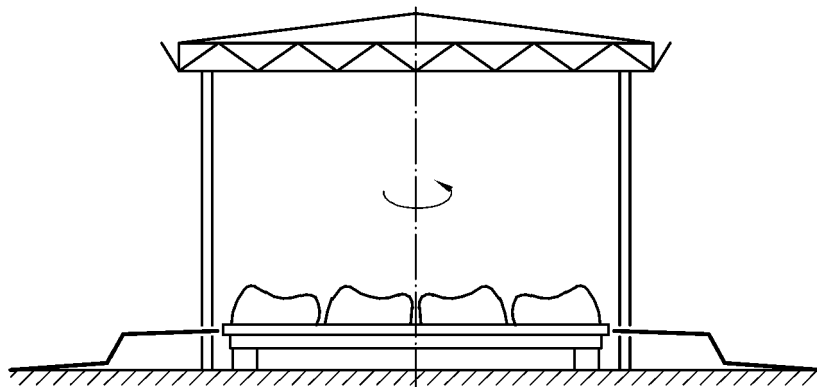


Figura 23 – Ejes verticales, con un grado de libertad

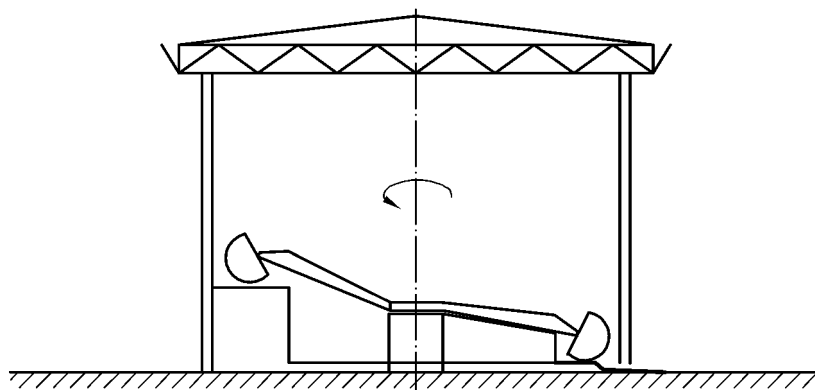


Figura 24 – Ejes verticales y horizontales, con más de un grado de libertad

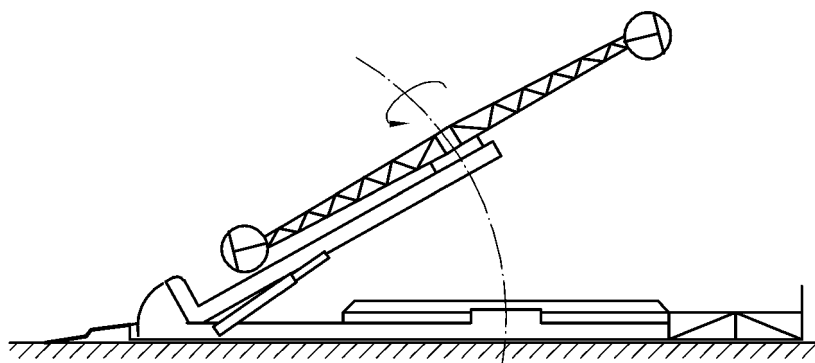


Figura 25 – Inclinación variable con más de un grado de libertad

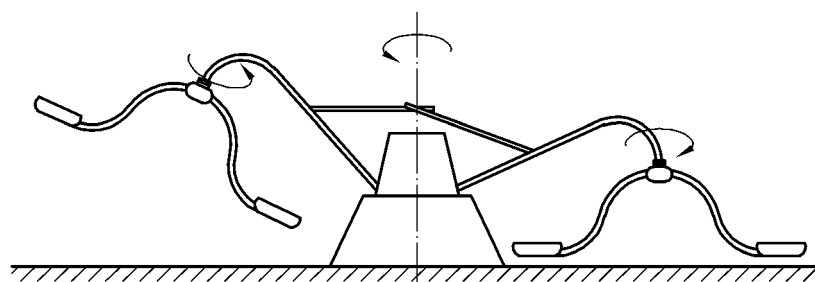


Figura 26 – Ejes inclinados variables

6.2.1.1 Sistemas de delimitación de área y aberturas de entrada y salida

Si además de los movimientos horizontales y/o verticales es posible otro movimiento de rotación (alrededor de otro eje), la atracción debe estar provista de una valla perimetral para el público en general que cumpla los requisitos J3 (véase el apartado 6.1.4.3). Si existe un área intermedia destinada a pasajeros en espera para subir a las unidades, este área debe estar separada de la zona de peligro por medio de un sistema de delimitación que cumpla, como mínimo, los requisitos I1. Las aberturas de acceso y salida del público en general deben cumplir los requisitos K2, a no ser que exista un área intermedia como la mencionada anteriormente, en cuyo caso es admisible el cumplimiento del requisito K1.

Las atracciones caracterizadas por una plataforma de giro redonda sin elementos sobresalientes, y donde el único movimiento sea una rotación alrededor del eje vertical con una velocidad angular no mayor de 8 rpm, o una velocidad tangencial no mayor de 3,0 m/s, no necesitan sistemas de delimitación de áreas. Si las velocidades exceden las citadas anteriormente, se deben instalar sistemas de delimitación de áreas que cumplan los requisitos I1.

Si la atracción está caracterizada por una plataforma redonda, pero con elementos o unidades aisladas de pasajeros que sobresalen, y la velocidad está dentro de los límites especificados en el párrafo anterior, el sistema de delimitación de áreas debe cumplir los requisitos J1. Los mismos requisitos se deben satisfacer si a las características antes descritas se unen movimientos lentos verticales paralelos al eje de rotación y con una velocidad vertical no mayor de 0,5 m/s.

En los "Voladores" y atracciones similares, la distancia vertical mínima entre la parte más baja del asiento y las áreas accesibles al público debe ser, como mínimo, de 2,7 m durante la rotación. La zona con menos de 2,7 m de distancia vertical libre se debe delimitar de acuerdo con los requisitos J1. Si la altura máxima del asiento es menor de 2,7 m se debe disponer de un sistema de delimitación de áreas que satisfaga los requisitos J3, y que deje una distancia horizontal libre de 0,5 m desde el asiento; asimismo, las aberturas de entrada y de salida deben cumplir los requisitos K1.

El contorno exterior de los asientos o góndolas giratorios debe tener una distancia horizontal mínima de 0,5 m hasta los objetos fijos.

6.2.1.2 Unidades de pasajeros

Las atracciones para niños (rotación circular) deben tener una plataforma de rotación sólida debajo de las unidades de pasajeros, salvo que los pasajeros estén perfectamente sujetos por medio de recintos cerrados o dispositivos de restricción que limiten sus movimientos. Las puertas de las unidades de pasajeros de los tiovivos para niños que están previstas como un dispositivo de restricción o que si se abren podrían sobresalir del perímetro de la plataforma de rotación, deben estar equipadas con un dispositivo de bloqueo que sólo se pueda abrir desde el exterior.

Las puertas de acceso a "torbellinos" giratorios deben proporcionar un entorno cerrado completo y sólo se deben abrir hacia el interior, pero con la cerradura accionada desde el exterior.

Las góndolas y los coches suspendidos mediante cables de acero o cadenas de eslabones deben tener un sistema de suspensión tal que, en caso de fallo de uno de los elementos de suspensión, no se produzca una situación de peligro.

6.2.1.3 Dispositivos de restricción de movimientos

Los dispositivos de restricción de movimientos de las atracciones de esta categoría, que tengan una velocidad de rotación de más de 8 rpm y una velocidad que exceda el valor de $v = 3$ m/s, deben cumplir como mínimo los siguientes requisitos:

- A1 colectivo;
- B2 posición de bloqueo ajustable;
- C2 bloqueo manual realizado por el pasajero;
- D2 desbloqueo manual realizado por los operadores o asistentes;
- E1 sin sistemas de advertencia;
- G1 seguridad a prueba de fallos no obligatoria.

Las restricciones para las atracciones de esta categoría utilizables sólo por niños deben cumplir, como mínimo, los siguientes requisitos:

- A1 colectivo;
- B2 posición de bloqueo ajustable;
- C3 bloqueo manual realizado por operadores o asistentes;
- D2 desbloqueo manual realizado por operadores o asistentes;
- E1 sin sistemas de advertencia;
- G1 seguridad a prueba de fallos no obligatoria.

6.2.2 Norias gigantes, balancines (con y sin motor)

Estas atracciones giran únicamente alrededor del eje horizontal principal (con o sin tracción mecánica).

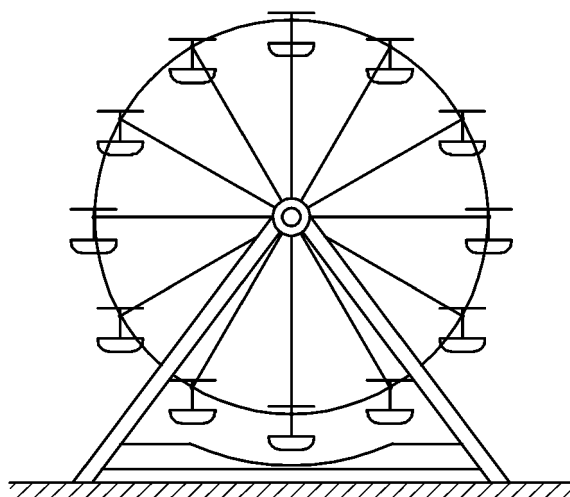


Figura 27 – Eje horizontal principal. Góndolas fijas o rotatorias

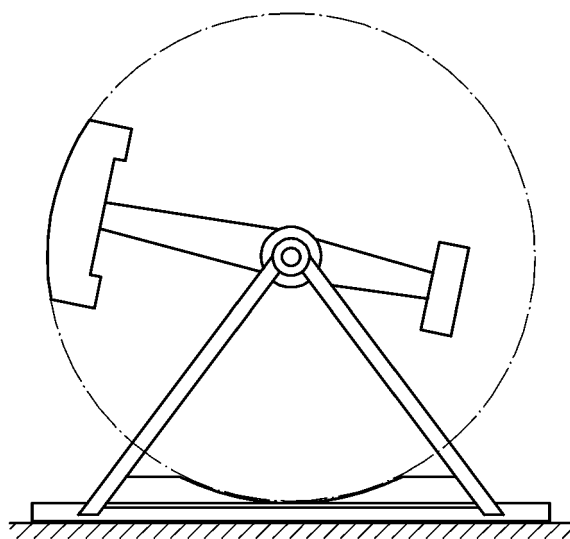


Figura 28 – Barca de eje horizontal conectada rigidamente al brazo del contrapeso (con tracción mecánica)

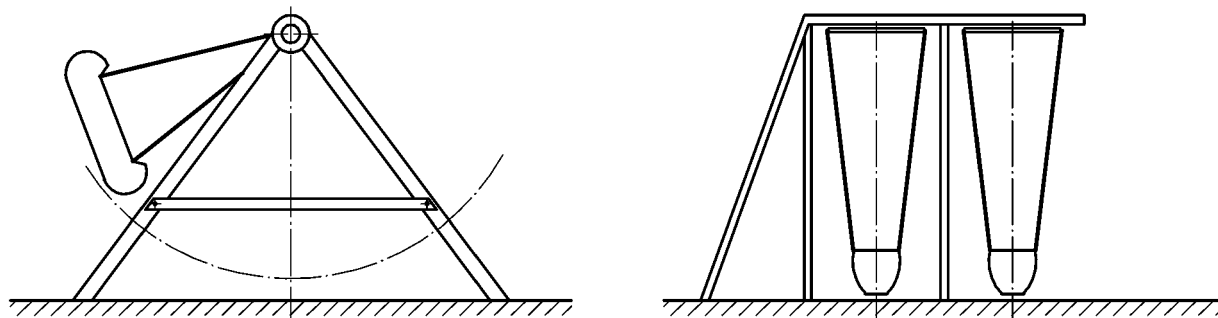


Figura 29 – Un eje horizontal sin tracción mecánica

6.2.2.1 Sistemas de delimitación de áreas y aberturas de acceso y salida

Generalidades

Los sistemas de delimitación de áreas para el público en general deben cumplir los requisitos J3. Las aberturas deben cumplir los requisitos K2 y permitir el cierre físico (por ejemplo, mediante cadenas) para impedir la entrada durante la sesión de funcionamiento de la atracción.

Los sistemas de delimitación de áreas para balancines sin tracción mecánica deben cumplir con requisitos J3, pero el tipo de vallas puede ser el siguiente:

- una barandilla de 1 m de altura con una barra intermedia a media altura. La distancia desde la trayectoria del balancín o góndola debe satisfacer las condiciones del apartado 6.1.6.1. En el interior de la zona vallada debe existir espacio suficiente para el operador. El espacio entre dos balancines paralelos debe estar protegido por una valla.

6.2.2.2 Unidades de pasajeros

Las góndolas de los balancines deben tener barandillas a una altura no inferior a 1 m medida desde el suelo de la góndola. Si la distancia vertical entre el borde superior de la pared vertical y la barandilla es mayor de 0,4 m, se deben colocar barras adicionales intermedias. Las góndolas solo para niños deben tener estas dimensiones reducidas a 0,7 m y 0,25 m respectivamente.

Las góndolas de las norias gigantes, si no están diseñadas como cabinas cerradas o no cumplen con las distancias de seguridad indicadas en el punto d) del apartado 6.1.6.1.2, deben tener protecciones para impedir el contacto de las partes en movimiento con los pasajeros (se debería poner una especial atención para impedir el enganche de los cabellos largos). El cerramiento de las aberturas de acceso a las góndolas debe tener una altura mínima de 1 m, y de 1,1 m si las góndolas alcanzan más de 12 m sobre el nivel del suelo. En las norias gigantes para niños de hasta 8 años de edad (130 cm), donde la altura de caída sea inferior a 6 m, la altura del cerramiento puede ser de 0,7 m.

6.2.2.3 Dispositivos de restricción de movimientos

Las góndolas sin motor donde, durante el funcionamiento, los pasajeros puedan situarse boca abajo, deben estar equipadas con arneses, correas para los pies u otros medios equivalentes. Las góndolas accionadas por motor donde, durante la rotación, los pasajeros puedan estar temporalmente boca abajo, y donde la aceleración vertical (de cabeza a pies) sea menor de 0,2 g, deben estar equipadas con dispositivos de restricción redundantes, conformes con el requisito H3.

6.2.2.4 Varios

Los balancines deben estar provistos de frenos que no detengan o bloqueen las góndolas de manera demasiado brusca.

En los balancines para niños de menos de 10 años de edad, la distancia entre el suelo de la góndola y el eje de rotación no debe exceder de 3 m. Se debe evitar el movimiento de la góndola por encima del eje horizontal de rotación. No se requieren frenos si el operador puede detener la góndola a mano.

6.2.3 Montañas rusas, montañas acuáticas, atracciones oscuras, trenes y otras atracciones similares, guiadas mediante raíles o canales

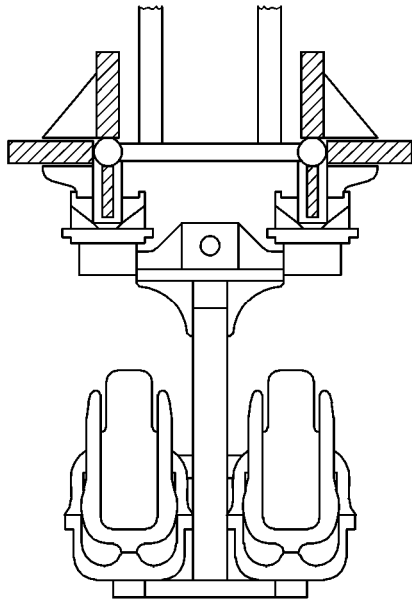


Figura 30a

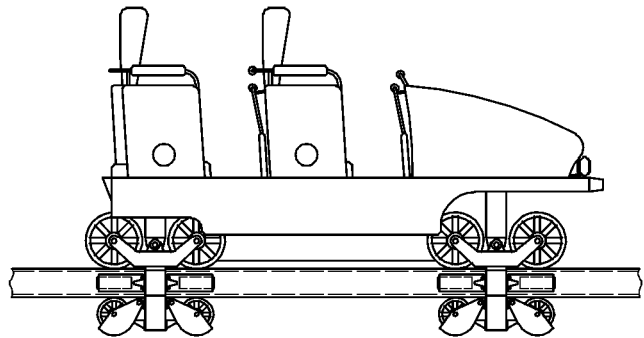


Figura 30b

Figura 30 – Dispositivos guiados por pistas

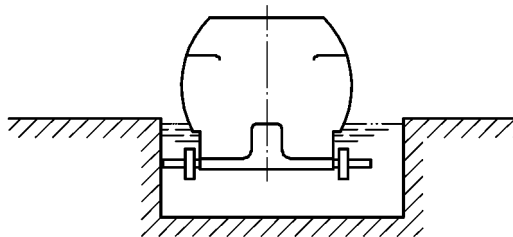


Figura 31 – Dispositivos guiados por/a través de canales

6.2.3.1 Sistemas de delimitación de áreas y aberturas de entrada y salida

Los sistemas de delimitación de áreas para el público en general deben cumplir los requisitos J3.

Los accesos a las zonas de carga deben cumplir los requisitos K3 para impedir el acceso de pasajeros antes de que el tren se haya detenido. Las salidas deben cumplir los requisitos K3.

Las atracciones para niños guiadas mediante raíles, con tracción mecánica, en las que la velocidad no exceda de 2,0 m/s y que puedan ser detenidas en 2 m por el operador, deben disponer de un sistema de delimitación de áreas que cumpla los requisitos J3. Las aberturas de entrada y salida deben cumplir los requisitos K1.

Los trenes miniatura no requieren ningún sistema de delimitación de áreas en los parques de atracciones si cumplen las siguientes condiciones:

- a) la ruta del tren está claramente aislada de otras atracciones, tiendas o carreteras;
- b) el tren está conducido por un operador;
- c) la velocidad del tren no excede de 5 m/s;
- d) disponen de sistemas acústicos de advertencia;
- e) en los cruces a nivel existen advertencias acústicas y ópticas.

Los sistemas de delimitación de áreas de la estación deben cumplir los requisitos J3.

6.2.3.2 Unidades de pasajeros

Los vehículos se deben diseñar de manera que:

- a) los pasajeros en su interior y en el exterior no puedan entrar en contacto con ninguna parte en movimiento;
- b) los brazos o las manos de los pasajeros no puedan resultar dañados o aplastados por los coches anteriores o posteriores;
- c) el chasis y la superestructura de los vehículos tengan suficientes grados de libertad y de separación para seguir los cambios de inclinación transversal, curvas, badenes y canales, manteniendo la separación admisible.

Cuando pueda haber contacto entre los vehículos o con los elementos de guiado, los vehículos deben estar equipados con parachoques delanteros y/o traseros montados a la misma altura. Los parachoques se deben diseñar con suficiente altura para que, en el caso de giro durante el contacto, por ejemplo, como consecuencia del balanceo longitudinal o transversal de uno de los vehículos, se produzca el solapamiento de los mismos. Como mínimo, un parachoques por coche debe tener amortiguación mediante muelles para absorber los choques, y dicha amortiguación se debe diseñar como una función de respuesta a la velocidad nominal. Se puede prescindir de los amortiguadores si los coches están protegidos contra colisiones mediante un sistema de control de zonas.

6.2.3.3 Dispositivos de restricción de movimientos

Cuando sea necesario, las unidades de pasajeros deben estar equipadas con dispositivos de restricción de movimientos que sean conformes con lo establecido en el apartado 6.1.6.2.4.1.

6.2.3.4 Varios

Los elementos de guiado de coches y trenes deben asegurar que el contacto con la vía se mantiene bajo cualquier circunstancia, disponiendo para ello de ruedas de guía, ruedas de retención o sistemas equivalentes adecuados para este fin. En el diseño de los elementos de guiado se deben tomar disposiciones especiales para asegurar que, aún en el caso de pérdida de una rueda de tracción, de una rueda de guía o de una rueda de retención, el vehículo o el tren no se salga de los raíles. Los neumáticos de las ruedas, ruedas de guía y las ruedas de retención están sujetos a desgaste. El grado de desgaste permitido debe estar especificado por límites exactos.

Los movimientos laterales de los vehículos y de las góndolas deben estar restringidos para prevenir colisiones con otros coches o góndolas de pistas adyacentes o con objetos fijos. Las distancias de seguridad se deben tomar desde los extremos de los vehículos o góndolas.

Las góndolas pendulares o las unidades de pasajeros similares deben estar provistas de dispositivos para limitar las oscilaciones laterales o longitudinales de la góndola durante la carga y descarga de pasajeros (véase también el apartado 5.4.4.2).

6.2.3.5 Railes

6.2.3.5.1 Sistemas de control de zonas

Si varios vehículos o trenes están en funcionamiento en el sistema al mismo tiempo, la atracción debe disponer de un sistema automático de control de separación de vehículos o trenes para evitar las colisiones entre ellos. Véase el anexo D para obtener una información más completa sobre los sistemas de control.

El sistema se debe basar en el control completo de la vía, dividiéndola en zonas de control, ninguna de las cuales puede estar ocupada por más de un tren o vehículo al mismo tiempo. Las zonas de control deben estar separadas unas de otras mediante frenos de seguridad.

Las subidas se pueden considerar como zonas de control que no necesitan un freno de seguridad al final si el vehículo o el tren se puede detener con seguridad antes de entrar en la siguiente zona de control.

Los sistemas de control de zonas no necesitan ser a prueba de fallos en las zonas de carga y descarga si la velocidad máxima del coche o tren en esas zonas no excede de 1,0 m/s y los vehículos están provistos de parachoques adecuados.

6.2.3.5.2 Dispositivos de seguridad a lo largo de las vías, frenos

Los vehículos deben ser frenados al final del descenso por medio de frenos de parada después de cada viaje. En caso de retraso durante el cambio de pasajeros, cualquier riesgo de colisión con los vehículos que vienen detrás se debe prevenir con garantía absoluta utilizando medios apropiados.

En los tramos de descenso, los frenos de seguridad se deben distribuir teniendo en cuenta la distancia mínima prevista entre vehículos o trenes consecutivos, de manera que siempre exista un freno entre dos vehículos / trenes.

Los frenos de seguridad deben ser a prueba de fallos y deben estar diseñados para detener el coche o el tren en las condiciones más favorables.

Se deben prever frenos operacionales para detener los coches o trenes automáticamente en la distancia más corta posible, teniendo en cuenta la deceleración máxima permitida (véase también el apartado 5.4.3.4).

Consecuentemente, los frenos no deben bloquearse o agarrotarse y, por tanto, se deben aplicar de una forma controlada y progresiva. Se pueden considerar dos tipos diferentes de frenos:

- a) frenos accionados (cerrados) mediante muelles o dispositivos similares y desconectados (abiertos) por medio de dispositivos neumáticos o similares;
- b) frenos accionados por medio de sistemas neumáticos o similares y desconectados mediante muelles o sistemas similares.

El primer tipo de freno citado en el punto a) se puede considerar, bajo ciertas condiciones adicionales, un sistema de frenos a prueba de fallos.

El uso de los sistemas de freno no considerados a prueba de fallos que se citan en el punto b), se pueden permitir como frenos de seguridad bajo las siguientes condiciones:

- 1) se dispone de una redundancia adecuada de unidades de frenado independiente para la situación más desfavorable, quedando el freno operativo durante, al menos, tres frenadas adicionales después de que se produzca una pérdida de presión en el sistema de frenado;
- 2) las partes mecánicas de las unidades de frenado se diseñan y calculan con los coeficientes de seguridad apropiados indicados en el apartado 5.3;
- 3) todas las funciones y estados de funcionamiento del sistema de frenado son controlados y supervisados por un sistema de control a prueba de fallos;

- 4) la presión de funcionamiento del fluido se mantiene controlada automáticamente por el elemento generador y, en cada unidad de frenado, una pérdida de presión indica un caso de emergencia para todo el sistema.

La máxima deceleración no debe exceder de 0,7 g para frenadas de emergencia y de 0,5 g para frenadas normales (frenos de servicio), a no ser que se instalen elementos especiales para los pasajeros (barandillas, etc.).

6.2.4 Coches de choque, vías rápidas/go-karts, minimotos para niños, atracciones de agua y barcas, montañas de agua, toboganes, etc.

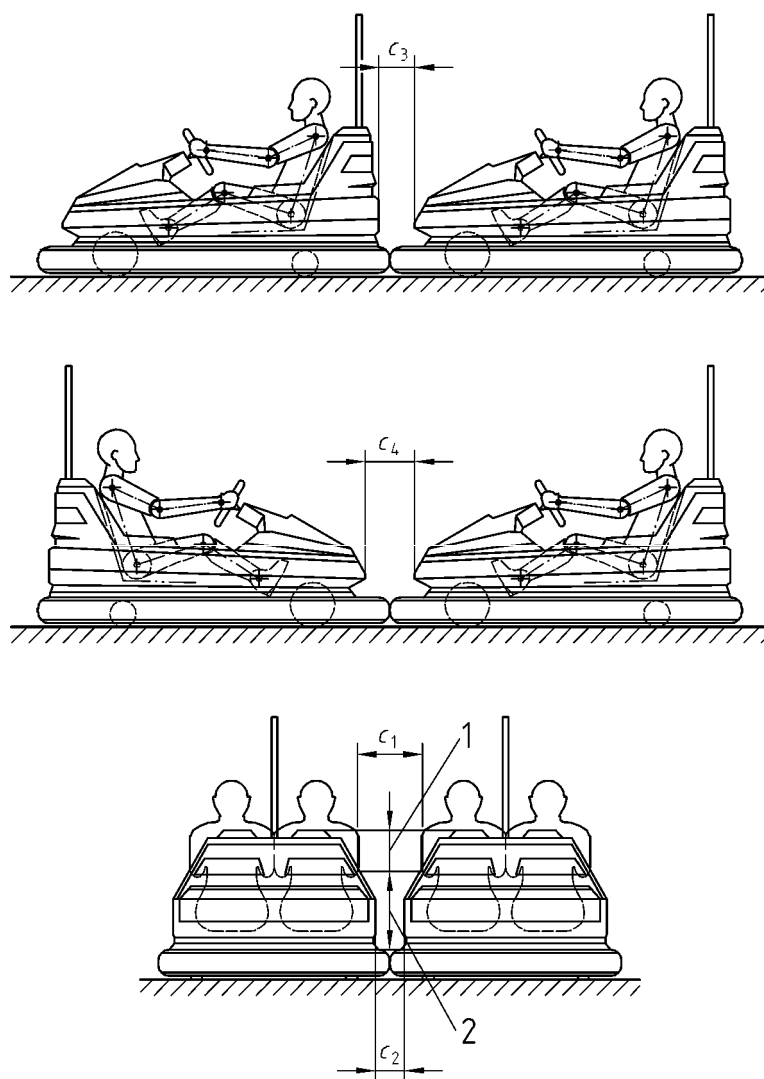
6.2.4.1 Coches de choque

6.2.4.1.1 Generalidades

Los coches de choque deben disponer de las siguientes distancias mínimas de seguridad:

Tabla 13
Distancias de seguridad para los coches de choque

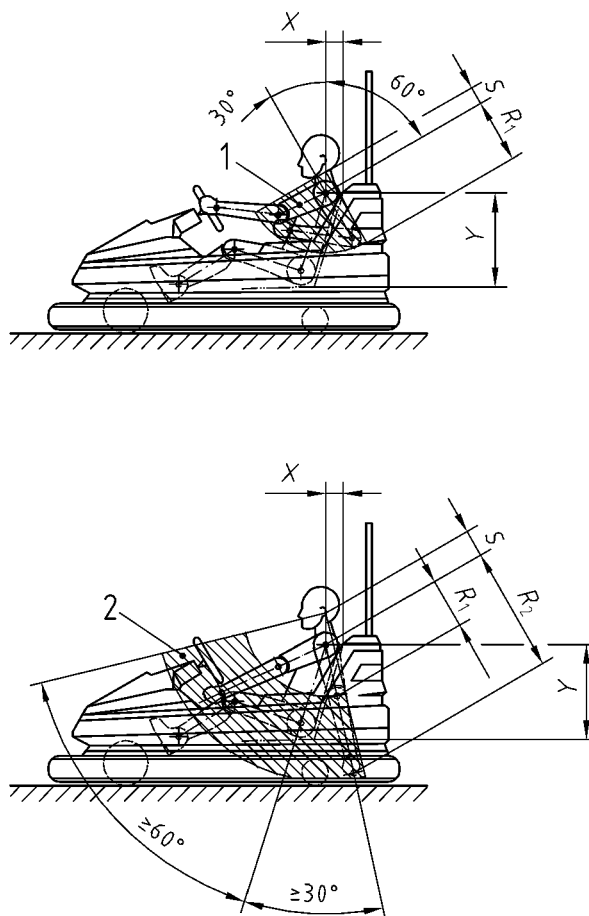
Clases definidas por la altura o edad del pasajero		X	Y	S	R 1	R 2	C 1 ^a	C 2 ^a	C 3 ^a	C 4 ^a
Pasajeros de 4 a 8 años	mín.	70	320	25	175	400	70	45	90	100
	máx.	85	400	30	230	515				
Pasajeros de 8 a 12 años	mín.	85	400	30	230	515	85	60	120	150
	máx.	100	435	35	275	620				
Pasajeros (y niños acompañados)	mín.	100	435	35	275	620	100	85	140	200
	máx.	120	550	50	310	725				
^a C 1, C 2, C 3 y C 4 son las distancias de seguridad mínimas (espacios vacíos) entre las partes rígidas de la carrocería (excluidas las protecciones de caucho y similares que no puedan causar daño) en posición estática.										



Leyenda

- 1 Zona 1
- 2 Zona 2

Figura 32 a – Coche de choque



Leyenda

- 1 Zona 1
- 2 Zona 2

Figura 32 b – Coche de choque

6.2.4.1.2 Sistemas de limitación de áreas y aberturas de entrada y salida

Los sistemas de limitación de áreas para el público en general en la pista de conducción deben cumplir los requisitos II. Las entradas y salidas deben cumplir los requisitos K1.

La pista de conducción debe estar rodeada por una solera de suficiente altura que impida que los coches se salgan de la pista. No se permiten soleras soportadas por muelles. La solera debe ser suficientemente fuerte para resistir el impacto de los coches a la máxima velocidad.

6.2.4.1.3 Unidades de pasajeros

Los vehículos de choque deben estar diseñados de manera que los pasajeros no puedan ser expulsados. Los vehículos han de estar rodeados por bandas amortiguadoras de material flexible o por bandas neumáticas inflables que deben sobresalir lo necesario para proporcionar las distancias de seguridad indicadas en el apartado 6.2.4.1.1. Las bandas fijadas a los vehículos que se usen en la misma atracción deben tener la misma altura en todos los vehículos y estar a la misma altura respecto al borde de la solera o barrera perimetral de la pista.

Todas las partes móviles u otras partes peligrosas de los vehículos que puedan producir lesiones, deben estar:

- a) diseñadas para eliminar el riesgo de lesiones;
- b) protegidas para minimizar las posibles lesiones causadas por impactos.

6.2.4.1.4 Dispositivos de restricción de movimientos

Los coches de choque deben estar equipados con cinturones de seguridad u otros dispositivos que tengan la misma efectividad, para impedir que los niños sufran lesiones a consecuencia de los impactos con otros vehículos. Cuando se utilicen cinturones de seguridad, éstos deben tener una anchura mínima de 25 mm.

Los coches de vía rápida deben estar equipados con cinturones de seguridad adecuados.

6.2.4.1.5 Varios

Las pistas de conducción deben estar suficientemente niveladas y sin discontinuidades para evitar la obstrucción del movimiento de los coches.

Los coches de choque se deben diseñar de manera que se minimice el riesgo de vuelco.

La velocidad de los coches de choque no debe exceder de 12 km/h. Los coches que sean usados por niños de hasta 8 años, sin acompañante, deben estar limitados a una velocidad máxima de 4 km/h.

Cuando se disponga de sistemas de absorción de choques de alta eficacia, la velocidad se puede aumentar hasta 14 km/h siempre que las fuerzas de impacto no excedan de las fuerzas obtenidas en un coche de choque convencional a una velocidad de 12 km/h.

La velocidad máxima de los vehículos en funcionamiento en una misma pista no debe variar más del 15%. La diferencia de masas entre los coches cargados (véase el apartado 5.3.3.1.2.1) que funcionen en la misma pista no debe exceder del 30%.

La instalación debe estar provista de un interruptor y de un dispositivo de parada de emergencia que permita al operador parar todos los vehículos desde la cabina de control.

6.2.4.1.6 Requisitos electromecánicos para los coches de choque

Los elementos de conducción eléctrica de los coches que no estén protegidos del contacto directo de las personas, deben alimentarse con una tensión máxima de 25 V de corriente alterna o 60 V (con un máximo de 10% de rizado) en corriente continua, suministrada por un transformador de seguridad aislado de acuerdo con la Norma Europea EN 61558-1, o por un generador equivalente.

Para los elementos conductores situados fuera del alcance normal de los pasajeros (alturas mínimas de 2,5 m sobre el suelo del vehículo), la tensión máxima no debe ser superior a 50 V en corriente alterna o 120 V en corriente continua con rizado despreciable, es decir, con un máximo del 10% de rizado, suministrada mediante un transformador de seguridad aislado conforme a la Norma Europea EN 61558-1 o un generador de corriente alterna o de corriente continua equivalente.

Los conductores eléctricos expuestos deben estar, al menos, a una altura de 2,5 m por encima del suelo del vehículo.

La red o placa de suministro de corriente situada en el techo, los conectores de los vehículos y la pista se deben diseñar y construir de manera que se minimice el riesgo de lesiones en los ojos como consecuencia de partículas y chispas.

Se deben tomar las siguientes medidas:

Para pistas de conducción de hasta 200 m², la red o placa de suministro de corriente debe estar firmemente conectada a la fuente de alimentación en dos puntos como mínimo. Las pistas mayores de 200 m² se deben conectar como mínimo en tres puntos de alimentación.

Toda red de suministro de corriente debe ser de malla metálica (preferiblemente hexagonal) con un diámetro de alambre comprendido entre 1,2 mm y 1,4 mm. La anchura de los huecos de la malla no debe exceder de 40 mm.

Las redes pueden ser de acero o de otros materiales adecuados (por ejemplo, cobre, latón, aluminio).

Las redes se deben tensar con placas de fijación, de manera que no sufran deformaciones o movimientos importantes debidos a la presión de los conectores.

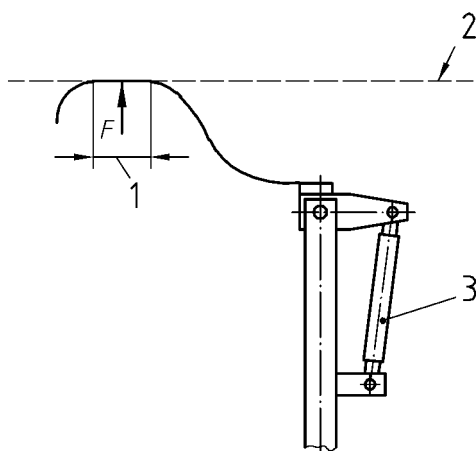
Los alambres de acero deben estar galvanizados antes de formar la malla. La red de suministro de corriente se debe fijar a una distancia uniforme no menor de 2,5 m por encima del suelo del vehículo.

Todas las redes de suministro de corriente deben ser de acero galvanizado o de un material alternativo adecuado (por ejemplo, cobre, latón, aluminio).

Los vehículos deben estar equipados con escobillas de contacto fabricadas de acero o bronce que se aprieten contra el suelo mediante un muelle cargado con una fuerza F de 10 N como mínimo (véase la figura 34).

La toma de corriente (véase la figura 33) debe estar fabricada de acero y formada con el radio más amplio posible, de manera que el contacto de la toma de corriente con la red se realice en tres puntos como mínimo. Debería oscilar con facilidad y ejercer una fuerza constante Z sobre la red de suministro de 10 N como mínimo. La toma de corriente puede ser de acero o de otro material alternativo adecuado (por ejemplo, cobre, latón, aluminio).

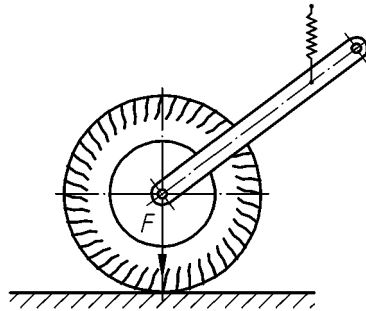
Las conexiones deben estar espaciadas por igual alrededor del perímetro de la red o de la placa de suministro de corriente.



Leyenda

- 1 Zona de contacto
- 2 Red de suministro de corriente
- 3 Muelle
- F Fuerza de contacto

Figura 33 – Ejemplo de una toma de corriente típica desde la red



Leyenda

F Fuerza de contacto

Figura 34 – Fuerza de contacto de una escobilla de contacto contra el suelo

Las planchas que forman la pista deben ser lisas; los paneles deben tener un buen contacto eléctrico a través de los bordes o por otros medios. Deben estar conectados al polo negativo de la fuente de alimentación de energía en dos puntos opuestos con el fin de evitar diferencias de potencial peligrosas.

Las placas de la pista deben estar conectadas a todas las estructuras metálicas circundantes.

6.2.4.2 Vías rápidas / Go-Karts

NOTA Estos requisitos son específicos para los go-karts de parques de atracciones y ferias. No obstante, también se pueden aplicar para evaluar la conformidad de los go-karts que entran en el objeto y campo de aplicación de la Directiva de Máquinas 98/37/CE.

6.2.4.2.1 Sistemas de limitación de áreas y aberturas de entrada y salida

Para prevenir la entrada de público general en la pista, las pistas rápidas deben estar protegidas por un vallado de 0,5 m de altura mínima medida desde la solera de la vía, pero en ningún caso a menos de 1,0 m sobre el nivel del suelo accesible al público (el sistema de delimitación de áreas debe cumplir los requisitos I3). Las entradas y salidas deben cumplir los requisitos K2. La zona de conducción ha de estar rodeada por una barrera de altura suficiente para prevenir la salida de los coches de la pista. No se permiten barreras soportadas por muelles. La solera debe ser suficientemente robusta para resistir el impacto de los coches a la máxima velocidad.

6.2.4.2.2 Unidades de pasajeros

La pista rápida y los coches se deben diseñar de manera que se minimice el riesgo de vuelco. Factores tales como la inclinación, la velocidad, el peralte y la anchura de la pista se deben tomar en consideración. Cuando los adelantamientos estén permitidos, la pista debe tener como mínimo tres veces la anchura del coche.

Los coches para pistas rápidas deben estar protegidos mediante defensas que impidan cualquier contacto entre las ruedas y/o los chasis de los coches.

6.2.4.2.3 Dispositivos de restricción de movimientos

Los coches para pistas rápidas deben ir provistos de cinturones de seguridad en bandolera ajustables para cada uno de los pasajeros, de una anchura mínima de 25 mm, y deben cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- A 2 individual;
- B 2 ajustable;
- C 2 bloqueo manual realizado por el pasajero;
- D 1 desbloqueo manual realizado por el pasajero;
- E 1 sin sistemas de advertencia;
- F 1 manual;
- G 1 sin seguridad adicional obligatoria.

6.2.4.2.4 Varios

La velocidad de los coches no debe exceder de 30 km/h en una pista rápida.

Los coches utilizados por niños de hasta 8 años no acompañados deben tener la velocidad limitada a un máximo de 4 km/h.

Los coches que funcionan mediante un motor de combustión interna deben tener una bandeja protectora debajo del motor y de las conducciones de combustible.

El motor debe estar situado en un lugar donde no sea peligroso para los pasajeros en caso de que se incendie. Se deben tener en cuenta las normas europeas relativas a los motores que utilizan fueloil.

Las pistas de conducción deben ser lisas, niveladas y construidas con un material apropiado para tal propósito.

La instalación debe disponer de un dispositivo que permita al operador detener todos los vehículos desde el punto de control.

6.2.4.3 Minimotos para niños

6.2.4.3.1 Sistemas de delimitación de áreas y aberturas de entrada y salida

Para prevenir la entrada de público general a la pista, el sistema de delimitación de áreas debe cumplir los requisitos J3. Las aberturas de entrada y salida deben cumplir los requisitos K1. La zona de conducción debe estar protegida por una barrera o una solera suficientemente alta para impedir atropellos por los vehículos. No se permiten barreras soportadas por muelles. La solera debe ser suficientemente robusta para resistir el impacto de los vehículos a la máxima velocidad.

6.2.4.3.3 Unidades de pasajeros

Las minimotos se deben diseñar de manera que el riesgo de vuelco se reduzca al mínimo.

Las minimotos deben estar equipadas con parachoques adecuados que sobresalgan 10 cm como mínimo de los puntos extremos del vehículo. Los parachoques de los vehículos que se utilicen en la misma atracción deben estar ajustados a la misma altura en todos los vehículos y a la misma altura con respecto al borde de la solera o de la barrera.

Se debe prestar especial atención para asegurar que la motocicleta es estable tanto durante su funcionamiento como en caso de impactos.

Se deben tomar precauciones especiales para asegurar una segura acomodación y protección de los pasajeros.

El sillín debe disponer de un respaldo acolchado y de una caja adecuada o equivalente. También debe disponer de un reposapiés integrado para proteger a los pasajeros de impactos y evitar su caída.

6.2.4.3.3 Dispositivos de restricción de movimientos

No existen requisitos especiales.

6.2.4.3.4 Varios

La velocidad máxima de las minimotos no debe exceder de 3,5 km/h.

6.2.4.4 Atracciones con barcas

6.2.4.4.1 Generalidades

En este apartado no se contemplan los deportes acuáticos y de transporte de público.

6.2.4.4.2 Sistemas de delimitación de áreas y aberturas de entrada y salida

En los laterales de las vías de agua debe haber un área de acceso de una anchura mínima de 0,5 m.

La zona de embarque y desembarque debe estar claramente marcada y disponer de unos accesos fáciles y seguros para entrar y salir de las barcas.

6.2.4.4.3 Unidades de pasajeros

Véanse los requisitos generales especificados en el apartado 6.1.6.

6.2.4.4.4 Dispositivos de restricción de movimientos

Véanse los requisitos generales especificados en el apartado 6.1.6.2.

6.2.4.4.5 Varios

La profundidad del agua no debe ser mayor de la estrictamente necesaria por razones técnicas. Cuando la profundidad del agua exceda de 0,7 m, se han de tomar medidas de seguridad adecuadas para evitar el ahogamiento de los usuarios en caso de que la barca haga agua o vuelque.

Cuando las barcas impulsadas por motor funcionen en canales de una sola dirección, la velocidad máxima no debe exceder de 15 km/h. Cuando en un lago cerrado funcionen libremente varias barcas, la velocidad máxima permitida no debe exceder de 8 km/h.

Con el fin de asegurar un funcionamiento seguro, el número de barcas permitidas para navegar al mismo tiempo en una zona se debe restringir de acuerdo con la superficie de agua disponible. Como mínimo se debe disponer de las áreas siguientes:

- 15 m²/barca con una velocidad máxima de hasta 8 km/h;
- 30 m²/barca con una velocidad máxima mayor de 8 km/h.

Las barcas que funcionan mediante un motor de combustión interna deben tener una bandeja protectora debajo del motor y de las conducciones de combustible. El motor debe estar situado en un lugar donde no produzca lesiones a los pasajeros en caso de incendio.

Deben existir medios para poder recoger todas las barcas en caso de emergencia.

6.2.4.5 Montañas acuáticas (Flume rides)

6.2.4.5.1 Sistemas de delimitación de áreas y aberturas de entrada y salida

Durante la carga y descarga de pasajeros, la velocidad relativa entre la barca y la plataforma de acceso no debe exceder de 0,5 m/s.

La distancia mínima entre la pared de la barca y la pared del canal debe ser de 0,12 m en condiciones normales de flotación. En la zona de espera, la distancia entre la pared de la barca y la plataforma de acceso o de salida se debe reducir hasta 0,05 m aproximadamente. Para el cambio de separación se deben tener en cuenta consideraciones especiales.

Medidas en milímetros

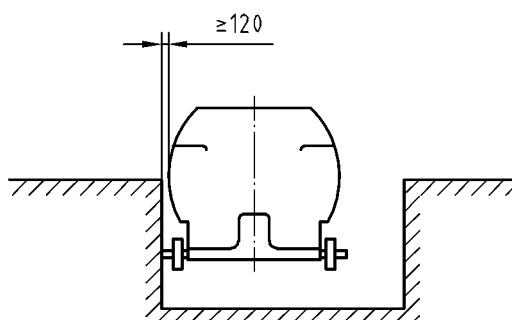


Figura 35 – Distancia mínima a las paredes del canal

6.2.4.5.2 Unidades de pasajeros

La barca debe ir provista de barandillas y reposapiés adecuados para permitir que los pasajeros contrarresten por sí mismos las fuerzas que se producen durante la deceleración de la barca.

Se deberían instalar acolchados para proteger contra daños a los pasajeros que vayan sentados en la parte delantera en caso de que puedan ser proyectados contra el panel frontal.

La figura 36 muestra la altura de la pared lateral (borda) al asiento.

Véanse también los requisitos generales en el apartado 6.1.7.

Medidas en milímetros

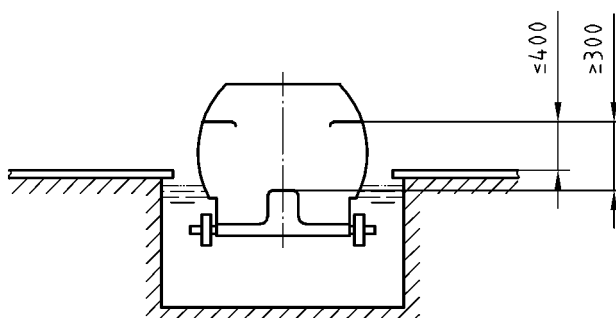


Figura 36 – Altura mínima y máxima del escalón y altura de la pared lateral

6.2.4.5.3 Dispositivos de restricción de movimientos

En las barcas de las montañas acuáticas no se requieren dispositivos de restricción si la deceleración longitudinal media durante el frenado no excede de 0,7 g, si la pendiente hacia abajo no excede de 35° y si la aceleración de cabeza a pies es mayor de +0,2 g en todos los lugares. En este caso no es necesario aplicar el "diagrama de restricciones" (véase la figura 22).

6.2.4.5.4 Varios

Se deben instalar sistemas de control de zonas automáticos a prueba de fallos en aquellas zonas del canal en las que, debido a la velocidad, las colisiones entre barcas puedan producir lesiones a los pasajeros.

Consecuentemente, deberían existir medios para separar las barcas en los remotes o en las zonas previas a las pendientes, y las zonas de pendiente se deben considerar como zonas de control.

Se deben instalar sistemas a prueba de fallos para evitar que cualquier barca entre en una zona de control de pendiente si al final de la pendiente no está garantizado el nivel mínimo de agua necesario para una deceleración segura.

Para conocer los requisitos generales de los sistemas de control de zonas véanse también los apartados 6.2.3.5.1 y 6.2.3.5.2. Véase también el anexo D para los sistemas de control de zonas.

6.2.4.6 Toboganes, rampas de deslizamiento, etc.

6.2.4.6.1 Generalidades

Se deben tener en cuenta los requisitos indicados a continuación como complemento a, o en lugar de, los incluidos en las normas europeas sobre los equipos para parques infantiles contemplados en la Norma Europa EN 1176 (todas las partes). Los toboganes con una altura mayor de la indicada en la Norma Europea EN 1176-3 no están excluidos de ser considerados como atracciones.

6.2.4.6.2 Sistemas de delimitación de áreas y aberturas de entrada y salida

En las zonas donde los pasajeros puedan acceder al área de deslizamiento o a la zona de frenado, los sistemas de delimitación de área para el público en general deben cumplir como mínimo los requisitos I3. Los accesos a las zonas de carga y de frenado deben cumplir los requisitos K2 a fin de prevenir el aplastamiento de los usuarios. Las aberturas de salida deben cumplir los requisitos K1.

6.2.4.6.3 Unidades de pasajeros

Se deben instalar medios (sacos, esteras, correderas, etc.) para que el pasajero esté sentado durante el recorrido cuando sea necesaria una protección adicional contra cortes y quemaduras.

6.2.4.6.4 Dispositivos de restricción de movimientos

No se precisan requisitos especiales.

6.2.4.6.5 Varios

Los canales o valles de deslizamiento deben estar completamente lisos a lo largo de todo su trayecto. Solamente se permiten solapamientos en el sentido del deslizamiento. En canales simples, las paredes laterales del canal deben tener una altura mínima de 0,45 m y estar redondeadas en el borde superior.

El final del tobogán debe estar construido de manera que el usuario pueda completar el recorrido sin asistencia.

La configuración longitudinal del canal debe ser tal que no se produzcan velocidades excesivas teniendo en cuenta las aceleraciones ejercidas sobre los pasajeros y las distancias de parada que se necesitan. El riesgo de que el usuario se despegue de la superficie del tobogán debe estar reducido al mínimo.

En caso de toboganes de varios canales debe existir una división interna (entre canales) no menor de 10 cm.

6.2.5 Espectáculos adicionales, casetas, tómbolas y puestos de venta, espejos grotescos, casetas de espectáculos, laberintos, mazos, suena la campana y similares

6.2.5.1 Casetas de espectáculos, espejos grotescos

6.2.5.1.1 Casetas de espectáculos

Los dispositivos donde los pasajeros se pueden subir deben estar situados de manera que en la zona circundante se tenga en cuenta este tipo de riesgo. Cuando exista la posibilidad de caídas, por ejemplo desde posiciones elevadas, redes elevadas, equipamientos de aventura, etc., además de eliminar las partes de la estructura que puedan causar lesiones, sobre una zona amplia se deben colocar superficies adecuadas que absorban los impactos.

Cuando la posibilidad de caídas forme parte de la atracción, por ejemplo, en escaleras de cuerda inclinadas, especialmente con dispositivos que mantienen el giro, entonces se debe disponer de material de alto nivel de absorción, por ejemplo, espuma gruesa, colchonetas de goma o inflables.

Las superficies deben ser lisas y estar exentas de astillas (lijadas donde sea necesario si son de madera) para minimizar el riesgo de lesiones. Se deben elegir los materiales más favorables para evitar superficies peligrosas, por ejemplo, evitar materiales que se astillen, especialmente donde el cuerpo pueda estar en estrecho contacto con la superficie como ocurre en los toboganes o en sus divisiones.

Todos los clavos, tornillos, componentes y accesorios con ángulos sobresalientes se deben rebajar, hundir o proteger debidamente. Las argollas de sujeción de los sacos de arena para boxeo, las cuerdas de subida y las mallas a nivel de suelo deben estar protegidas.

No se permiten elementos sobresalientes o punzantes. Siempre que sea posible las superficies deben ser lisas.

Determinados dispositivos giratorios, con tracción motorizada o no, deben estar regulados para que no excedan la velocidad máxima permitida. También deben disponer de una superficie deslizante lisa y de un material de absorción de impactos en el punto límite del recorrido, por ejemplo, en las plataformas y jaulas horizontales rotatorias, así como en plataformas de ejes inclinados.

Cuando los usuarios pasen de la posición de pie a la de sentado para iniciar el descenso por un tobogán o por un tubo inclinado, se deben colocar elementos de agarre seguros en posiciones adecuadas y que al mismo tiempo no puedan producir lesiones. En estos sitios se deben instalar plataformas de acceso. [Cuando el dispositivo sea sólo para niños, las dimensiones mínimas se pueden encontrar en la Norma Europea de equipamiento de las áreas de juego (EN 1176-1)].

Todas las partes motorizadas de una atracción se deberían analizar en cuanto a posibles atrapamientos o aplastamientos. Se debe disponer de dispositivos de parada de emergencia, así como de una estrecha supervisión por parte del operador. Los riesgos derivados del tránsito de superficies en movimiento a superficies estacionarias se deben reducir al mínimo, por ejemplo, mediante protecciones tipo peine.

Los dispositivos no motorizados tales como pasillos de rodillos, cintas transportadoras de rodillos múltiples horizontales, rodillos piramidales, secciones de subida y bajada sobre el suelo, a menudo unidos mediante muelles para el retorno, deben disponer de refuerzos suplementarios tales como barras paralelas para que los participantes se soporten a sí mismos. También deben estar equipados con resguardos adicionales para que las personas no puedan caerse por las aberturas del suelo, escaleras abajo o contra las barras de protección de las galerías. En mecanismos accionados por el peso del usuario, se debe eliminar la posibilidad de que éste quede atrapado por los pies o los brazos.

Los dispositivos tales como columpios, balancines, etc., deben estar protegidos (por ejemplo, mediante vallas, sistemas de delimitación de zonas) para impedir el acceso a los puntos críticos de sus recorridos. Se debe tener en cuenta el abuso de estas medidas. Se puede requerir la limitación del arco de recorrido, así como el acolchamiento de los extremos.

Los trampolines y otros dispositivos de salto se deben emplazar en sitios donde el terreno circundante no pueda producir lesiones.

En los dispositivos con suelos articulados, incluidos aquellos que se mueven con el peso de las personas, se debe prestar una especial atención a las separaciones entre los bordes móviles y las paredes laterales, teniendo en cuenta la seguridad de una persona caída y, particularmente, la de los niños.

Se debe tener en cuenta el riesgo de asfixia, particularmente de los niños pequeños que puedan haber quedado atrapados entre los elementos de un dispositivo de salto inflable, por ejemplo, entre el borde del suelo y las paredes laterales.

Las piscinas de bolas y dispositivos similares, donde un niño pueda quedar “enterrado”, necesitan ser estudiados para impedir que se produzcan lesiones. Se deben dotar de una supervisión continuada.

En dispositivos tales como caminos de tablas, puentes oscilantes, caminos de piedras y rodillos de acero se deben colocar carteles que indiquen claramente la necesidad de utilizar calzado para evitar lesiones a causa de astillas, etc.

En dispositivos tales como toboganes, tubos, torbellinos, discos giratorios, etc., donde el calzado duro no es aconsejable, se deben colocar carteles de aviso que indiquen claramente la obligatoriedad de no llevar calzado, pues otros participantes pueden ser golpeados por dicho calzado. El siguiente cartel, perfectamente legible, debe estar situado en el exterior de estas atracciones: “Esta atracción es sólo para personas en buenas condiciones físicas. Requiere esfuerzo físico”.

Un elemento esencial para disfrutar con seguridad del entorno de una caseta de espectáculos es una supervisión atenta y adecuada. Los supervisores deben actuar de inmediato para evitar lesiones, por ejemplo, parando la atracción. El supervisor debe controlar comportamientos inadecuados o avisar a los participantes de sus actos peligrosos. La supervisión se puede complementar con sistemas de control remoto tales como circuitos cerrados de TV, pantallas de presentación visual o espejos. Los puntos de observación se deben situar en lugares adecuados desde donde se tenga una visión general de las actividades dentro de la caseta de espectáculos.

6.2.5.1.2 Espejos grotescos

En las salas de espejos grotescos no se permiten escalones.

Los espejos deben ser de cristal de seguridad.

No se permiten objetos sobresalientes o punzantes. Siempre que sea posible, las superficies deben ser lisas. Para otros requisitos análogos véase también el apartado 6.2.5.1.1.

6.2.5.2 Tómbolas y puestos de venta

Todas las superficies con una superficie de terreno mayor de 50 m² deben tener, como mínimo, dos salidas distintas con una anchura mínima de 1,0 m cada una. Para más de 100 m² debe haber, como mínimo, dos salidas opuestas.

Los puestos de lanzamiento de pelotas y similares deben estar equipados con redes de seguridad o paredes suficientemente resistentes para proteger al público general del riesgo de lesiones durante el juego. La posición de los operadores debe estar protegida de la misma forma.

6.2.5.3 Mazo, suena la campana, e instalaciones similares

La instalación debe estar anclada al suelo de forma segura (véase el apartado 5.5).

El yunque o placa de golpeo debe estar fijada de manera que no pueda soltarse.

La atracción completa debe estar rodeada por una valla perimetral. Las distancias de seguridad desde el yunque deben estar de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1.4.2.2 (distancias generales de seguridad). Además, los espectadores deben estar a una distancia de seguridad de 3,0 m como mínimo del yunque para evitar el peligro del alcance del martillo.

Cuando se utilicen detonadores o dispositivos de explosión similares, alrededor de los puntos conflictivos se deben instalar protecciones adecuadas contra astillas y fragmentos.

6.2.6 Graderíos temporales, pistas, etc.

6.2.6.1 Graderíos temporales

Cuando en un graderío temporal al aire libre una fila de asientos tenga únicamente un pasillo lateral, el número de asientos por fila no debe exceder de 16. Cuando haya dos pasillos laterales en los extremos de las filas, el número de asientos por fila no debe exceder de 32. Cuando la diferencia de altura entre las filas sea mayor de 32 cm, sólo se permiten 11 y 22 plazas respectivamente.

Las salidas de emergencia deben tener una anchura mínima de 1 m para aforos de 450 personas al aire libre, y de 1 m para aforos de 150 personas bajo cubierta. La anchura mínima de la salida de emergencia en ningún caso será inferior a 1 m. El acceso a cada fila siempre debe estar al mismo nivel que el escalón adyacente.

Cuando sólo se pueda estar de pie, la anchura mínima por persona debe ser de 50 cm y el fondo máximo de las filas será de 45 cm. En estos casos, la máxima capacidad de personas (por ejemplo, para la anchura de las salidas) se debe calcular en función del área disponible.

El suelo de los graderíos debe estar firmemente sujeto a la estructura de soporte para impedir su deslizamiento (véase el apartado 5.5).

Cuando el acceso sea posible por debajo de los graderíos, se deben instalar protecciones contra la caída de objetos.

El diseño de la estructura debe evitar la acumulación de basura.

Los asientos deben tener una anchura mínima de 44 cm y estar fijados a la estructura de soporte. Los asientos de cada fila deben estar fijados unos a otros o al suelo. La distancia mínima entre filas de asientos debe ser de 45 cm.

6.2.6.2 Pistas

En una carpa de circo, la pista debe estar separada de la zona de asientos por medio de una barrera sustancialmente sólida de, al menos, 40 cm de altura. En las carpas de circo, pese a lo indicado en el apartado 6.1.5.2, el número admisible de personas dependerá del número de asientos (por ejemplo, de los graderíos).

6.2.7 Casetas y caravanas de tiro al blanco, dispositivos de tiro

6.2.7.1 Sistema de delimitación de área y aberturas de entrada y salida

Las casetas de tiro deben estar completamente cerradas en sus laterales y en el techo, así como en la dirección de tiro. Se debe tener mucho cuidado, mediante la aplicación de medidas estructurales, para garantizar que nadie resulte herido como resultado del rebote de un disparo.

La pared del fondo de una galería de tiro debe ser vertical y construida con una lámina de acero de 1,5 mm de espesor mínimo.

Las paredes laterales y el techo de las galerías de tiro deben ser de un material que pueda retener las balas dentro de la galería.

La lámina de acero debe estar fijada firmemente en la base sobre la que se asiente y no debe mostrar signos de poder moverse hacia delante o hacia atrás; no se deben utilizar tornillos o clavos con cabeza redonda. Los clavos o tornillos que se utilicen para la fijación del recubrimiento de acero deben ser de cabeza avellanada. Cuando se utilice angular de acero, no se debe insertar en la cara en la que se reciban los disparos.

Para cada tirador debe existir una anchura mínima de 80 cm. Si las casetas o caravanas están cerradas tal como se menciona en los párrafos anteriores no se necesitan sistemas adicionales de delimitación de área.

Cualquier puerta de acceso o de salida en las paredes laterales se debe diseñar como puerta con cierre y con las mismas características que las paredes laterales. El ángulo máximo de apertura debe ser de 90°.

6.2.7.2 Varios

El sistema de alumbrado debe estar adecuadamente protegido contra balas erráticas o rebotadas.

Si existen dispositivos para fijar los blancos delante de la pared del fondo, se deben instalar medios para que los proyectiles no reboten [por ejemplo, capas colgadas libremente de material de lana o de material flexible (sarga o yute)].

Si, no obstante, los blancos se fijan directamente sobre la pared trasera, o si existe alguna otra razón por la cual no se puedan colgar capas de material entre los blancos y la pared del fondo, entonces esta pared se debe construir de manera que no se produzcan rebotes peligrosos (por ejemplo, utilizando láminas de acero de poco espesor o material de relleno en la parte de atrás).

Cualquier objeto que esté suspendido con fines decorativos entre el punto de disparo y el blanco debe estar diseñado o colocado de manera que no produzca rebotes; tales objetos deben estar a una distancia mínima de 2,5 m del punto de disparo.

6.2.7.3 Armas

Sólo se pueden utilizar los siguientes tipos de armas, que no sean automáticas o semiautomáticas:

- Armas con un calibre de hasta 5,5 mm, para las cuales la energía en la boca de tiro no debe de ser mayor de 7,5 Nm. El gatillo no debe estar fijado mediante un muelle en espiral y debe estar diseñado de manera que el arma no pueda dispararse como consecuencia de un impacto sobre la culata o en el mecanismo de tiro, o a causa de una pequeña vibración. En el caso de aquellas armas que no se tengan que cargar y montar manualmente antes de efectuar nuevos disparos (de tiro continuo), el personal de operación debe poder interrumpir el disparo por medio de algún dispositivo adecuado.
- Rifles diseñados para uso en el interior que utilicen cartuchos de fuego anular de hasta 4,5 mm.
- Las pistolas y otras armas con una longitud de hasta 60 cm solamente se pueden utilizar cuando estén restringidas a un campo fijo de tiro.
- Ballestas cuyas flechas tengan una energía cinética no mayor de 2 Nm.

Las armas deben estar sujetas a las leyes nacionales vigentes.

6.2.7.4 Munición

Solo se pueden usar los siguientes tipos de munición:

- disponibles comercialmente, tales como balas de plomo ligero, balas redondeadas o balas de diábolo;
- cartuchos de fuego anular de 4,5 mm con una carga media como máximo;
- municiones para rifles de aire comprimido;
- flechas con plumas para ballestas.

La munición debe estar sujeta a las leyes nacionales vigentes.

6.2.7.5 Blancos

En las casetas de “tiro fotográfico”, las cubiertas de las cámaras y los “flashes” deben estar diseñados e instalados de manera que no puedan explotar, ni que los proyectiles puedan rebotar.

Los blancos deben estar situados, como mínimo, a 2,8 m desde la posición de tiro cuando se usen armas de aire comprimido y a 5,5 m cuando se use munición con detonador.

Los accesorios de las galerías de tiro sobre los que se sujetan tubos para introducir flores se deben montar de manera que sus superficies horizontales superiores queden horizontales o inclinadas hacia la parte posterior. El lado frontal vertical debe estar inclinado formando un ángulo de 20° como mínimo con respecto a la vertical y en dirección hacia atrás y, cuando el accesorio no esté fabricado de acero, se debe recubrir con una lámina de acero de 2 mm como mínimo de espesor. La distancia entre los soportes de estos accesorios debe ser tal, que si son alcanzados por un disparo no se produzca vibración.

Los accesorios de las galerías de tiro utilizados para sostener los blancos y los indicadores de aciertos se deben diseñar y fijar de manera que sólo puedan ser accionados desde el punto del disparo. Los elementos que sustentan las figuras utilizadas como blancos y los dispositivos de soporte se deben proteger de los "disparos" por medio de medidas constructivas adecuadas. El embudo debe estar confeccionado de manera que los disparos que impacten no puedan rebotar, incluso si impactan en un ángulo. Los blancos estáticos y los móviles se deben diseñar y fabricar de manera que no se produzcan rebotes al disparar, incluso cuando los proyectiles impacten en un ángulo. Los blancos para flechas con plumas deben estar fabricados con madera blanca exenta de nudos o con un material de efectividad equivalente.

Las casetas de tiro en las que se utilicen tanto flechas con plumas como armas de fuego de disparo blando, deben estar divididas en diferentes áreas de tiro separadas mediante paredes.

6.3 Sistemas mecánicos

6.3.1 Dispositivos hidráulicos y neumáticos

6.3.1.1 Requisitos generales

La seguridad adecuada de los equipos hidráulicos y neumáticos se debe demostrar por medio de los planos de fabricación, los cálculos, los diagramas de circuito aplicables y una descripción funcional de la planta.

En caso de fallo, los dispositivos deben tomar la posición intrínsecamente segura. El primer fallo del sistema debe ser detectable. En este caso, un fallo posterior no necesita tenerse en cuenta (véanse las Normas Europeas EN 982 y EN 983).

NOTA El primer fallo no conduce a una situación peligrosa y es detectado.

6.3.1.2 Diseño

Todos los émbolos, cilindros, tuberías y accesorios asociados que estén sometidos a presión, se deben diseñar para que puedan soportar al menos dos veces la presión máxima de trabajo de los equipos hidráulicos y 1,5 veces la de los equipos neumáticos sin que se produzca distorsión permanente o fallo. Para cilindros o líneas de conexión no se deben utilizar materiales frágiles. Los émbolos y los cilindros se deben montar de manera que sólo estén sometidos a cargas axiales.

6.3.1.3 Límites de desplazamiento

Se deben instalar medios efectivos para impedir que los émbolos se desplacen fuera de los límites del cilindro.

6.3.1.4 Tuberías

Las tuberías se deben fijar de manera que no sufran tensiones excesivas. Se debe prestar especial atención a las uniones, codos, accesorios y a cualquier sección del sistema sometida a vibraciones.

El montaje de las tuberías se debe realizar de manera que se puedan inspeccionar en toda su longitud.

6.3.1.5 Mangueras

Las mangueras de presión deben poder soportar cinco veces la presión de trabajo máxima admisible. Las mangueras hidráulicas deben ser adecuadas para el tipo de fluido hidráulico utilizado en el sistema.

Las mangueras se deben instalar de manera que se eviten las curvas cerradas y los rozamientos o atrapamientos por elementos en movimiento de las máquinas. El fabricante debe especificar los intervalos de tiempo en que las mangueras deberían ser reemplazadas.

6.3.1.6 Depósito

Los depósitos de fluido hidráulico deben ser de construcción rígida y disponer de ventilación adecuada y efectiva a la atmósfera. El recubrimiento interior del depósito debe resistir las características químicas y la gama de temperaturas del fluido.

Debe estar provisto de un filtro de aire, un filtro para el fluido y un indicador de nivel. El depósito para funcionamiento normal debe tener al menos un 10% más de capacidad de la necesaria a fin de garantizar un flujo ininterrumpido del fluido hacia la bomba. Se debe colocar una etiqueta que muestre claramente el tipo de fluido hidráulico utilizado en el sistema.

6.3.1.7 Ventilación

Los circuitos hidráulicos deben estar provistos de un sistema de purga que permita el escape del aire.

6.3.1.8 Límites de presión

El sistema hidráulico o neumático debe incorporar una válvula de descarga de presión colocada entre la bomba y la válvula antirretorno. La válvula de descarga de presión debe estar tarada a una presión de no más del 10% (neumática) o del 20% (hidráulica) por encima de la presión máxima normal de trabajo, pero a una presión mayor que la requerida para prevenir que la válvula de descarga de presión se accione durante las condiciones normales de trabajo. La estabilidad de los cilindros se debe calcular aplicando 1,4 veces la carga de trabajo. Se debe realizar el cálculo de fatiga de los cilindros.

6.3.1.9 Fallo de seguridad

Si debido a un fallo de las tuberías o de las mangueras se puede producir una situación de peligro, se debe colocar directamente en el cilindro una válvula antirretorno, una válvula de control de caudal o una válvula contra la rotura de tuberías.

6.3.1.10 Controles

En el sistema hidráulico se debe prever la instalación de un manómetro para facilitar el control de la presión de trabajo y la regulación de la válvula de descarga de presión.

6.3.1.11 Velocidad de descenso

En caso de fallo o mal funcionamiento de los sistemas hidráulico o neumático, la máxima velocidad de descenso no debe exceder de 0,5 m/s en cualquier parte del equipo donde vayan pasajeros, a no ser que existan dispositivos de absorción del choque que prevengan a los pasajeros de impactos indebidos.

6.3.1.12 Protecciones

Todas las válvulas deben estar protegidas contra manipulaciones no autorizadas.

6.3.1.13 Emergencias

Cuando sea necesario, se debe instalar un sistema de emergencia manual para facilitar la recuperación de los pasajeros desde una posición peligrosa en caso de fallo en el sistema de suministro de energía.

6.3.1.14 Limpieza

Todos los filtros instalados deben tener un grado de filtración suficiente y han de estar montados en el lado de presión de la bomba. Cuando la posición de seguridad del sistema dependa de un flujo libre del fluido de retorno al depósito, se debe evitar la instalación de un filtro en dicha tubería de retorno. Todos los fluidos se deben filtrar cuando se introducen en el sistema. Cada sistema que se pone en funcionamiento se debe someter a una limpieza adecuada a los componentes utilizados.

6.3.2 Ascensores o unidades de elevación que forman parte integral de una atracción

NOTA Estos ascensores son una parte integral de la atracción y no se pueden utilizar para los fines generales de los ascensores normales.

6.3.2.1 Unidades elevadoras

6.3.2.1.1 Frenos para unidades elevadoras

Las unidades elevadoras (elevadores de cadenas y cable) deben estar equipadas con sistemas efectivos de frenado u otros dispositivos equivalentes que puedan parar, de forma segura, los movimientos del equipo con sus cargas y a su velocidad normal, manteniéndolos en la posición de parada.

Los frenos deben ser de accionamiento automático cuando existan cortes de energía.

Las unidades elevadoras se deben instalar de manera que no se pueda interrumpir la conexión entre el freno y el tambor o el rodillo de accionamiento.

6.3.2.1.2 Limitación del movimiento de elevación y de descenso

Para evitar un mal funcionamiento del sistema de mando se deben instalar dispositivos que sean conformes con la Norma Europea EN 60204-32, que deben incluir:

- interruptores preliminares para iniciar una parada controlada dentro de los límites superior e inferior del elevador;
- interruptores automáticos de límite que impidan una incorrecta dirección del elevador en sus límites de recorrido;
- interruptores de límite último, de tipo de seguridad, que actúen de forma mecánica directa para desconectar la fuente de alimentación eléctrica principal del dispositivo elevador. Los actuadores de estos interruptores deben ser independientes de otros interruptores;
- topes mecánicos en los límites inferior y superior.

6.3.2.1.3 Protección contra sobrecargas

Si existe peligro de sobrecargas, las máquinas deben estar equipadas con un sistema apropiado de protección contra tales sobrecargas. Esto no se aplica cuando el número de personas esté limitado o fijado por el número de asientos, sitios o plazas previstas.

6.3.2.1.4 Protección del cable o cadena destensados

La maquinaria debe estar equipada con un dispositivo que detecte que el cable o la cadena están destensados y, que al activarse, corte todos los movimientos operacionales, excepto la elevación a velocidad lenta.

6.3.2.1.5 Sistemas de seguridad

Las máquinas que dispongan de una barquilla de elevación destinada a elevar personas y que puedan subir a más de 1,5 m, deben estar equipadas con un dispositivo de seguridad.

El equipo de seguridad debe funcionar mediante un sistema limitador de velocidad que la mantenga a un máximo de 1,4 veces la velocidad nominal.

Cuando se use más de un sistema de seguridad, sus elementos actuadores deben estar conectados mecánicamente para asegurar que se ponen en funcionamiento al mismo tiempo.

El sistema de seguridad debe cortar el suministro de energía a la unidad de elevación.

Si la cadena o el cable del limitador de velocidad se rompen o se destensan, el suministro de energía a la unidad de elevación debe quedar cortado.

En las unidades de elevación que utilicen tornillo sinfín, engranajes de piñón y cremallera o impulsores hidráulicos de acción directa, se deben instalar dispositivos de seguridad equivalentes.

6.3.2.1.6 Elementos de suspensión

Las unidades de elevación que utilicen sistemas de cable o de cadena se deben dimensionar de acuerdo con el espectro de cargas y la categoría del tiempo de utilización. La relación entre la carga mínima de rotura de un cable o cadena y la máxima fuerza en éstos debe ser como mínimo de 6 para unidades elevadoras destinadas a llevar personas, y de 5 como mínimo para las demás unidades elevadoras.

Si se realiza un cálculo detallado de la vida a la fatiga teniendo en cuenta los parámetros realistas de cadena/cable, y se obtiene un coeficiente de seguridad suficiente contra el periodo de rechazo mínimo para un mínimo de un año, no se necesita tener en cuenta el coeficiente de seguridad indicado en el párrafo anterior. La aplicación de este método requiere inspecciones visuales no destructivas conforme se determina para el cálculo de vida.

Todos los cables o cadenas de una unidad elevadora deben ser del mismo tamaño, calidad y fabricación.

La resistencia a tracción de los alambres de los cables de suspensión no debe ser menor que la correspondiente a una categoría de resistencia nominal de 1 570 N/mm².

Los tambores de los cables deben estar provistos de estrías. Cuando la barquilla de elevación esté en su posición más baja, en el tambor del cable deben quedar como mínimo dos vueltas de cable.

La relación entre el diámetro de las poleas y de los tambores medidos en la línea central del cable y el diámetro nominal del cable se expresa como (D/d) .

Las normas existentes aplicables a los cables de alambres solamente se deben utilizar si se puede demostrar que las condiciones de aplicación son válidas para el uso previsto del cable. En todos los demás casos, se deben utilizar cálculos de fatiga para justificar la relación (D/d) , teniendo en cuenta los efectos que incluyen: velocidad del cable, tipo de cable, características funcionales dinámicas, espectro de la gama de tensiones y el número de ciclos de carga.

La relación (D/d) se puede determinar para las siguientes categorías:

- Categoría A dispositivo de elevación sin pasajeros o personas expuestas.
- Categoría B dispositivo de elevación con pasajeros con una velocidad $v \leq 1$ m/s y una altura de elevación inferior a 2 m.
- Categoría C dispositivo de elevación con pasajeros o personas expuestas y una velocidad $v > 1$ m/s o una altura de elevación superior a 2 m.

En las categorías A y B, la relación (D/d) se debe calcular de acuerdo con las normas apropiadas, teniendo en cuenta los parámetros aplicables.

En la categoría C se debe realizar un cálculo detallado de fatiga y la relación (D/d) obtenida no debe ser inferior a 30.

Se debe disponer de medios para igualar las tensiones en los cables o cadenas cuando más de un cable o cadena esté fijada a un punto de suspensión.

Como elementos de suspensión sólo se pueden utilizar cadenas de tipo eslabón o de rodillos.

Las poleas de los cables, las ruedas de cadenas o las ruedas dentadas, deben estar equipadas con resguardos que impidan que los cables o cadenas se salgan de las estrías o de los dientes.

Las terminaciones de los cables o cadenas deben tener una carga de rotura mínima de, al menos, el 80% de la carga de rotura mínima del cable o de la cadena.

6.3.2.1.7 Accionamiento mediante sistemas hidráulicos

Para estos tipos de unidades de elevación véase también el apartado 6.3.1 (dispositivos hidráulicos y neumáticos). Las unidades de elevación se deben diseñar de manera que en el caso de una fuga hidráulica no se produzcan situaciones de peligro.

Las unidades de elevación que funcionan directamente mediante cilindros deben disponer de válvulas para evitar el descenso incontrolado en caso de fallo o rotura de la tubería o de la manguera.

6.3.2.1.8 Accionamiento mediante tornillos sinfín

Para evaluar los esfuerzos de diseño de los tornillos sinfín y de las tuercas se debe realizar un cálculo de fatiga y en estático para el material utilizado de acuerdo con el apartado 5.6.

El mecanismo del tornillo sinfín se debe diseñar para impedir la separación entre la barquilla de elevación y el mecanismo durante su uso normal.

Cada tornillo sinfín debe tener una tuerca de seguridad de material y tamaño equivalente. La tuerca de seguridad sólo debe entrar en carga si fallan las tuercas que soportan la carga. El ascenso de la barquilla de elevación desde su posición de acceso no debe ser posible cuando la tuerca de seguridad esté bajo carga. El tornillo sinfín debe tener una resistencia al desgaste mayor que la de las tuercas.

Debe ser posible inspeccionar el desgaste de las tuercas de carga sin necesidad de realizar un gran desmontaje.

Los tornillos sinfín se deben fijar mediante dispositivos en ambos extremos para prevenir que las tuercas de seguridad y de soporte de carga se desplacen más allá de cualquiera de los dos extremos.

6.3.2.1.9 Accionamiento mediante piñón y cremallera

Para evaluar los esfuerzos de diseño de los impulsores de piñón y cremallera se debe realizar un cálculo de fatiga y en estático para el material utilizado de acuerdo con el apartado 5.6.

Cualquier piñón de arrastre o de seguridad debe estar siempre acoplado a la cremallera en, al menos, 2/3 de la anchura del diente y 1/3 de la profundidad del mismo.

Debe ser posible realizar el examen visual de los piñones sin necesidad de desmontarlos o de realizar un gran desmontaje de los componentes estructurales.

6.4 Fabricación y suministro

6.4.1 Generalidades

El fabricante debe asegurar que todos los requisitos contenidos en las especificaciones de diseño se han aplicado en su totalidad en la atracción completa, y que la calidad de la fabricación cumple las especificaciones de diseño. En la aprobación final esto debe ser confirmado por un organismo notificado.

6.4.2 Fabricación

6.4.2.1 Personal

El fabricante debe asegurar que las personas participantes en la fabricación de la atracción son competentes para llevar a cabo el trabajo, y que los soldadores están suficientemente cualificados y aceptados de acuerdo con las Normas Europeas EN 287-1 (acero) o EN 287-2 (aluminio). Cualquier montaje, modificación, ajuste o alteración de componentes debe ser realizada únicamente por personas con suficiente experiencia.

6.4.2.2 Subcontratos y suministros

Todos los materiales, partes, conjuntos o componentes implicados en la seguridad de la atracción, deben ser conformes con las especificaciones de diseño y con los requisitos de calidad de las normas europeas aplicables o de las normas nacionales equivalentes, donde sean aplicables. Todos estos elementos deben estar claramente marcados por los fabricantes, subcontratistas o suministradores para asegurar que se pueden identificar. Los certificados de los materiales o las especificaciones de los componentes deben ser proporcionados por los fabricantes y suministradores para la aprobación final.

6.4.2.3 Garantía de la calidad. Plan de calidad

6.4.2.3.1 Generalidades

Solamente personas suficientemente cualificadas se deben encargar de la fabricación de las atracciones. Se debe prestar especial atención a la inspección de los componentes y materias primas, incluyendo los consumibles, tanto los fabricados en el taller como los subcontratados. Cuando la revisión o las especificaciones de diseño (véase también los apartados 6.5.2 y 5.4) indiquen que determinadas partes son críticas para la seguridad, y se hayan especificado determinados ensayos, el fabricante debe asegurar que se han previsto los preparativos necesarios para los ensayos de aprobación inicial. En ciertos aspectos de la fabricación se requerirán ensayos no destructivos. El fabricante debe prestar atención al nivel de calidad especificado para cada componente de la atracción y determinar la norma de fabricación necesaria para obtenerlo de acuerdo con las especificaciones de diseño.

6.4.2.3.2 Requisitos de calidad

Como requisitos mínimos se deben aplicar las siguientes normas para garantizar la calidad de los diferentes procesos:

- EN 10160, Examen por ultrasonidos de los productos planos de acero de espesor igual o superiores a 6 mm (método de reflexión).
- EN 10164, Aceros de construcción con resistencia mejorada a la deformación en la dirección perpendicular a la superficie del producto. Condiciones técnicas de suministro.
- EN 10204, Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.

6.4.2.3.3 Certificados

La certificación de los materiales o componentes de acuerdo con la Norma Europea EN 10204 se debe realizar para, al menos, los elementos siguientes:

- acero para elementos portantes;
- componentes mecánicos normalizados, si no están acordados o realizados según un método general de cálculo.

Las mangueras hidráulicas o neumáticas, cilindros y émbolos, ganchos, ganchos de seguridad, grilletes, hebillas u otros accesorios se deben considerar como aceptados si están marcados por los fabricantes de acuerdo con las normas existentes.

Los recipientes a presión deben estar de acuerdo con la Norma Europea EN 286-1. Se deben respetar los requisitos adicionales de las normas europeas o, en ausencia de éstas, de los reglamentos y normas nacionales.

Los cables, cadenas, etc., se deben suministrar con los certificados que muestren, al menos, la carga de rotura mínima garantizada, el tipo y el tamaño.

6.4.2.4 Proceso de fabricación

6.4.2.4.1 Generalidades

Los fabricantes no deben desviarse de los requisitos indicados por el diseñador o por la entidad de inspección independiente. Si aparecen dificultades en el proceso de fabricación debidas a problemas no previstos por el diseñador, el fabricante no debe hacer modificaciones para eliminar esas dificultades sin consultar primero y obtener la conformidad del diseñador o de la entidad de inspección independiente.

6.4.2.4.2 Durabilidad

El diseñador debe especificar el método de protección o la frecuencia de inspección. Todos los componentes deben estar protegidos contra la degradación causada por la corrosión u oxidación mediante un método apropiado [para el acero, véase la Norma Europea EN ISO 12944 (todas las partes)]. Cuando se utilice acero estructural de sección hueca se debe prevenir la corrosión interna.

6.4.2.4.3 Soldeo

6.4.2.4.3.1 Generalidades

Si el procedimiento de soldeo apropiado para los materiales utilizados no está amparado por una norma, éste debe ser aprobado.

6.4.2.4.3.2 Acero

Los procedimientos de soldeo deben ser conformes con las Normas Europeas EN 288 (todas las partes), EN 729-2 y EN 729-3, y los soldadores deben estar aprobados de acuerdo con la Norma Europea EN 287-1.

El soldeo en atracciones, especialmente en las sometidas a condiciones de fatiga, solamente debe ser realizado por soldadores que posean la calificación de soldador para elementos sometidos a cargas de fatiga de acuerdo con las Normas Europeas EN 287 (todas las partes), EN 288 (todas las partes), EN 719, EN 729-2, EN 729-3 y EWF 1173, y la calificación adicional de acuerdo con esta norma (permiso extendido para atracciones y para componentes cargados dinámicamente).

Las soldaduras sometidas a tensiones fluctuantes, es decir, bajo condiciones de fatiga, deben tener una Calidad de Categoría “B” según lo especificado en la Norma Europea EN ISO 5817. Cuando se efectúe un cambio en el procedimiento de soldeo que pueda afectar a las propiedades del material respecto a tensiones y fatiga, se debe realizar una investigación especial y una posterior aprobación.

6.4.2.4.3.3 Aluminio

Los procedimientos de soldeo deben ser conformes con la Norma Europea EN 288 (todas las partes) y los soldadores deben estar aprobados de acuerdo con la Norma Europea EN 287-2.

El soldeo de partes de aluminio para atracciones, especialmente en las sometidas a condiciones de fatiga, solamente debe ser realizado por soldadores que posean la calificación para elementos sometidos a carga de fatiga de acuerdo con la Norma Europea EN 287 (todas las partes), EN 288 (todas las partes), EN 719, EN 729-2 y EWF 1173, y la calificación adicional de acuerdo con esta norma (permiso extendido para atracciones). Las soldaduras sometidas a tensiones fluctuantes, es decir, bajo condiciones de fatiga, deben tener una Calidad de Categoría “B” según lo especificado en la Norma Europea EN 30042. Cuando se efectúe un cambio en el procedimiento de soldeo que pueda afectar a las propiedades del material respecto a tensiones y fatiga, se debe realizar una investigación especial y una posterior aprobación.

6.4.2.4.4 Compuestos plásticos

Los compuestos plásticos que soportan cargas críticas de seguridad (FRP = plásticos reforzados con fibras) sólo deben ser fabricados por empresas que dispongan de medios y de personal para mantener la calidad necesaria.

En todos los casos, el suministrador debe facilitar información adecuada sobre los plásticos particulares, los aditivos y los refuerzos especificados en el diseño y utilizados en la fabricación, bien proporcionando certificados o bien dando los resultados de los ensayos. El proceso de fabricación debe estar adecuadamente especificado y controlado para asegurar la consistencia de las propiedades en el artículo final. Se debe realizar una recogida permanente de los datos esenciales relativos a la producción de los compuestos plásticos que vayan a soportar cargas, tales como:

- material de refuerzo, fibras, aditivos, resinas;
- temperatura, humedad, condiciones medioambientales;
- tipo de proceso de fabricación, número de capas, tipo de fibras, etc.;
- muestras de los compuestos de cada fabricación diferente obtenidas para los ensayos.

6.4.2.5 Medidas de seguridad que debe tomar el fabricante

6.4.2.5.1 Generalidades

El fabricante de las atracciones debe incluir todos los elementos de protección tales como resguardos necesarios para las partes peligrosas de la maquinaria, incluyendo las unidades motrices y los elementos de transmisión.

La posición del operador debe estar situada de tal modo que garantice un control fácil y seguro de la atracción.

El fabricante debe tener en cuenta la necesidad del operador de tener una visión clara y sin obstáculos de todas las áreas de funcionamiento. La posición del operador debe disponer de medios de acceso cómodos y seguros. La posición del operador debe estar iluminada adecuadamente.

NOTA Cuando el correcto funcionamiento de la atracción dependa de la iluminación, véase como guía la Norma Europea EN 1837.

Todas las partes de la atracción que requieran mantenimiento y/o inspección deben disponer de medios de acceso que sean cómodos y seguros, y una posición de trabajo segura para el personal de mantenimiento.

NOTA Debido a la variedad de atracciones existentes, esta norma no puede entrar en detalles acerca de las precauciones técnicas relativas a las actividades de trabajo. Para la determinación de procedimientos de trabajo seguros para los empleados y operadores se necesita realizar una evaluación del riesgo individual para obtener precauciones y soluciones técnicas detalladas. Para obtener más información acerca de la evaluación del riesgo se debe consultar el apartado 6.1.2 y el anexo I; para los métodos a seguir consúltase la Norma Europea EN 1050. Cuando sea posible, en la evaluación del riesgo se pueden tener en consideración las Normas Europeas EN 14122, EN ISO 12100, EN 294 y/u otras normas aplicables.

6.4.2.5.2 Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas y sus componentes deben estar de acuerdo con las Normas CENELEC y con el anexo de esta norma.

6.4.3 Suministro

6.4.3.1 Manuales

6.4.3.1.1 Generalidades

El fabricante debe proporcionar instrucciones comprensibles relativas al montaje, el funcionamiento y el mantenimiento. También debe proporcionar notas o detalles sobre las cualificaciones especiales del personal. Estas instrucciones deben estar escritas en el idioma del usuario. Además, se deben añadir en el libro de operaciones. Para una reventa de la atracción, el manual debe estar disponible en el idioma del nuevo usuario. El manual debe proporcionar, como mínimo, las indicaciones que se recogen a continuación.

6.4.3.1.2 Instrucciones de montaje y desmontaje

Estas instrucciones deben comprender:

- las especificaciones de los equipos especiales, herramientas, materiales o partes que se necesiten para el montaje o desmontaje seguro de la atracción;
- la información relativa a la preparación de las cimentaciones (si la atracción va a quedar fijar permanentemente);
- la secuencia de montaje para mantener la estabilidad;
- los procedimientos de arriostamiento y compactación para facilitar la nivelación, las tolerancias fuera de nivel, las indicaciones sobre el empaquetado adecuado y sus limitaciones, la difusión de cargas y los requisitos de lastres necesarios;
- los métodos correctos para conectar los sistemas eléctricos al suministro de energía y métodos para interconectar subconjuntos si es necesario;
- los pares de apriete para los tornillos o pernos críticos para la seguridad de la estructura;
- los programas de ensayos y de inspecciones para asegurar un correcto funcionamiento;
- los detalles de la puesta a tierra para la protección del alumbrado;
- los planos de la atracción, con indicación de los puntos especialmente sometidos a carga y la indicación de las cargas máximas que se pueden aplicar en esos puntos. Cualquier tipo de preparación para la cimentación también debe mostrarse en los planos.

6.4.3.1.3 Instrucciones de funcionamiento. Estas instrucciones deben comprender:

- la explicación detallada de los mandos y de sus funciones;
- los procedimientos recomendados de entrada y salida de pasajeros y todas las limitaciones necesarias para prevenir la sobrecarga estática de la atracción;
- las condiciones límite prescritas, indicando cualquier limitación para los pasajeros (si procede), las limitaciones de velocidad de funcionamiento, el tiempo del ciclo y el número máximo de pasajeros que se pueden transportar;
- todas las limitaciones relativas a la distribución de carga parcial o de cargas asimétricas en la atracción;
- los detalles de los sistemas de restricción de movimientos de los pasajeros y recomendaciones para su utilización;
- los procedimientos de evacuación de emergencia, incluyendo la evacuación tras un fallo del suministro de potencia;
- todas las limitaciones medioambientales, por ejemplo, condiciones de viento, lluvia, etc., durante las cuales la atracción no debería ponerse en funcionamiento.

6.4.3.1.4 Instrucciones de mantenimiento

Estas instrucciones deben comprender:

- una lista de los componentes que requieren una lubricación regular, los tipos de lubricantes adecuados y la frecuencia de lubricación;
- una explicación detallada de los mandos y de sus funciones en cuanto a inspección y mantenimiento;
- una lista de los componentes que requieren ser sustituidos regularmente, que incluya la periodicidad de sustitución expresada preferiblemente en horas de servicio;
- una lista de los componentes que requieren ser inspeccionados regularmente, que incluya la frecuencia recomendada de inspección (expresada preferiblemente en horas de servicio) y el método de inspección a seguir, por ejemplo, visual, ensayo no destructivo. Los componentes con tiempo de vida crítico en cuanto a seguridad deben estar expresamente identificados;
- una relación de todos los ensayos específicos que se deban realizar;
- las recomendaciones relativas a los ensayos eléctricos. Éstas deben incluir el ensayo de resistencia de aislamientos, continuidad de los conductores, protección de la continuidad de los conductores y evidencias de la efectividad de los sistemas de corte de corrientes residuales, cuando estén colocados;
- los métodos para probar la efectividad de los circuitos y mandos de enclavamiento;
- las recomendaciones relativas al mantenimiento eléctrico;
- los procedimientos para un aislamiento eléctrico seguro, de acuerdo con las normas europeas aplicables.

6.4.3.1.5 Información especial

Esta información debe incluir:

- avisos de que las piezas no se pueden sustituir sin comprobar que son conformes con las especificaciones originales;
- requisitos especiales para la puesta a punto de la atracción, incluyendo el método de inspección que se debe adoptar;
- los detalles de mantenimiento, servicio o reparaciones que puede realizar el propio usuario o personal cualificado, así como los detalles necesarios.

6.4.3.1.6 Planos y diagramas

Estos elementos deben incluir:

- un plano acotado de la atracción que muestre las dimensiones principales cuando esté montada y las distancias de seguridad recomendadas para cuando la atracción esté en movimiento;
- diagramas de todos los sistemas de mando (hidráulico, neumático, eléctrico/electrónico) en los que se utilicen símbolos normalizados.

6.5 Aprobación inicial, inspección y aceptación – Procedimientos recomendados

6.5.1 Generalidades

Cuando debido a los requisitos nacionales sea necesario realizar aprobaciones iniciales, inspecciones y ensayos, se deberían aplicar los siguientes procedimientos:

Se debe realizar una clara distinción, sin interdependencia económica, entre diseñadores, ingenieros, calculistas y organismos de inspección (entidad de inspección independiente de acuerdo con la Norma Europea EN 45004). Como regla general, todos los documentos de diseño importantes relativos a la seguridad, así como los de la atracción completa, deben estar sujetos a inspección y revisión. El certificado pertinente sólo se puede conceder una vez que la inspección haya sido superada. Los resultados de las diferentes inspecciones deben formar parte integral del libro de operaciones.

A: Procedimiento de aprobación previo a la entrega.

- A1 Aceptabilidad del diseño.
- A2 Verificación del diseño y de los cálculos.
- A3 Verificación de los productos manufacturados y conformidad de los materiales.
 - conformidad de los procedimientos de fabricación.
 - conformidad de los conjuntos fabricados.
- A4 Ensayo de aprobación.

La entidad de inspección acepta o rechaza la confirmación de la aprobación.

B: Inspecciones periódicas.

- B1 Inspección exhaustiva independiente.
- B2 Comprobación diaria.

C: Inspección después de una modificación, reparación o accidente, véanse los diferentes pasos descritos en el punto A.

Para otros detalles relativos a las diferentes etapas, véase el capítulo 7: “Funcionamiento de atracciones y estructuras”.

6.5.2 Aprobación inicial de las atracciones

6.5.2.1 Generalidades

La aprobación inicial de las atracciones debe comprender:

- revisión del diseño (véase el apartado 6.5.2.2);
- inspección del proceso de fabricación (véase el apartado 6.5.2.3);
- inspección inicial (véase el apartado 6.5.2.4).

6.5.2.2 Revisión de los documentos de diseño

6.5.2.2.1 Generalidades

Los documentos de diseño deben ser revisados, comprobados y aceptados en cuanto a:

- integridad;
- exactitud de todos los detalles de cálculo;
- exactitud de todas las hipótesis con respecto a los datos de entrada para el análisis estático;
- coherencia con esta y con otras normas aplicables, guías, especificaciones, y con el estado del arte.

Para la revisión del análisis de tensiones y fatiga, cuando se realice mediante ordenador, véase el apartado 5.4.1.

Los documentos de diseño relativos a:

- equipo hidráulico y neumático;
- equipo eléctrico y electrónico, incluyendo software;
- equipo mecánico y estructural;

deben ser revisados y aceptados.

Como mínimo, los documentos técnicos deben incluir los apartados mencionados en el apartado 5.1 de esta norma. Para la verificación de la aprobación inicial, los documentos deben proporcionar como mínimo la evidencia de los asuntos indicados a continuación.

6.5.2.2.2 Descripción de los procedimientos de instalación y de funcionamiento

- Deben proporcionar información referente a la instalación y funcionamiento de las atracciones.
- Deben describir también las etapas de los procesos complejos de instalación y de funcionamiento.
- Deben indicar el tipo de atracción, las características principales de diseño, las posibles variantes de instalación, las dimensiones principales y los requisitos de espacio de seguridad; si se exceden las dimensiones principales, las protecciones del contorno o vallados que se requieren, las dimensiones de las salidas y entradas, los procesos de trabajo y funcionamiento, los sistemas de movimiento, los modos de funcionamiento, velocidades, aceleraciones y posibles restricciones relativas al uso de la atracción.

Deben describir el funcionamiento del equipamiento hidráulico y neumático y su efecto combinado con el sistema eléctrico, a menos que esté muy claro en el diagrama de conexiones.

El diagrama de cableado eléctrico o las descripciones complementarias deben mostrar claramente:

- el tipo de corriente eléctrica, tensión nominal, intensidad de carga, tipo y potencia del transformador de tensión, alternadores o generadores e iluminación;
- el tipo y método de las medidas de seguridad para evitar contactos indirectos y/o accidentales.

Los dispositivos de seguridad que son o puedan ser efectivos en situaciones excepcionales (por ejemplo, iluminación de emergencia o medidas que permitan la parada segura de cualquier movimiento del equipo en caso de fallo del elemento motriz), así como los medios de protección contra el fuego, deben estar claramente indicados o descritos.

6.5.2.2.3 Planos

Los planos de fabricación deben reflejar todos los componentes y subconjuntos estructurales cuya rotura o fallo pudiera poner en peligro la capacidad portante, la estabilidad, así como la seguridad de funcionamiento del equipo. Los planos deben contener todas las indicaciones necesarias para permitir la inspección y la aceptación, es decir, dimensiones, secciones transversales, indicación de la especificación de los materiales, partes estructurales y medios de unión, velocidades y aceleraciones. Los planos deben ser de los siguientes tipos:

- Planos generales en planta, alzado y secciones, a una escala en la que todos los detalles necesarios se puedan ver claramente. El espacio de seguridad requerido para las partes móviles debe estar indicado.
- Planos de detalle de todos los componentes estructurales que no se puedan identificar con claridad en los planos generales, de las uniones y de todos los detalles estructurales, mecánicos o eléctricos, que sean relevantes para el funcionamiento seguro de la atracción, realizados a una escala mayor.

6.5.2.2.4 Análisis

Los análisis de tensiones y de fatiga de todos los componentes esenciales y críticos para la seguridad deben estar disponibles y constarán, como mínimo, del análisis y cálculo de los siguientes elementos:

- partes estructurales y mecánicas;
- partes hidráulicas y neumáticas;
- unidades de accionamiento, cojinetes;
- frenos y dispositivos de seguridad.

6.5.2.3 Inspección de los procesos de fabricación

6.5.2.3.1 Descripción. La inspección de los requisitos de fabricación que se indican seguidamente se debe realizar durante el proceso de fabricación. Como requisito general, se debe confirmar la conformidad de las piezas, conjuntos, componentes, así como su montaje y efectos combinados dentro de toda la instalación con los documentos de diseño aprobados. Esto debe quedar reflejado en un informe que, de una manera responsable, confirme la exactitud e idoneidad de los materiales empleados y el correcto montaje.

6.5.2.3.2 Requisitos de inspección. La inspección debe verificar como mínimo:

- a) la conformidad de las dimensiones principales, distancias y dimensiones de seguridad, así como el libre funcionamiento (sin problemas) de las partes móviles;
- b) la existencia de todos los componentes estructurales indicados en los documentos de fabricación;
- c) el cumplimiento de las dimensiones mayores de los componentes de fabricación portantes y de sus uniones. Los componentes o los grupos de componentes de fabricación inaccesibles solamente se deben desmontar cuando haya dudas respecto a la conformidad con las dimensiones o de que el montaje sea correcto;
- d) el cumplimiento del peso en el que se han basado los cálculos realizados para las piezas en las que un exceso de peso podría causar que se exceda la tensión admisible en uniones o componentes estructurales, o en las que una disminución en el peso podría afectar a la seguridad del equipo en cuanto a levantamiento, deslizamiento o vuelco;
- e) la conformidad de los certificados requeridos concernientes a las especificaciones y a las calidades de los materiales, por ejemplo, resistencia, durabilidad y resistencia al fuego;
- f) la conformidad de los equipamientos eléctricos, electrónicos, hidráulicos y neumáticos con los diagramas de cableado y de circuito, incluyendo el software y el cumplimiento de las normas CENELEC aplicables y de los reglamentos y normas aplicables;

- g) la inspección de cojinetes, motores, unidades de accionamiento, unidades de control e interrupción y componentes similares, se requiere para, y se limita sólo a, los casos donde su fallo pueda ser peligroso para las personas.

6.5.2.4 Inspección inicial independiente y ensayos

La inspección inicial y los ensayos deben consistir en un número de análisis y ensayos separados que se deberían formular conjuntamente para demostrar que, en el momento y lugar del ensayo y de la inspección, la atracción cumple los requisitos indicados en los documentos de diseño aprobados. Se requieren ensayos funcionales de los movimientos de la atracción sin carga o a carga completa. Se han de realizar ensayos con cargas desequilibradas, por lo cual se deben utilizar las configuraciones de carga del apartado 5.4.2.1. Durante la prueba de funcionamiento, como mínimo se deben comprobar las siguientes funciones y condiciones:

- a) la envolvente de seguridad de los pasajeros y de todas las partes móviles con respecto a otros objetos;
- b) las secuencias de trabajo correctas, sistemas de control forzados y enclavados;
- c) las velocidades especificadas, aceleraciones y pesos relevantes de seguridad;
- d) las presiones de trabajo de los sistemas hidráulicos y neumáticos;
- e) el ajuste de inclinación de los interruptores de control, interruptores terminales y otros interruptores de control, así como las protecciones contra sobrecargas (por ejemplo, válvulas de descarga de presión);
- f) los dispositivos de seguridad (por ejemplo, dispositivos antivuelco para vehículos y en la pista);
- g) los frenos y su eficiencia, así como la deceleración aceptable con respecto a la influencia sobre los pasajeros;
- h) las características funcionales relativas al levantamiento o basculamiento admisibles de los pasajeros;
- i) el funcionamiento de la atracción y las aceleraciones y deceleraciones en condiciones normales de trabajo y en casos de emergencia.

6.6 Disposiciones previas a la entrega y el uso

6.6.1 Libro de operaciones

6.6.1.1 Generalidades

El libro de operaciones correspondiente a la atracción debe identificar claramente la atracción y contener un resumen de los datos técnicos y de funcionamiento, el historial, los registros de todas las reparaciones, modificaciones, inspecciones, ensayos y verificaciones, y los informes detallados de todo esto, incluyendo un extracto de los documentos de diseño que proporcionan información para la identificación e inspección por entidades de inspección independientes. El libro de operaciones debe estar disponible como un documento presente en cada lugar donde se monte la atracción a efectos de mantenimiento, ensayos, inspecciones y verificaciones. Todos los informes sobre las evaluaciones deben estar incluidos como entradas apropiadas en el libro de operaciones.

6.6.1.2 Contenido

El libro de operaciones debe contener, como mínimo, los siguientes documentos:

- descripción del diseño y del funcionamiento de la atracción;
- planos para la identificación de las dimensiones importantes de la atracción;
- marcados de identificación;
- identificación del fabricante;

- lista de propietarios;
- resumen y extracto de los documentos y datos técnicos principales;
- condiciones y requisitos de funcionamiento y de utilización, es decir, como mínimo:
 - límites de velocidad;
 - limitaciones generales de uso de pasajeros;
 - limitaciones generales por tamaño o edad de los pasajeros;
 - la referencia de la velocidad del viento especificada para la atracción (véase el apartado 5.3.3.4);
 - todas las restricciones por carga de nieve;
 - todas las restricciones debidas a actividades sísmicas;
 - cualquier otro tipo de restricción que exista;
- planos y fotografías del conjunto que muestren las dimensiones importantes a efectos de inspecciones y verificaciones;
- resumen (resultados principales y resúmenes) de los análisis de tensiones que muestren las fuerzas principales, masas, viento, cimentación, todas las zonas de tensiones importantes etc., para ayudar en las inspecciones y comprobaciones;
- informes de inspección y de aprobación, así como informes de cualquier otra comprobación;
- diagramas básicos de circuito del conjunto para los equipos o componentes eléctricos, hidráulicos o neumáticos;
- planos que muestren las rutas de escape y sus dimensiones, con la verificación calculada para recintos cerrados con más de 400 ocupantes. Instrucciones especiales para casos de incendio;
- una lista de la documentación perteneciente a la atracción;
- los informes de las comprobaciones, ensayos e inspecciones de carácter regular;
- los informes del mantenimiento realizados;
- una lista de inspecciones no destructivas;
- un registro de sucesos peligrosos y accidentes con lesiones graves;
- todos los informes de inspección y aprobación, así como informes sobre otras inspecciones iniciales y ensayos de inspección de fabricación;
- una declaración acerca de la autorización o del permiso de funcionamiento (si es requerido por los reglamentos nacionales);
- la prolongación de la autorización o permiso de funcionamiento (si es requerido por los reglamentos nacionales).

En el anexo F figura un ejemplo detallado del libro de operaciones.

6.6.2 Expediente técnico oficial

6.6.2.1 Generalidades

Para cada atracción se debe establecer un expediente técnico oficial que incluya los documentos de diseño que proporcionen la información detallada relativa al diseño, los cálculos, el método de fabricación, las instrucciones y la información relativa al funcionamiento y mantenimiento, y para las inspecciones a realizar por entidades de inspección independientes. El expediente oficial debe estar disponible para ser utilizado como una documentación registrada y obligatoria dondequiera que los reglamentos nacionales puedan requerirlo. También debe contener todos los informes de inspección y de aprobación iniciales.

6.6.2.2 Contenido

El expediente técnico oficial debe contener, al menos, lo siguiente:

- las descripciones de diseño y de funcionamiento;
- los planos de diseño (presentación de las dimensiones importantes de seguridad de toda la atracción, en un formato y escala legibles y adecuados);
- los planos de detalle (con las dimensiones y los materiales de todos los componentes, de sus uniones, y de todos los subconjuntos, en un formato y escala legibles y adecuados);
- los análisis de tensiones, incluidos los análisis de fatiga (documentos comprensibles de los cálculos);
- la evaluación del riesgo de la atracción cuando está en funcionamiento;
- los informes de inspección y aprobación, así como los informes sobre las demás inspecciones;
- todos los diagramas de circuito de los equipos o componentes eléctricos, de control, hidráulicos y neumáticos;
- los planos que muestren las rutas de escape y sus dimensiones, con verificación calculada para recintos cerrados con más de 400 ocupantes. Instrucciones especiales para casos de incendio;
- todos los certificados sobre materiales, componentes y clases de incendios;
- un manual de funcionamiento o de instrucciones escrito en el idioma del usuario y del fabricante, que cubra el montaje y desmontaje de la atracción, su mantenimiento y funcionamiento, y una lista de las piezas que requieren sustitución periódica;
- todos los informes de inspección y aprobación iniciales, así como los informes sobre otras inspecciones iniciales y ensayos e inspecciones de funcionamiento.

6.6.3 Placa de identificación

Cada atracción debe llevar fijada una placa de identificación que muestre la siguiente información:

- a) nombre y dirección del fabricante/suministrador/importador;
- b) número de tipo/modelo;
- c) número del fabricante;
- d) mes y año de fabricación;
- e) fecha de la aprobación inicial;
- f) marca y número de aprobación por la entidad de inspección independiente;
- g) carga de trabajo de seguridad/número de personas que puede transportar.

Los recintos cerrados y las barracas de feria se deben identificar con:

- 1) nombre y dirección del fabricante/suministrador/importador;
- 2) mes y año de fabricación.

7 OPERACIÓN Y UTILIZACIÓN DE ATRACCIONES Y ESTRUCTURAS

7.1 Introducción

Este capítulo proporciona una guía y recomendaciones para la instalación, construcción y demolición, funcionamiento, montaje, desmontaje, manipulación, mantenimiento, modificación e inspección de atracciones, y está dirigido a los controladores, operadores, asistentes y entidades de inspección de las mismas.

7.2 Documentación normalizada

Los documentos obligatorios que deben estar preparados en todas las atracciones son:

- a) el manual de funcionamiento (véase el apartado 6.4.3.1);
- b) el libro de operaciones (véase el apartado 6.6.1 y el anexo F);
- c) el expediente técnico oficial (véase el apartado 6.6.2).

Los documentos citados en los puntos a) y b) deben estar disponibles en cada atracción.

7.3 Requisitos acerca del personal

El operador de los siguientes tipos de atracciones debe tener 18 años de edad como mínimo:

- a) Cualquier atracción que transporte pasajeros, distinta de las atracciones sencillas de movimiento lento diseñadas principalmente para niños [no obstante, véase el punto c) siguiente].
- b) Galerías de tiro en las que se utilicen municiones peligrosas.
- c) Estructuras cerradas que siendo una atracción, tienen capacidad para acomodar a más de 30 personas, o estructuras que estén destinadas principalmente para ser utilizada por niños.

En todos los demás casos, el operador de la atracción, o un asistente que realice funciones críticas en cuanto a seguridad, debe tener como mínimo 16 años. Todos los asistentes de atracciones deberán estar por encima de la edad mínima de empleo estipulada en las leyes nacionales del país de utilización de la atracción.

7.4 Responsabilidades del controlador

7.4.1 Generalidades

El controlador debe:

- garantizar que la documentación que se requiere acompaña a la atracción cuando ésta se compra o se vende. Se debe seguir el procedimiento impuesto por los reglamentos (véase el apartado 7.4.2);
- seleccionar y formar a los operadores y asistentes;
- dirigir de forma segura las operaciones de montaje y desmontaje (véase el apartado 7.4.4);

- garantizar el funcionamiento seguro de la atracción (véanse los apartados 7.4.6 y 7.4.7) en total conformidad con todas las leyes, disposiciones y reglamentos establecidos por las autoridades locales y nacionales;
- dirigir de forma segura las operaciones de servicio, mantenimiento, reparaciones y modificaciones (véase el apartado 7.4.9);
- garantizar que solamente funcionen las atracciones que disponen de permiso de funcionamiento en vigor, y que son examinadas y ensayadas por entidades de inspección debidamente cualificadas (véase el apartado 6.5 y el anexo H);
- mantener disponibles y actualizados conforme se requiera (véase el apartado 6.6.1 y el anexo F) el Manual de Funcionamiento y el Libro de Operaciones, así como realizar los informes necesarios.

El controlador debe proporcionar todas las instrucciones sobre los sistemas de control o de comunicaciones, incluyendo la tarea de visualizar en pantalla las señales actualmente en uso en las posiciones apropiadas.

El controlador de la atracción puede delegar cualquier parte de sus obligaciones, pero queda como responsable legal.

7.4.2 Compra y venta

El controlador que realiza directamente la importación de atracciones, de acuerdo con la legislación europea o nacional, puede asumir o compartir las responsabilidades legales con el diseñador, el fabricante y/o el suministrador. El equipo debe cumplir todos los requisitos legales. Antes de poner en funcionamiento una atracción, el controlador debe disponer de los permisos operacionales necesarios requeridos por las leyes nacionales y debe iniciar todas las inspecciones que han de ser realizadas por una entidad de inspección independiente.

7.4.3 Selección y formación de la plantilla de personal

7.4.3.1 La obtención de una plantilla de personal adecuada y competente implica la selección, formación, control, auditoría y la conservación de registros. El controlador debe seleccionar personas que sean capaces de poner en primer lugar la seguridad del público, de seguir procedimientos de manera consciente, y que tengan la madurez y autoridad necesarias para inspirar confianza al público. Los métodos de formación se deberían diseñar conforme a las capacidades de las personas que están siendo formadas.

7.4.3.2 Toda la plantilla de personal implicada en el funcionamiento de una atracción, dependiendo de sus responsabilidades, debe recibir información y formación sobre procedimientos de trabajo y de funcionamiento seguros que cubran, al menos, lo siguiente:

- el funcionamiento y el mantenimiento en condiciones de seguridad de la atracción a utilizar;
- la seguridad del emplazamiento;
- los procedimientos para hacer frente a problemas, que incluyan:
 - personas con mal comportamiento, etc.;
 - defectos y fallos de funcionamiento del equipo;
 - incidentes;
 - incendios;
 - condiciones meteorológicas adversas;
 - amenazas de bomba y otras emergencias.

7.4.3.3 Además, los operadores y asistentes, dependiendo de sus responsabilidades, deben disponer de información y formación adecuada y suficiente para el trabajo en sus atracciones, que cubran:

- sistemas de trabajo para un funcionamiento seguro, que incluyan límites de velocidad y otras medidas de seguridad específicas;
- procedimientos para informar sobre roturas, defectos u ocurrencias no usuales;
- procedimientos de carga y descarga de pasajeros;
- restricciones respecto a los pasajeros tales como límites de altura y de peso o condiciones médicas;
- control de las zonas de espera y de observación;
- uso y funcionamiento de los sistemas de contención de los pasajeros y de los sistemas de restricción de movimientos de éstos, incluyendo la verificación de los cierres de seguridad;
- procedimientos de parada de emergencia;
- procedimientos de emergencia que cubran situaciones de la atracción tales como la pérdida de potencia y la evacuación de los pasajeros.

7.4.4 Montaje y desmontaje

7.4.4.1 Emplazamiento de las atracciones

7.4.4.1.1 Generalidades

Las atracciones sólo se deben instalar de acuerdo con los requisitos nacionales aplicables localmente. Se deben seguir los intervalos de inspección exigidos. Cuando los reglamentos nacionales lo requieran, puede ser necesario informar a las autoridades locales con el envío del libro de operaciones. Dichas autoridades pueden decidir si es necesaria la inspección de la instalación antes de ponerla en servicio de nuevo. El resultado de tales inspecciones se debe registrar en el libro de operaciones.

7.4.4.1.2 Condiciones normales del terreno

El controlador de la atracción o su representante debe garantizar que la atracción se emplace solamente en terreno que sea apropiado a tal efecto, de acuerdo con las directrices dadas en el libro de operaciones y en el manual de instalación. Por ejemplo, debe asegurarse de que el terreno:

- puede soportar con seguridad la carga de la atracción. Para estructuras existentes, por ejemplo, edificios o paseos, se debe realizar un examen y un cálculo detallado para establecer las cargas admisibles;
- es suficientemente plano, uniforme y estable para que la atracción se pueda instalar y utilizar con seguridad, de acuerdo con el libro de operaciones y con el manual de instalación.

Después del montaje de la atracción, el terreno se debe comprobar a intervalos regulares para confirmar que no ha empeorado su capacidad de soporte de carga, especialmente en condiciones meteorológicas adversas. Se debe tener en cuenta el drenaje.

7.4.4.1.3 Condiciones normales de emplazamiento de las atracciones

El controlador de la atracción debe tener en consideración la posición de los servicios subterráneos y de las líneas eléctricas aéreas que puedan presentar peligros durante el montaje o el funcionamiento de la atracción, solicitando la información necesaria a la autoridad competente. Cuando estas instalaciones puedan ser una fuente de peligro para los empleados de la atracción o para las personas del público, se deben tomar todas las precauciones posibles para evitar tales peligros, bien mediante la instalación de barreras colocadas adecuadamente, o bien mediante otros métodos.

Se debe tener cuidado para garantizar que no se alcanzan los servicios subterráneos cuando se sitúen postes o estacas en el suelo o se realicen excavaciones. Antes del comienzo de cualquiera de estos trabajos, se deben emplear técnicas de localización de dichos servicios, a menos que previamente se haya confirmado que no existen.

7.4.4.1.4 Localización y distancias de seguridad

Cuando se posicionen las atracciones, los controladores deben aplicar los siguientes principios:

- La proximidad a otras estructuras o servicios fijos o móviles o instalaciones debe estar de acuerdo con los requisitos de los apartados 6.1.6 y 6.2.
- Se debe tener en consideración la posibilidad de levantamientos peligrosos causados por el viento.
- Las atracciones se deben disponer de manera que el público tenga un acceso seguro a cada atracción tanto en los puntos de entrada como en los de salida de manera que no se produzcan cuellos de botella que puedan causar aglomeraciones peligrosas en un caso de emergencia.
- Se debe disponer de suficiente separación entre y por encima de las atracciones en las rutas principales de acceso para permitir la entrada de vehículos de servicios de emergencia, y disponer de acceso a las bocas contra incendios fijas, aún en el caso de que el público esté siendo evacuado.
- Debe existir suficiente separación entre atracciones adyacentes, edificios u otras zonas ocupadas para minimizar el riesgo de propagación del fuego.
- Cuando una atracción cruce o pase a través de otra, como mínimo se deben aplicar las envolventes de seguridad de cada atracción (véanse los apartados 6.1.6 y 6.2). Los controladores deben garantizar que no se comprometen las envolventes de seguridad tanto de los pasajeros como del público.
- Para las atracciones para niños que funcionan con monedas, las distancias de separación pueden variar a condición de que las envolventes de seguridad no se vean comprometidas.

7.4.4.2 Transporte en el lugar de emplazamiento, montaje y desmontaje

7.4.4.2.1 Supervisión y personal

Cuando las atracciones se transporten y se monten o desmonten en el lugar de emplazamiento, estas operaciones se deben realizar bajo la supervisión directa del controlador o de otra persona formada o con experiencia en este tipo de trabajo que haya sido autorizada por el controlador.

7.4.4.2.2 Métodos de trabajo

Durante todas estas operaciones se debe seguir un sistema de trabajo seguro que esté de acuerdo con las instrucciones del fabricante, con el libro de operaciones y con el manual de funcionamiento. Los controladores deben estar familiarizados con, y aplicar, los requisitos exigidos por las autoridades nacionales y locales.

Las atracciones se deben mover de manera que se minimice el riesgo de daños de los componentes críticos para la seguridad, y todas las cargas deben estar perfectamente aseguradas durante el transporte.

Cuando exista una situación temporal de inestabilidad o de sobreesfuerzo en la atracción durante el montaje o el desmontaje, se deben tomar todas las precauciones posibles mediante el uso de tensores temporales, montantes, soportes y fijaciones para prevenir el peligro de colapso de cualquier parte de la instalación.

Las disposiciones temporales para el acceso y el trabajo a desarrollar durante las operaciones de montaje y desmontaje deben ser seguras.

Antes de que la atracción se ponga en funcionamiento, se deben tomar las precauciones necesarias para evitar accesos no autorizados a través de las aberturas en plataformas y a través de cualquier espacio en la atracción, los cuales están destinados para ser utilizados únicamente cuando la instalación no se encuentre en marcha o en uso. Tales aberturas o espacios deben disponer de cubiertas que se fijen de forma segura en su posición o de barreras y puertas de acceso que se cierren convenientemente.

A la finalización del montaje, todos los componentes que sean importantes para la seguridad de la atracción tales como elementos estructurales, elementos de conexión, partes de fijación, dispositivos de seguridad, el sistema eléctrico y los frenos, se deben comprobar para tener la seguridad de que se han instalado correctamente (véase el apartado 7.5).

Donde sea necesario, debe existir iluminación suficiente y adecuada para que todos los trabajos se puedan realizar de una forma segura y apropiada.

Todos los elementos estructurales necesarios para asegurar la estabilidad y la seguridad de una atracción se deben instalar y utilizar correctamente. Cuando sea un requisito de diseño, todo el montaje se debe anclar con firmeza para asegurar que es estable.

Antes del montaje, todos los componentes se deben inspeccionar cuidadosamente en cuanto a señales de desgaste, deformación u otros daños. Los componentes de fijación y de seguridad se deben utilizar de acuerdo con sus documentos de diseño y se deben ajustar correctamente o sustituir si fuese necesario. Para explicaciones adicionales y datos relativos a los detalles de conexión, véase el apartado 7.4.5.1. Cuando se descubran desgastes o daños excesivos, los componentes afectados se deben sustituir por componentes que cumplan las especificaciones de diseño antes de proseguir con el montaje y la utilización. No se deben efectuar reparaciones temporales usando componentes inapropiados (véase también el apartado 7.4.9.3).

Cuando sea necesario, todos los componentes se deben lubricar convenientemente antes de incorporarlos a la atracción.

Cuando haya vías de raíles que formen parte de la atracción, se deben disponer y alinear adecuadamente de manera que las unidades se deslicen sobre ellas de forma suave y segura.

7.4.4.2.3 Seguridad del público

En la zona donde se esté montando una atracción no se debe permitir la presencia de público.

Cuando sea necesario, el controlador o la persona autorizada debe proporcionar los medios para evitar la entrada de público en áreas de trabajo, por ejemplo, mediante vallas o carteles de aviso.

7.4.4.3 Compactación del terreno, estabilidad y anclaje

Durante el montaje se deben tomar todas las medidas necesarias para garantizar que la atracción será estable cuando se utilice.

Ninguna atracción se debe montar en pendientes o en terreno no uniforme a menos que se haya compactado el terreno de manera que permita un funcionamiento seguro.

La atracción debe estar nivelada cuanto sea necesario, tener sus cargas distribuidas adecuadamente y estar firmemente apoyada. Su estabilidad se debe verificar frecuentemente.

El número de calzos o cuñas de apoyo debe ser el mínimo posible. La altura de los mismos debe ser la mínima y la compactación del terreno ha de ser estable.

Todos los materiales utilizados para la compactación han de estar en buenas condiciones, ser adecuados para este fin y haber sido escogidos y colocados de acuerdo con el libro de operaciones y el manual de instalación de manera que se eviten deslizamientos y hundimientos o que se suelten.

Las compactaciones deben estar situadas directamente debajo de los puntos de carga de la atracción. Si esto no se puede conseguir, se debe construir una estructura de soporte adecuada que transmita de forma efectiva la carga de la atracción al terreno a través de las compactaciones. Las cargas dinámicas pueden dar lugar al aflojamiento de las compactaciones y del anclaje, por lo que, en consecuencia, las revisiones periódicas de las compactaciones y de los anclajes son esenciales.

Si una atracción está equipada con puntales para soportar la estructura, estos puntales se deben utilizar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

7.4.5 Cuidado del equipo

7.4.5.1 Equipamiento mecánico

Se debe prestar una atención especial a los componentes críticos para la seguridad. Antes del montaje se deben comprobar cuidadosamente. Antes de la utilización de la atracción, todas las piezas que muestren un desgaste fuera de los límites indicados en el manual, roturas u otros daños, se deben sustituir por piezas que cumplan las especificaciones de diseño.

Los controladores deben disponer de procedimientos para asegurar que los componentes críticos para la seguridad:

- son identificables individualmente si parecen los mismos pero no son intercambiables;
- se almacenan de manera que se minimice el deterioro y la contaminación;
- se limpian y lubrican de acuerdo con lo requerido por el manual antes de ser incorporados a la estructura;
- se montan cuidadosamente para que no sufran daños;
- se montan empleando dispositivos de sujeción y de fijación correctamente utilizados y ajustados de acuerdo con los documentos del diseño. En particular:
 - todos los pasadores deben estar equipados con arandelas y tuercas de seguridad, pasadores hendidos o tuercas almenadas con pasadores hendidos, etc., conforme se definen en los documentos de diseño. Los pasadores hendidos se deben abrir de manera efectiva;
 - los clips en 'R' deben ser del tamaño correcto, estar en buenas condiciones y ser fijados correctamente;
 - las tuercas autoblocantes no se deben utilizar más veces de las recomendadas por el fabricante;
- también se debe prestar una atención muy especial a las uniones atornilladas mediante pares de apriete, las dimensiones y las clases de tornillos de acuerdo con los requisitos de los documentos de diseño. Las llaves dinamométricas se deben utilizar según se requiera. Los componentes que tengan una "vida útil operativa especificada" se deben revisar para comprobar su seguridad funcional. Si se encuentra un daño repetido o inusual, se debería comunicar al fabricante o al diseñador responsable y solicitar la confirmación de una entidad de inspección.

Cuando se utilicen equipos de izado para el montaje de componentes pesados, se deben seguir cuidadosamente las instrucciones del fabricante para no adoptar métodos de elevación inadecuados que podrían causar daños y el consiguiente peligro durante el funcionamiento. Los equipos de izado se deben inspeccionar en su totalidad y ensayar de acuerdo con los requisitos legales aplicables a dichos equipos o, si forman parte integral de la atracción, de acuerdo con la misma norma aplicable al resto de la atracción.

Todos los accesorios mecánicos de precisión se deben montar sin que sean sometidos a tensiones anormales.

Los cables de acero para el montaje y el desmontaje de la atracción se deben utilizar de acuerdo con la norma aplicable. Las cuerdas de fibra sintética para el montaje y desmontaje se deben usar de acuerdo con las Normas Europeas EN 919 y/o EN 701.

7.4.5.2 Equipamiento hidráulico y neumático

Las tuberías, mangueras, válvulas de seguridad, etc. no se deben instalar si están dañadas.

No debe haber fugas.

7.4.5.3 Equipamiento eléctrico/electrónico

7.4.5.3.1 La instalación debe minimizar el riesgo de lesiones producidas por la electricidad. El contacto con conductores con tensiones mayores de 50 V de corriente alterna o 120 V de corriente continua sin oscilaciones (se han de verificar las normas europeas existentes), o tensiones más bajas en circunstancias extremas, puede causar lesiones por descargas o quemaduras.

7.4.5.3.2 Las personas deben ser protegidas del contacto con conductores conectados a la fuente de alimentación a más de 25 V de corriente alterna o 60 V de corriente continua sin oscilaciones mediante la utilización de cables aislados convenientemente, conectores y otros equipos protegidos contra esfuerzos y daños y situados fuera del alcance o en envoltentes.

7.4.5.3.3 El metal trabajado expuesto se debe proteger de forma que no se convierta en conductor de corriente cuando existan condiciones de fallo: para corriente alterna mediante un sistema de puenteo equipotencial de puesta a tierra y desconexión automática, y para corriente continua mediante aislamiento desde tierra. Los puntos clave son:

- salvo que el equipo esté duplicado o totalmente aislado, la alimentación se debe conectar a los metales trabajados expuestos por medio de un conductor de protección de circuito;
- todas las estructuras y piezas metálicas se deben conectar juntas y al disyuntor de derivación a tierra;
- en la alimentación se deben instalar dispositivos de protección tarados convenientemente tales como fusibles y disyuntores de circuito para asegurar la desconexión si se produce un cortocircuito, un fallo de derivación a tierra o una sobrecarga (véase el anexo D);
- en el suministro de energía eléctrica pública o privada equivalente, los conductores de protección de circuito o los conductores de derivación a tierra se deben conectar a tierra, o a varillas de tierra, en la fuente de alimentación de energía.

7.4.5.3.4 En todos los polos activos pertenecientes a sistemas de corriente alterna, así como en los polos positivo y negativo de sistemas de corriente continua, se deben instalar medios para cortar y aislar la alimentación de energía. No se deben utilizar dispositivos tales como interruptores funcionales, contactores accionados electromagnéticamente y motores de arranque utilizados como aisladores pero que no lo son. Se deben instalar medios para evitar la activación imprevista.

7.4.5.3.5 En los sistemas de corriente alterna que suministran iluminación y energía a enchufes a más de 110 V, como protección suplementaria se deben instalar dispositivos de corriente residual.

7.4.5.3.6 Los generadores se deben posicionar de manera que se minimicen los riesgos debidos a superficies calientes, partes peligrosas y productos de sobrecalentamiento y de escape. El equipamiento eléctrico asociado se debe montar de manera que se reduzcan al mínimo los efectos de las vibraciones. En los generadores de corriente alterna de más de 5 kVA, el neutro (o en los grupos electrógenos de 3 fases, el punto de arranque de los devanados) se debe conectar al bastidor del generador y desde allí al conductor de protección de circuito. Cuando sea posible, el bastidor debe estar derivado a tierra con una impedancia de menos de 20 ohmios. La misma conexión de neutro a bastidor se debe realizar en los generadores pequeños de corriente alterna si la longitud de un cable de carga excede de 5 m.

7.4.5.3.7 Los calentadores y los accesorios de luz se deben colocar fuera de alcance, de manera que se minimice el riesgo de incendio. Deben estar sujetos de manera segura a soportes suficientemente fuertes para resistir la fuerza del viento, han de estar protegidos contra la lluvia a menos que estén diseñados para esta exposición y no deben ser llevados por conductores de cable salvo que el cable esté diseñado para este fin. Si la tensión excede de 25 V de corriente alterna, no se deben utilizar los cables que se hayan utilizado previamente en portalámparas clavados.

7.4.5.3.8 Todas las cabinas o recintos cerrados eléctricos se deben bloquear correctamente para evitar las entradas no autorizadas. Cuando sean accesibles al público, se deben utilizar dispositivos de bloqueo que requieran una herramienta adecuada para accionarlos. El suministro de energía y la disposición de los interruptores de luz deben estar protegidos de manera que se impida una manipulación no autorizada.

7.4.5.3.9 Las estructuras altas, aisladas o vulnerables se deben proteger contra los rayos.

7.4.5.3.10 Se deben emplear sistemas de trabajo que eviten los peligros eléctricos y otros peligros derivados. Los trabajos en sistemas eléctricos solamente deben ser realizados por personas que, por formación y experiencia, sean competentes para trabajar de manera segura. Antes de exponerse a, o trabajar con o cerca de, los conductores, éstos deben ser seguros y no conducir corriente. Cuando esto no sea factible, como en un ensayo eléctrico, se deben tomar precauciones adecuadas utilizando el equipo de protección apropiado, el equipo de ensayo, las herramientas y los procedimientos adecuados.

7.4.5.3.11 Se deben realizar ensayos de rutina del equipo y verificaciones en cuanto a deterioros, especialmente de enchufes machos, cables y enchufes de pared.

7.4.5.4 Sistemas de combustibles líquidos y gaseosos

La conexión del equipamiento que utilice estos combustibles debe realizarse de acuerdo con normas europeas o con las correspondientes normas nacionales.

Los dispositivos de seguridad especiales indicados en el libro de operaciones o en el manual de funcionamiento deben ser objeto de cuidados especiales en todo momento.

El equipo especial de emergencia indicado en el libro de operaciones o en el manual de funcionamiento debe ser objeto de cuidados especiales en todo momento.

7.4.6 Operaciones y comprobaciones de prueba

7.4.6.1 Arranque después del montaje

Después del montaje, el controlador o la persona designada por éste debe comprobar que el montaje de la atracción es correcto aplicando para ello el libro de operaciones y las instrucciones del fabricante. También debe asegurarse de que la atracción es estable y que está firmemente posicionada. También se debe realizar una comprobación de rutina similar cuando la atracción haya estado parada durante un largo periodo de tiempo o después de que se haya desmontado parcialmente y vuelto a montar. Estas comprobaciones se deben llevar a cabo de acuerdo con la lista de comprobaciones del fabricante y del libro de operaciones, donde se explica la forma en la que se deben efectuar las comprobaciones después del montaje y cuales son los componentes que hay que revisar en particular.

Para las distintas atracciones, el controlador debe disponer de medios de "bloqueo" mediante los cuales cada miembro de la plantilla de personal puede comprobar por sí mismo que la atracción no puede ponerse en marcha hasta que no sea segura.

Después, el controlador y/o la persona designada debe efectuar uno o más viajes de prueba sin público, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, simulando dentro de lo posible situaciones de emergencia para verificar particularmente que los sistemas de control, las paradas de emergencia, los equipos de seguridad y los equipos de emergencia funcionan de forma adecuada. Después de estos viajes de prueba, la atracción queda disponible para el público o para otras revisiones que fuesen necesarias.

El controlador debe completar un registro de las comprobaciones efectuadas e incluirlo en el libro de operaciones si así lo requiere la legislación nacional.

Las atracciones que no estén abiertas al público se deben asegurar y/o inmovilizar y se han de emprender las acciones necesarias para impedir el acceso del público.

En la atracción, los procedimientos de funcionamiento deben estar disponibles para el operador.

7.4.6.2 Comprobaciones diarias y viajes de prueba

Cada atracción se debe inspeccionar diariamente de acuerdo con el libro de operaciones y con el manual de funcionamiento, o a intervalos más frecuentes si fuese necesario, antes de abrirla al público. Cuando sea necesario, estas comprobaciones también se deben efectuar durante el funcionamiento (por ejemplo, para observar el desgaste de los frenos, etc.). Esto debe incluir un viaje de prueba obligatorio para comprobar que los controles de seguridad, los frenos y otros dispositivos de seguridad y de emergencia, incluidas las comunicaciones, funcionan de manera efectiva.

La comprobación debe ser efectuada por el controlador o por la persona formalmente autorizada en su nombre, siguiendo un procedimiento de comprobación escrito. La persona que realice la comprobación debe tener la formación y experiencia suficientes en las comprobaciones rutinarias que se han de llevar a cabo.

Estas comprobaciones diarias, recopiladas en una lista y obtenidas del libro de operaciones y del manual de funcionamiento, se deben concentrar en el funcionamiento correcto de aquellas partes y componentes de la atracción que, en caso de que fallaran, pudieran ocasionar lesiones personales. Las comprobaciones deben incluir las tolerancias aceptables tales como los límites de desnivelación, presiones hidráulicas y neumáticas, desgastes, comprobaciones de los sistemas de bloqueo y de restricción de movimientos, integridad estructural y mecánica, barreras, protecciones, pasillos, salidas de emergencia, dispositivos de bloqueo y pasadores de seguridad, así como la seguridad de los equipos peligrosos. Para estas comprobaciones se deben tener en cuenta las instrucciones del libro de operaciones y del manual de funcionamiento. Cualquier acción correctora que se realice se debe registrar. Los registros escritos de las comprobaciones diarias se deben archivar en el libro de operaciones y estas anotaciones se deben conservar durante tres años como mínimo.

Algunas de las comprobaciones anteriores pueden no ser importantes para las atracciones para niños que funcionan con monedas, pero los controladores de estas atracciones deben comprobarlas, al menos, a diario en cuanto a daños y seguridad de funcionamiento.

La atracción no se debe abrir al público hasta que se hayan realizado satisfactoriamente todos los ajustes o reparaciones que se juzguen necesarios como consecuencia de esta inspección.

7.4.7 Operación

7.4.7.1 Carga y descarga de pasajeros

Cada atracción que transporte pasajeros se debe cargar conforme a la distribución para la que se ha diseñado, incluyendo la distribución para una atracción o coche parcialmente lleno, según se especifica en el libro de operaciones y en el manual de funcionamiento; el número de pasajeros no debe exceder los requisitos de cualquier advertencia sobre la carga de pasajeros establecidos en el apartado 5.3.3.1.2.1.

El asistente y el operador de la atracción deben asegurarse de que cada pasajero esté colocado correctamente y que cada dispositivo de restricción de movimientos esté correctamente sujeto en posición y ajustado al cuerpo del pasajero. También deben comprobar que ningún pasajero que, por su tamaño, forma del cuerpo u otros factores, sea inadecuado para el asiento o el dispositivo de restricción permanece en la atracción conforme a lo requerido por el libro de operaciones y el manual de funcionamiento. Estas comprobaciones se deben realizar antes de que la atracción comience su ciclo de funcionamiento o antes de dar cualquier señal o indicación de que el ciclo puede comenzar. Cuando el operador no tenga una visión clara de toda la carga o de los puntos sin carga, deben existir medios claros y concisos con los que el operador pueda establecer con el asistente si es seguro el inicio del ciclo.

Los pasajeros no deben utilizar ningún lugar de la atracción cuyo sistema de contención o restricción esté defectuoso.

Los pasajeros deben recibir instrucciones claras sobre su conducta durante el ciclo de la atracción.

El ciclo de la atracción no debe empezar hasta asegurarse de que no hay personas en las inmediaciones que estén en situaciones de peligro a causa del movimiento de la atracción.

El controlador de una atracción debe revisar regularmente la eficiencia y adecuación de los planes de seguridad proporcionados a la vista de la experiencia o de circunstancias cambiantes y, cuando sea apropiado, debe modificar o mejorar los planes en uso. No debe modificar los dispositivos de seguridad o los procedimientos de seguridad sin consultar al fabricante o diseñador.

Cuando exista la posibilidad de que los pasajeros de una atracción puedan quedar alejados del punto de descarga, deben existir instrucciones detalladas para trasladarlos con seguridad y sin retrasos indebidos hasta un lugar seguro, preferiblemente en la misma unidad en la cual están viajando. En caso de una atracción cerrada (oscura), las instrucciones deben detallar planes para trasladar a los pasajeros hasta la salida. Los planes han de ser apropiados para todas las personas a las que se permite usar la atracción y deben ser conocidos y entendidos por el operador y el asistente que trabajen en esa atracción.

Las zonas que se encuentren cerca o en la misma atracción, que no sean seguras para que las personas permanezcan de pie, deben estar valladas o claramente indicadas hasta donde sea prácticamente razonable, para impedir que el público las pueda ocupar.

7.4.7.2 Durante el ciclo operativo

Todas las atracciones que transporten pasajeros, excepto alguna que de forma específica se indique que no se puede utilizar, cuando estén abiertas al público, deben estar bajo la supervisión directa del operador de la atracción en todo momento. Éste debe ser capaz de manejar la atracción de forma competente, segura y con la atención puesta en la seguridad de los pasajeros, y debe estar al control de la atracción durante todo el ciclo de funcionamiento. La determinación del número de asistentes que se requiere para que la atracción funcione de manera segura forma parte de sus responsabilidades. Ningún operador debe estar, al mismo tiempo, a cargo de más de una atracción que transporte pasajeros.

La atracción se debe utilizar dentro de las restricciones de velocidad especificadas en el libro de operaciones, en el manual de funcionamiento o impuestas por una entidad de inspección.

Las atracciones no deben funcionar bajo condiciones meteorológicas adversas que puedan afectar a las condiciones de funcionamiento, a la estabilidad de las mismas o a la seguridad de las personas (se deben tener en consideración las disposiciones establecidas en el manual de funcionamiento relativas al cambio de las condiciones meteorológicas). Se debe prestar especial atención a las condiciones extremas que se pueden producir a causa de ráfagas de viento y al aumento de las fuerzas del viento que se pueden crear por el efecto chimenea de las estructuras adyacentes. Si se necesita, se deben utilizar dispositivos adecuados para medir el viento. En las atracciones de movimiento rápido no se deben recoger los billetes cuando esto suponga un riesgo perceptible para los pasajeros o para el personal de la atracción. En otras atracciones, los billetes solamente se deben recoger cuando los pasajeros no tengan que conducir los coches ellos mismos, sujetar a un niño o sujetarse a un soporte que forme parte del sistema de contención.

7.4.7.3 Supervisión del público

Se deben seguir los pasos necesarios, incluida la parada de la atracción si fuese preciso, para impedir que los pasajeros, de forma intencionada, hagan una mala utilización del equipo facilitado para su seguridad, tengan un comportamiento temerario o no tengan en cuenta de forma clara y razonable las instrucciones dadas.

Cuando sea previsible que algunos pasajeros, en virtud de sus características físicas o de otro tipo, puedan correr un riesgo en determinadas atracciones que transportan pasajeros, no se les debe permitir el acceso a la atracción a menos que se les pueda proporcionar protección adicional suficiente (véase el apartado 6.6.1.2). La exclusión por causas de salud y de seguridad no es una forma de discriminación.

El número de personas a las que se permita el acceso a plataformas y graderíos debe ser, como mucho, el número especificado en el libro de operaciones y, en cualquier caso, debe ser sólo el que permita un funcionamiento seguro. Los trayectos de rescate se deben mantener libres de obstáculos. Si es necesario, las plataformas se deben despejar de público antes de que los coches y las góndolas se pongan en movimiento. Si alguna parte de la atracción o los pasajeros oscilan hacia fuera a menos de 2,5 m del suelo, el acceso a estas zonas debe estar vallado.

Cuando sea apropiado, se debe disponer de zonas de seguridad para el público que permanece en espera, controladas por medios tales como pasamanos que distribuyen la cola de espera, puertas y una supervisión adicional.

En las atracciones oscuras deben existir rutas de salida de emergencia que han de estar libres de obstáculos y tener una buena iluminación de emergencia. Los riesgos de tropezones o de caídas se deben reducir al mínimo, en particular cuando las rutas de emergencia crucen o vayan paralelas a vías de raíles.

En las atracciones con vías de raíles, los lugares de cruce para el público deben estar marcados con claridad y se deben tomar las medidas necesarias para evitar tropezones y caídas.

7.4.7.4 Instrucciones para el público

Se deben exponer de forma perfectamente visible carteles o señales legibles, en el idioma apropiado, en los que de forma clara y sencilla se indique cualquier limitación por la que no se permita montar en la atracción. Si el libro de operaciones o el manual de funcionamiento para este tipo de atracción lo requiere, se deben exponer los siguientes avisos legibles:

Esta atracción no es apta para:

- personas con marcapasos;
- personas con problemas de corazón;
- mujeres embarazadas;
- personas con condiciones de salud delicada que se puedan agravar al utilizar esta atracción.

El número de personas permitido por unidad (por ejemplo, cada góndola) debe estar indicado por medio de carteles o letreros.

Si, debido a las hipótesis de diseño (envolventes de seguridad, contención del pasajero, etc.), y conforme al apartado 5.3.3.1.2.1, la atracción ha sido diseñada solamente para personas de menos de 140 cm de altura (que es la equivalente a una persona de 10 años o menos), esta circunstancia se debe exponer mediante avisos adecuados.

Si el libro de operaciones lo requiere, en cada atracción en funcionamiento se deben exponer carteles legibles que indiquen las siguientes condiciones:

- la edad mínima o la altura mínima o máxima de los usuarios;
- la prohibición de portar elementos agudos o voluminosos (paraguas, bastones, etc.) o animales;
- el peligro de llevar bufandas o pelo largo;
- la obligación de mantener la postura correcta (es decir, no asomarse al exterior, sacar los brazos o las piernas fuera ni ponerse de pie durante el funcionamiento de la atracción);
- no fumar;
- no se permite el uso a personas bajo los efectos del alcohol o de drogas;
- no se permite sentarse, ponerse de rodillas o ponerse de pie en las empalizadas y en las paredes laterales;
- no se permite dar saltos dentro o hacia fuera de la atracción durante el funcionamiento de ésta.

En las plataformas y graderíos se debe exponer el siguiente aviso:

- no se permite balancearse juntos con los brazos unidos ni golpear rítmicamente con los pies.

Los asistentes y los operadores de la atracción deben, en la medida de lo posible, supervisar que se observan estas exclusiones.

El operador debe disponer de medios efectivos para comunicarse con el público. Estos medios deben poder transmitir señales adicionales visuales o audibles, especialmente en situaciones de emergencia. Estos medios se deben mantener en perfectas condiciones de funcionamiento y además se deben ensayar diariamente antes de abrir la atracción al público.

Para conocer las señales normalizadas, véase la Norma Internacional ISO 7001.

7.4.7.5 Paro de la atracción

El interruptor principal y todos los demás interruptores se deben desconectar, y las llaves de puesta en marcha se han de quitar. Se debe evitar el acceso no autorizado a la cabina del operador manteniéndola debidamente cerrada.

7.4.8 Tareas especiales para la supervisión del funcionamiento

7.4.8.1 Atracciones

7.4.8.1.1 Generalidades

El número de personas autorizado para acceso a las plataformas debe ser únicamente, y como mucho, el permitido para un funcionamiento seguro. Para que el funcionamiento sea seguro, las plataformas deben estar despejadas antes de que los coches o góndolas se pongan en movimiento. Cuando los coches o las góndolas se paren para la descarga y carga de pasajeros, se deben tomar las medidas necesarias para asegurar que no se ponen de nuevo en movimiento hasta que todos los pasajeros han ocupado sus plazas, se han ajustado los dispositivos de restricción de movimiento y la zona de carga ha quedado despejada.

En el caso de atracciones equipadas con asientos, está prohibido permanecer de pie o de rodillas en los coches o en las góndolas mientras la atracción está en funcionamiento; si este requisito no es observado por los usuarios, se debe parar la atracción si fuese necesario.

En las atracciones con asientos individuales, éstos deben ser ocupados por una sola persona. Cuando el pasajero se siente, se deben seguir los requisitos expresados en el libro de operaciones. Como una excepción de lo anterior, los asientos para dos adultos pueden ser ocupados por un máximo de tres niños a condición de que la división de los asientos, los sistemas de restricción de movimientos y el procedimiento de funcionamiento lo permitan. Las atracciones que son exclusivamente para niños, solamente deben ser utilizadas por niños.

7.4.8.1.2 Montañas rusas

Los trenes de coches no deben arrancar de la zona de carga y descarga hasta que los pasajeros se hayan sentado de la manera especificada y se hayan sujetado con los dispositivos de restricción de movimientos. La distancia entre los trenes se debe establecer de manera que todos los trenes se puedan detener en un tiempo adecuado en caso de que se produzca un fallo.

Los componentes mecánicos y estructurales se deben comprobar con regularidad durante el funcionamiento para verificar que no presentan defectos. Si fuese necesario, la atracción se debe dejar fuera de servicio para realizar las acciones correctoras.

En caso de tormentas, poca visibilidad o condiciones meteorológicas adversas, se debe interrumpir el funcionamiento de la atracción, ya que tales condiciones podrían impedir la parada segura de los coches mediante los frenos y el recorrido adecuado sobre la pista.

7.4.8.1.3 Atracciones oscuras. Para las atracciones oscuras en las que algunas partes de la atracción están expuestas a las condiciones meteorológicas, también se debe observar lo indicado en el último párrafo del apartado 7.4.8.1.2.

En el caso de atracciones oscuras de varias plantas en las que haya más de un coche en la pista, el asistente o el operador deben garantizar que la atracción se detiene inmediatamente en caso de fallo de acuerdo con los procedimientos de funcionamiento de seguridad establecidos en el manual de funcionamiento.

7.4.8.1.4 Coches de choque, autopistas rápidas, y atracciones con barcas y agua

Sólo se deben utilizar a la vez vehículos que tengan el mismo tipo de accionamiento.

El operador debe estar situado en un lugar con una buena visión general desde donde pueda controlar toda la zona de conducción, realizar señales y manipular los altavoces. Cuando no sea posible observar todas las zonas críticas de conducción, un asistente adicional debe vigilar estas zonas de conducción y estar en comunicación con el operador. Se admite la utilización de dispositivos técnicos para ayudar a realizar el control tales como cámaras de televisión (CCTV).

El comienzo y el final de un ciclo de funcionamiento de la atracción se deben indicar mediante una señal, excepto cuando la carga y descarga de pasajeros se realice cerca del operador o cuando los vehículos no se detengan.

El funcionamiento debe continuar solamente mientras la zona de conducción tenga el agarre adecuado en su superficie.

A los pasajeros sólo se les permite subir a los vehículos accionados por motores de combustión situados en la zona de conducción cuando todos los coches estén parados.

La marcha atrás no está autorizada, solamente se permite si expresamente lo solicita el operador o el asistente. A este efecto se deben instalar avisos. Este párrafo no es aplicable a los coches de choque.

Los vehículos con motores de combustión que tengan pérdidas de aceite o de combustible se deben retirar inmediatamente de la pista de conducción y los derrames producidos se deben limpiar. Los vehículos no se deben repostar de aceite o de combustible mientras se encuentren en la zona de conducción.

En el funcionamiento de los coches de choque se deben tomar todas las medidas posibles para evitar que se produzcan lesiones. Antes de comenzar el funcionamiento, y si es necesario también a determinados intervalos, se debe limpiar y retirar de la zona de conducción toda la suciedad y los objetos extraños (por ejemplo, chatarra metálica). De la red de suministro de energía eléctrica se debe quitar toda la herrumbre resultante del desgaste de la capa de cinc. Los daños que presente se deben reparar. Se debe verificar diariamente el estado de los colectores de corriente y todos los defectos se deben corregir. Las escobillas de contacto de los coches se deben limpiar a diario.

7.4.8.1.5 Balancines. Para un máximo de 6 góndolas (barcas) adyacentes debe haber, al menos, un asistente. Los balancines no accionados por motor que dan la vuelta completa y en los que los pasajeros quedan con la cabeza hacia abajo durante un corto periodo de tiempo, solamente deben ser ocupados por una persona por góndola.

7.4.8.1.6 Carruseles con movimiento horizontal y/o vertical. En el caso de carruseles de tipo brazo donde los movimientos verticales de los brazos son controlados por los usuarios, los dispositivos de conmutación para el recorrido hacia arriba de las góndolas y de la estructura central no deben moverse a "elevación" hasta que haya comenzado la rotación de los engranajes. En cuanto al final del ciclo de la atracción, estos dispositivos de conmutación se deben ajustar al punto "más bajo" en el tiempo adecuado de forma que todas las góndolas y la estructura central ya estén en su punto más bajo antes de que se pare la rotación de los engranajes.

En los carruseles en los que los asientos o los puntos en donde se permanece de pie se elevan o se balancean y los pasajeros se tienen que sujetar o apretar a causa de las fuerzas centrífugas, la elevación o el balanceo no debe comenzar hasta que se alcance la velocidad especificada. El descenso se debe terminar antes de que la velocidad haya disminuido por debajo del nivel especificado.

En el caso de asientos planos, se debe extremar el cuidado para asegurar que los pasajeros no se balancean, chocan, giran el asiento o se asoman demasiado hacia fuera. Si algo de esto se produce, se debe detener el funcionamiento de la atracción.

Cada asiento debe estar ocupado solamente por una persona.

En los carruseles con vehículos destinados para ser utilizados también por niños, el operador o el asistente deben estar presentes alrededor de la periferia de la atracción de manera que puedan actuar inmediatamente ante cualquier señal de peligro.

7.4.8.1.7 Norias

Las góndolas se deben ocupar de manera que la noria quede cargada uniformemente.

Cuando se realice la carga y descarga de pasajeros, las góndolas que tengan libertad de balanceo o de rotación deben ser sujetadas por los asistentes hasta que los pasajeros queden acomodados de manera segura o hasta que hayan desembarcado.

7.4.8.2 Espectáculos adicionales y casetas de espectáculos

7.4.8.2.1 Generalidades

Se debe exponer el siguiente cartel legible:

- No fumar.

Los asistentes y operadores deben asegurarse de que se cumplen las restricciones de utilización existentes.

7.4.8.2.2 Pistas con gran pendiente, esferas, etc.

En la zona de espectadores de las pistas de paredes escarpadas, esferas e instalaciones similares, los asistentes deben estar presentes para garantizar que nadie se introduce en estas instalaciones (zona donde se realiza la atracción) ni lanza objetos a las mismas.

Los visitantes no deben participar en la atracción ni permanecer en la zona donde ésta se desarrolla.

7.4.8.2.3 Plataformas giratorias

Las plataformas giratorias se deben comprobar antes de que comiencen a funcionar, y de forma regular durante sus ciclos de funcionamiento, para asegurarse de que no presentan defectos. Si fuese necesario, se debe detener el funcionamiento. Las zonas dañadas se deben reparar inmediatamente.

Durante el ciclo de funcionamiento, los bordes de la atracción se deben mantener separados de las personas. A los usuarios que se hayan salido de la plataforma giratoria se les debe pedir que salgan inmediatamente de la zona situada entre la plataforma giratoria y el borde de la misma.

Las personas que utilicen zapatos con accesorios metálicos o tacones altos no deben acceder a la atracción. A las plataformas giratorias no se debe acceder con animales, paraguas, bastones u otros objetos voluminosos o afilados.

7.4.8.2.4 Toboganes

Los toboganes se deben comprobar para ver que no presentan defectos antes de que empiecen a ser utilizados, y regularmente durante los ciclos de funcionamiento. Las zonas dañadas se deben reparar inmediatamente.

Los asistentes deben ser claramente identificables para prestar ayuda a los usuarios.

Los usuarios sólo deben utilizar los toboganes cuando empleen alfombras adecuadas debajo de ellos.

Las personas que lleven zapatos con accesorios metálicos o tacones altos no deben acceder a la atracción.

A los toboganes no se debe acceder con animales, paraguas, bastones u otros objetos voluminosos o afilados.

Los niños menores de 8 años, así como otras personas que lo necesiten, siempre deben ir acompañados en la alfombra de deslizamiento por un asistente. Al comienzo de la alfombra debe existir un cartel avisándolo. Al final de la alfombra y al final del tobogán debe haber un número suficiente de asistentes para ayudar a los usuarios en la aproximación. Los asistentes se deben colocar al comienzo de la alfombra y al comienzo del tobogán para hacer que se cumplan las reglas establecidas y, en particular, para que se respeten las distancias adecuadas.

7.4.8.2.5 Hipódromos

Los asistentes deben supervisar las operaciones de ensillado, desensillado, montaje y desmontaje. Los asistentes también deben garantizar que los animales no abandonan la pista de equitación.

7.4.8.2.6 Rotores

En la zona de funcionamiento, el piso no se debe bajar mientras no se haya alcanzado la velocidad especificada en el libro de operaciones.

El piso no se debe elevar hasta que el rotor no se haya detenido y los pasajeros hayan abandonado la pared del rotor.

En la zona de los espectadores, los asistentes deben garantizar que nadie entra en la zona de funcionamiento o lanza objetos dentro del rotor.

7.4.8.2.7 Laberintos, espejos grotescos, etc.

A estas atracciones no se debe acceder con animales, paraguas, bastones u otros objetos voluminosos o afilados.

7.4.8.2.8 Mazos

Durante el funcionamiento, la zona vallada conforme a lo especificado en el apartado 6.2.5.3 se debe mantener despejada de espectadores.

Un asistente se debe responsabilizar de que el funcionamiento de la atracción se realice correctamente y de que la zona esté despejada en todo momento.

Como elementos explosivos sólo se deben utilizar detonadores que se encuentren disponibles comercialmente.

7.4.8.2.9 Tómbolas y puestos de venta. Estas atracciones se deben instalar de manera que funcionen de una forma ordenada y su zona se debe mantener limpia en todo momento.

Los materiales utilizados para envolver se deben almacenar fuera de las vías de acceso, de manera que no exista riesgo de incendio.

7.4.8.2.10 Galerías de tiro. Al tirador se le debe informar mediante un cartel de aviso de que el disparo se ha de realizar en ángulo recto con respecto al blanco, y nunca oblicuamente ni antes de que todo el mundo, y en particular el asistente, esté en una posición segura.

Los asistentes:

- no deben permitir que el tirador tenga un comportamiento inseguro;
- no deben permitir que, normalmente, haya más de dos tiradores por asistente; cuando los tiradores sean niños, sólo se permite uno;
- no deben permitir que el tirador cargue la carabina hasta que no se haya colocado en su posición de tiro;
- cuando se manipule la carabina, la boca de fuego de ésta debe estar dirigida hacia fuera del tirador y apuntando hacia arriba;

- deben accionar el dispositivo descrito en el segundo párrafo del primer sangrado del apartado 6.2.7.3 en caso de que se haga un mal uso de la carabina;
- deben descargar y liberar la tensión del muelle de las carabinas cargadas que no se vayan disparar inmediatamente; las carabinas se deben asegurar mediante el dispositivo que se describe en el segundo párrafo del primer sangrado del apartado 6.2.7.3;
- deben corregir inmediatamente el encasquillamiento de los mecanismos de carga o de disparo, o el encasquillamiento de los balines; cuando esto no sea posible, la carabina se debe inmovilizar de forma segura;
- durante el funcionamiento de la galería de tiro, debe guardar de forma segura los balines y las municiones de manera que no sea posible el acceso no autorizado a las mismas;
- debe contabilizar los disparos durante todo el funcionamiento de la atracción.

El operador debe garantizar que las carabinas, los balines o la munición se guardan de forma segura cuando la atracción deje de funcionar.

7.4.8.3 Plataformas y graderíos. El número de personas permitido para permanecer en el escenario o en los graderías no debe exceder el número de plazas especificadas en el libro de operaciones.

Las rutas de emergencia deben permanecer libres de obstáculos.

7.4.9 Mantenimiento, reparaciones y modificaciones

7.4.9.1 Generalidades

Todo el mantenimiento de una atracción, tanto si está contratado como si no, debe ser llevado a cabo por, o bajo la supervisión directa de, personas formadas o experimentadas en los procedimientos de mantenimiento apropiados para esa atracción. Estos procedimientos deben incluir el mantenimiento preventivo y el control de los componentes teniendo en cuenta todas las instrucciones de, o consultas con, el fabricante de la atracción y con la entidad de inspección independiente. Todas las protecciones, vallas, envoltentes de equipos y puertas de acceso que se quiten para fines de servicio o de mantenimiento se deben restituir y asegurar de manera efectiva en su posición antes de que la atracción entre de nuevo en servicio.

7.4.9.2 Servicio

Los intervalos de servicio de la atracción recomendados por el fabricante no se deben exceder a menos que se acuerde y apruebe por escrito con el fabricante un periodo más amplio o se cuente con la aprobación de la entidad de inspección independiente.

Las frecuencias con las que se efectúe el servicio deben ser conformes con las recomendaciones del fabricante. Las recomendaciones de servicio deben incluir todos los componentes que tengan que ser revisados, probados, lubricados, ajustados o reemplazados a intervalos específicos.

Cuando sea necesario, estas recomendaciones deben cubrir:

- los diagramas de los sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos y neumáticos, así como de los sistemas de seguridad;
- las instrucciones relativas a las acciones que se deben emprender para la revisión, ensayo, lubricación, ajuste o sustitución de componentes, así como para el desmontaje o montaje de los mismos;
- las especificaciones de las condiciones requeridas de las piezas en cuestión y de sus desviaciones permitidas;
- las especificaciones de los materiales componentes;

- las especificaciones de los lubricantes que se deben utilizar;
- los intervalos en los que se deben realizar las diferentes revisiones y servicios.

El controlador de la atracción debe asegurarse de que las piezas reemplazadas durante las operaciones de servicio están de acuerdo con las especificaciones. Si es necesario utilizar piezas de repuesto diferentes de las especificadas por el fabricante, el controlador debe tratar estos cambios como si se tratara de una modificación y ha de realizar las acciones detalladas en el apartado 7.4.8.4.

7.4.9.3 Reparaciones

La reparación de las piezas dañadas se debe realizar con precaución, ya que esto podría causar una desviación del diseño original aprobado. Por ejemplo, el refuerzo o el aumento de la resistencia de un componente puede producir tensiones mayores en componentes adyacentes que, como consecuencia de esto, pueden fallar. Las operaciones de soldeo deben seguir las disposiciones de las Normas Europeas EN 288 (todas las partes), EN 729 (todas las partes), etc. El soldeo puede suponer una modificación crítica respecto a la seguridad, por lo que requiere la aprobación del fabricante y de la entidad de inspección. Un soldador debe seguir las normas europeas aplicables y ha de estar cualificado conforme a la Norma Europea EN 1418 (véase el apartado 6.4.2.4.3), debiendo utilizar materiales y métodos de soldeo que sean correctos. Los cambios de este tipo se deben considerar como modificaciones y se han de tratar de la manera especificada a continuación.

7.4.9.4 Modificaciones

Cualquier modificación en:

- estructuras y piezas mecánicas;
- componentes críticos de seguridad;
- equipos de emergencia;
- características funcionales

solamente se debe efectuar tras consulta con el fabricante y con la entidad de inspección independiente. Todos los trabajos relativos a la contención de los pasajeros se deben considerar críticos respecto a la seguridad.

Si tras esta consulta se decide que tal modificación es aceptable, la propuesta para la modificación debe ser acordada por escrito con una entidad de inspección independiente y el control de calidad correspondiente debe garantizar que la modificación se realiza de acuerdo con la propuesta aprobada y verificada. Tras cualquiera de estas modificaciones, las piezas de la atracción afectadas deben ser objeto de una revisión más profunda por una entidad de inspección independiente antes de que la atracción sea puesta de nuevo en servicio (véanse también el apartado 7.7.3). La documentación aprobada se debe incluir en el libro de operaciones y debe ser actualizada por la entidad de inspección independiente.

Incluso las modificaciones aparentemente insignificantes pueden conducir al fallo acelerado de los componentes de una atracción, y la utilización de una atracción fuera de la especificación del fabricante o del entorno normal para el que se diseñó es una modificación crítica respecto a la seguridad.

El informe de la inspección relativo a una reparación o modificación se debe incluir en el libro de operaciones.

7.5 Obligaciones del operador de la atracción. Toda atracción debe estar bajo el control inmediato de un operador durante cada ciclo de funcionamiento, y en todo momento mientras esté abierta al público.

Antes de abrir la atracción al público, el operador debe asegurarse de que entiende totalmente las instrucciones de funcionamiento y los procedimientos de emergencia. La atracción debe funcionar conforme a estos procedimientos.

Cada operador debe realizar sus obligaciones de acuerdo con las instrucciones que le hayan dado y con el objetivo de mantener la seguridad de las personas del público, de las personas que trabajan con él y la suya propia.

Antes de abrir la atracción al público, el operador debe verificar que las protecciones de las partes peligrosas de la maquinaria, de las unidades de potencia y de la maquinaria de transmisión están colocadas en sus sitios y que se mantienen en posición siempre que la atracción esté en movimiento o en fase de funcionamiento.

Cuando la atracción esté funcionando para el público, ninguna persona que no sea el operador u otra persona entrenada, o que asista bajo su supervisión directa, debe manipular o interferir el funcionamiento de la atracción.

El operador no debe hacer que la atracción funcione a una velocidad más lenta o más rápida que la correspondiente al rango de velocidad especificado en el libro de operaciones y/o en el manual de funcionamiento. Cuando haya un requisito particular en cuanto a la carga de pasajeros en un coche o dispositivo parcialmente lleno respecto a un patrón determinado, el operador encargado de la atracción debe asegurarse de que la carga se realiza correctamente.

El operador debe controlar la integridad del conjunto mecánico durante el funcionamiento. Las deficiencias o defectos que puedan dar lugar a una situación peligrosa para los pasajeros se deben corregir inmediatamente. En este caso, se debe interrumpir el funcionamiento y comunicar el problema al controlador. Durante el funcionamiento no está permitido realizar ningún trabajo de reparación que pueda poner en peligro a los pasajeros.

El operador debe tomar todas las medidas razonablemente posibles para hacer que se cumplan las reglas impuestas por el controlador para los pasajeros, por ejemplo, restricciones por tamaño, prohibición de llevar pertenencias o prendas personales sueltas. También debe excluir del uso de la atracción a aquellas personas del público que él considere que no pueden utilizarla de forma segura, por ejemplo, por motivos de salud o de comportamiento.

Antes de iniciar el ciclo de funcionamiento de la atracción o de dar la señal o indicación de que el ciclo puede comenzar, el operador debe asegurarse de que:

- todos los pasajeros están colocados en posición correcta, con los dispositivos de restricción de movimientos correctamente instalados y ajustados y, si es aplicable, bloqueados de forma segura;
- los pasajeros han sido excluidos de cualquier parte de la atracción donde el equipo de contención o de restricción de movimientos sea defectuoso;
- los pasajeros han sido informados de todo lo que necesitan conocer acerca de la seguridad de la atracción;
- ningún espectador o miembro de la plantilla de personal se encuentra en una posición peligrosa. Cuando no haya una visión clara de todos los puntos de carga y de descarga, se deben utilizar señales positivas para comprobar que se puede iniciar el ciclo de funcionamiento de la atracción en condiciones de seguridad. No se debe permitir que el humo, el alumbrado u otros efectos impidan la visión;
- los asistentes entienden claramente cada una de las señales;
- los pasajeros permanecen sujetos en los sistemas de contención y que ningún espectador se encuentra en posición peligrosa con respecto al movimiento de la atracción. Cuando sea apropiado, se debe utilizar el sistema de comunicación con el público para dar los avisos necesarios. Si parece que alguien está en peligro, se debe detener la atracción cuando y donde sea seguro realizarlo, o tan pronto como la seguridad lo permita.

El operador no debe recoger los billetes, ni permitir que lo hagan sus asistentes, en aquellas atracciones que son de movimiento rápido si con ello se pone en peligro a sí mismo, a sus asistentes o al público. En otras atracciones, sólo se deben recoger los billetes si los pasajeros no tienen que conducir los coches por sí mismos o no tienen que sujetar a un niño o sujetarse a un soporte que forme parte del sistema de contención de seguridad. El operador nunca debe subir a una atracción en una posición precaria ni saltar hacia dentro o hacia fuera de la atracción en circunstancias que pudieran ser peligrosas.

El operador de la atracción debe asegurarse de que el asistente realiza sus funciones de manera segura.

El operador debe inmovilizar la atracción y tomar todas las medidas razonables para impedir el acceso de personas del público en las horas en que la atracción esté fuera de servicio.

7.6 Obligaciones del asistente

Cada asistente debe realizar sus funciones de acuerdo con las instrucciones que haya recibido, y con el objetivo de mantener la seguridad de las personas del público, de las personas que trabajan con él y la suya propia.

El asistente debe seguir las instrucciones del operador o del controlador relativas a la carga de los pasajeros en la atracción y al control de los espectadores. Por ejemplo, debe:

- cargar los coches conforme a la distribución de carga estipulada acoplando a los pasajeros más altos o más bajos en la posición correcta;
- equilibrar correctamente el peso de los pasajeros en los dispositivos de transporte;
- excluir a los pasajeros que físicamente sean no aptos;
- tomar todas las medidas razonables para excluir a aquellas personas cuyo comportamiento haga sospechar que no van a utilizar la atracción de forma segura;
- no permitir que ningún pasajero utilice cualquier parte de la atracción donde el sistema de contención de los pasajeros esté defectuoso;
- asegurarse de que todos los pasajeros están posicionados correctamente y con los sistemas de contención y de restricción de movimientos colocados de forma correcta y segura, que los pasajeros han recibido la información necesaria para montar de manera segura y que no hay espectadores en los lugares de peligro antes de indicar al operador, mediante las señales positivas acordadas, que la atracción está preparada para ponerse en marcha.

El asistente nunca debe subir a una atracción en una posición precaria ni saltar hacia dentro o hacia fuera de la atracción en circunstancias que pudieran ser peligrosas. Tampoco debe recoger los billetes en aquellas atracciones que son de movimiento rápido si con ello se pone en peligro a sí mismo o al público. En otras atracciones, sólo se deben recoger los billetes si los pasajeros no tienen que conducir los coches por sí mismos o no tienen que sujetar a un niño o sujetarse a un soporte que forme parte del sistema de contención de seguridad.

Durante el ciclo de funcionamiento de la atracción, el asistente debe observar de manera continua y atenta si los pasajeros mantienen colocados los sistemas de contención de forma segura y si los espectadores se mueven hacia los lugares de peligro. El asistente nunca debe animar a los pasajeros a que adopten posiciones inseguras ni a hacer nada que pudiera ser peligroso. Si ve que cualquier persona está en peligro de caer, de salir expulsada, o de entrar en contacto no intencionado con alguna parte de la atracción, debe decírselo o señalárselo inmediatamente al operador.

El asistente debe asegurarse de que las personas salen de manera segura cuando finalice la atracción.

7.7 Inspecciones independientes

7.7.1 Inspecciones exhaustivas

7.7.1.1 Generalidades

Todas las atracciones en uso, así como sus partes auxiliares, deben ser inspeccionadas minuciosamente por una entidad de inspección independiente en los intervalos de tiempo especificados en el apartado 7.7.5. En el caso particular de atracciones que sólo se utilizan con carácter estacional, esta inspección exhaustiva se debería realizar, en la medida de lo posible, al comienzo de cada estación, pero en cualquier caso antes del vencimiento del certificado de inspección conforme está documentado en el libro de operaciones.

7.7.1.2 Estrategia de inspección

Requisitos mínimos para una inspección exhaustiva:

Se debe obtener del propietario el libro de operaciones para identificar los componentes críticos y los métodos de inspección recomendados.

Se deberían seguir los siguientes pasos:

- inspeccionar la atracción para establecer, en base a la experiencia y con referencia a planos y otros documentos, si está completa, sin modificaciones y correctamente instalada;
- identificar aquellas partes y componentes de la atracción que son esenciales para un funcionamiento seguro de la misma;
- informarse a través del propietario/controlador si los componentes que muestren señales de desgaste, daño u otras irregularidades son críticos para el funcionamiento seguro de la atracción;
- inspeccionar visualmente los componentes críticos seleccionados, realizando el desmontaje de los mismos cuando lo requiera el libro de operaciones o el manual de funcionamiento; cuando se sospeche que existen irregularidades, se puede requerir el desmontaje;
- si los resultados de las inspecciones anteriores indican la existencia de algún problema, se deben comprobar todos los componentes en cuanto a señales de desgaste excesivo, corrosión o fisuras, tanto internas como externas;
- cuando, en opinión de un experto, la inspección visual no sea suficiente, se deben realizar ensayos no destructivos antes del siguiente periodo de funcionamiento o después de un intervalo de tiempo prolongado;
- inspeccionar todas las secciones de madera en cuanto a señales de pintura dañada o desprendida. Comprobar si existe humedad, especialmente en sitios donde pueda quedar retenida, donde se deba impedir que se extienda o en los cimientos. Localizar las áreas de madera podrida;
- comprobar las juntas de madera donde pueda haber clavos o tornillos con corrosión que provoquen que se estropee la madera y la junta quede inservible;
- comprobar las maderas agrietadas, dañadas o desprendidas que pudieran perjudicar la capacidad de carga de la estructura;
- comprobar si existen pérdidas en los componentes hidráulicos o neumáticos usados para elevar o soportar secciones de la atracción, y verificar que las presiones se encuentran dentro de las especificaciones de diseño. Comprobar los parámetros de configuración de las válvulas de seguridad, válvulas de descarga de presión, válvulas de control de presión, y comprobar las tuberías flexibles en cuanto a señales de daños;
- comprobar el correcto estado y funcionamiento de todos los sistemas de restricción de movimientos de los pasajeros y de sus sistemas de bloqueo;
- inspeccionar y ensayar la instalación eléctrica de acuerdo con la Norma Europea EN 60204-1 y otras normas aplicables;
- observar si tales ensayos de funcionamiento se consideran apropiados;
- cuando se haya comprobado que la atracción está correctamente montada y en buenas condiciones, se debe probar sin carga alguna a la velocidad de rotación y elevación máximas permitidas, o con cualquier otra configuración recogida en el libro de operaciones en el momento de la prueba inicial o en la última inspección;
- observar el ciclo de funcionamiento en vacío; y
- si todo aparece satisfactorio, redactar y firmar el informe de la inspección exhaustiva y registrar en el libro de operaciones el informe del ensayo y de la inspección exhaustiva independiente.

7.7.1.3 Inspección visual

Cualquier inspección visual puede necesitar ser complementada con ensayos no destructivos a criterio de la entidad de inspección independiente.

- La estructura de la atracción se debería observar en cuanto a deformaciones, es decir, elementos torcidos, doblados o abollados, piezas perdidas o sueltas o fisuras.
- Los elementos estructurales se deberían inspeccionar en cuanto a deterioros tales como oxidación del acero, maderas o aglomerados podridos, delaminación o desgarro de los compuestos reforzados con fibra o degradación de las membranas textiles.
- Los sistemas de restricción de movimientos de los pasajeros se deberían inspeccionar minuciosamente en cuanto a desgastes, ajustes inadecuados, funcionamiento y anclajes correctos.
- Las soldaduras, pernos, pasadores y uniones de carácter crítico se deberían inspeccionar minuciosamente en cuanto a evidencia de grietas o desgaste excesivo.
- Inspección visual de soldaduras en cuanto a grietas: la inspección visual de soldaduras se debe realizar de acuerdo con las partes aplicables de la Norma Europea EN ISO 5817 cuando las soldaduras se estén inspeccionando por primera vez después de una modificación o reparación.
- Las instalaciones eléctricas y electrónicas se deben inspeccionar en cuanto a modificaciones o deterioros.

Todas las atracciones requieren una inspección visual como parte de la inspección exhaustiva.

7.7.2 Inspección de las instalaciones

7.7.2.1 Generalidades

Las atracciones se deben someter a una inspección especial después de cada nuevo montaje. Esta inspección debe ser realizada por personas experimentadas (véase también el apartado 7.4.1). Cuando la normativa local lo requiera, puede tener lugar una inspección independiente.

7.7.2.2 Alcance de las inspecciones de la instalación

Se deberían realizar las siguientes inspecciones:

- observación de las condiciones impuestas por el libro de operaciones, la reparación de los fallos detectados durante los ensayos previos y la conformidad con las objeciones hechas durante los ensayos previos;
- cimentaciones y anclajes correctos de acuerdo con los planos y conforme a las condiciones locales del terreno;
- conformidad con los documentos de diseño, instalación de todos los componentes esenciales que soportan cargas, incluyendo los puntales de anclaje, y la conformidad de las formas y de las secciones transversales de tales componentes. Se debe prestar especial atención a la correcta incorporación de componentes hidráulicos y neumáticos, escaleras, plataformas, vías, revestimientos, decoración y equipamientos similares;
- el correcto emplazamiento de la atracción;
- estado de conservación de las partes de la instalación esenciales para el soporte de cargas (comprobaciones visuales);
- sujeciones de las partes desmontables (partes de soporte de carga así como barras ligeras y otras decoraciones);
- protecciones de juntas, instalación segura de líneas eléctricas y otros conductos sometidos a presión (comprobaciones visuales);

- instalación (montaje) de dispositivos de seguridad de acuerdo con los planos (es decir, resguardos contra el descarrilamiento, dispositivos de fijación) y la efectividad (correcto funcionamiento) de puertas y dispositivos de seguridad para pasajeros (comprobaciones visuales);
- existencia de las holguras y distancias de seguridad necesarias;
- defectos evidentes de partes eléctricas (es decir, enchufes estropeados, fusibles reparados, bombillas fundidas o desaparecidas que estén al alcance) (comprobaciones visuales);
- viaje de prueba en vacío para atracciones y para espectáculos con aparatos oscilantes y/o de elevación.

7.7.3 Inspección después de reparación y modificación

En los casos siguientes, la atracción y sus partes asociadas se deben someter a una inspección exhaustiva adicional realizada por una entidad de inspección independiente:

- a) antes de que se vuelva a utilizar después de una reparación, modificación o alteración que pueda haber afectado a la integridad de la atracción;
- b) después de una avería de origen desconocido;
- c) por motivos de seguridad, dentro de un período de tiempo más corto que el especificado por la entidad que examinó la atracción por última vez.

7.7.4 Informes

Los detalles de inspección de la instalación o de las inspecciones exhaustivas, efectuadas como se han descrito anteriormente, se deben registrar y conservar al menos hasta la fecha de la siguiente inspección exhaustiva. En el caso de atracciones que no funcionen con motor o de espectáculos o cabinas con menos de 75 m² y con una altura menor de 5 m, no es necesario registrar las inspecciones.

7.7.5 Intervalos de inspección

Todas las atracciones se deben inspeccionar de forma exhaustiva a intervalos de tiempo adecuados.

Los intervalos entre dos inspecciones exhaustivas consecutivas pueden venir fijados por los reglamentos nacionales existentes.

El anexo H proporciona una guía de referencia que indica los intervalos de tiempo que se aplican actualmente en los Estados Miembro que tienen un sistema establecido.

En cualquier caso, cuando sea necesario, los intervalos de inspección se pueden reducir a causa de modificaciones, reparaciones, cuestiones de seguridad o de solidez de la atracción.

7.8 Incendio

7.8.1 Generalidades

Las disposiciones de este apartado son requisitos básicos relativos a ferias y parques de atracciones sin perjuicio de cualquier otro reglamento sobre incendios que sea de aplicación.

7.8.2 Procedimiento a seguir en caso de incendio

Los operadores y asistentes deben recibir instrucciones sobre los procedimientos a seguir en caso de incendio y, si es posible, el servicio de bomberos les hará una demostración del uso del equipo contra incendios.

Todas las estructuras cerradas deben disponer de un número suficiente de personas que dirijan al público a un lugar seguro en caso de emergencia. Se debe nombrar a una persona como encargado de la estructura.

Todas las personas y asistentes deben estar instruidos acerca de sus obligaciones en caso de incendio u otra emergencia.

Todas las personas que tengan relación con el funcionamiento de una feria deben estar instruidas sobre las medidas a tomar en caso de incendio. Debe existir una persona responsable a cargo de las medidas que se deban tomar en caso de incendio, que se asegurará de que todos los empleados estén familiarizados con sus obligaciones.

Las instrucciones sobre los procedimientos a seguir en caso de incendio deben incluir el uso del equipo contra incendios previsto, la necesidad de llamar inmediatamente a los servicios de emergencia y el sistema a utilizar para avisarles.

En los lugares indicados por el servicio de bomberos se deben exponer carteles que indiquen los procedimientos a seguir en caso de incendio.

7.8.3 Disposiciones en caso de incendio

Las carpas, las barracas de feria y las estructuras cerradas deben disponer de medios para dar avisos en caso de incendio.

Las carpas, las barracas de feria y las estructuras cerradas para más de 2 000 personas deben disponer de un sistema de alarma para evacuaciones. La señal debe ser audible en toda la instalación y claramente distinguible de otros tipos de sonidos.

NOTA Esta norma no es aplicable a estructuras cerradas para más de 3 000 personas.

Los medios para dar aviso de alarma deben evitar que cunda el pánico en el público a la vez que den aviso inmediato al personal de plantilla apropiado.

Todas las ferias o parques de atracciones deben estar equipados con medios adecuados destinados a la extinción de incendios (por ejemplo, extintores portátiles), que además han de estar mantenidos en condiciones de operatividad. Estos equipos se deben situar de manera que estén perfectamente disponibles para su uso.

En el apartado 7.8.4.3 se indica el tipo y la cantidad de extintores que se considera adecuada y suficiente.

Se deben establecer disposiciones para que los equipos estén en servicio y sean revisados periódicamente. Para cada elemento se debe obtener un certificado de revisión y de aptitud.

El servicio y la colocación de los sistemas de alarma contra incendios y los equipos de extinción de incendios deben ser conformes con las normas europeas aplicables o con las normas nacionales equivalentes.

Las rutas de acceso o de salida de los aparatos deben permanecer libres de obstáculos en todo momento cuando el público esté presente. La disposición de las atracciones debe permitir un acceso fácil y rápido a los medios de escape de una feria.

En las partes de una feria donde la luz natural no sea suficiente, y durante las horas de oscuridad, se debe utilizar luz artificial de manera que las personas puedan ver el camino. Se debe prestar especial atención a las rutas de salida, a las escaleras y a las estructuras cerradas. Cuando la luz proceda de varios generadores portátiles con circuitos de suministro separados, se podrán utilizar otros generadores cercanos para suministrar luz de emergencia en caso de avería.

Las atracciones deben estar libres de materiales inflamables y de residuos.

No está permitido que existan postes, cuerdas ni ganchos de carpas que obstruyan los accesos a lugares de seguridad. Cuando estos elementos se encuentren junto a una ruta, se deben apantallar o marcar de manera que se puedan ver con claridad en todo momento.

Los accesos a los extintores de incendios, a los hidrantes y a otras fuentes de suministro de agua contra incendios no deben estar obstruidas ni se deben apagar los letreros indicadores de bocas de incendio sin la conformidad del servicio de bomberos.

Se pueden tomar medidas especiales para minimizar el riesgo de propagación del fuego en lugares donde existan grandes extensiones modulares.

Cuando se levanten carpas, barracas de feria u otros tipos de construcciones modulares con varios tipos diferentes de configuración, se debe extremar el cuidado para asegurar que se tienen en cuenta los requisitos mínimos de diseño con respecto al número adecuado de salidas y distancias de evacuación. Si se trata de ubicaciones temporales, se debe tener un cuidado similar para cerciorarse de que se cumplen los requisitos mínimos de diseño.

7.8.4 Accesos para los servicios de emergencia

El lugar debe estar preparado para permitir un fácil acceso de los equipos de extinción de incendios a una distancia inferior a 50 m de cualquier parte del recinto siempre que sea factible. Se debe obtener el consejo del servicio de bomberos cuando tal acceso no sea posible. Las rutas de acceso principales, por regla general, no deben tener menos de 4 m de anchura. Las salidas deben ser de anchura suficiente para permitir un fácil acceso a los equipos de extinción de incendios y a otros vehículos de servicios de emergencia.

Cuando en un recinto ferial existan más de 15 atracciones grandes o más de 200 m² de superficie para recintos cerrados, se debe preparar un plan general de salida que muestre la disposición de las atracciones, los vehículos y las caravanas. Éste se debe mantener actualizado en la medida en que sea razonablemente factible y ha de estar a disposición del servicio de bomberos antes de que se inicie la actividad de la feria.

7.8.4.1 Medios de evacuación

Las salidas y las rutas de salida deben estar claramente indicadas mediante carteles y señales direccionales que deben tener luz propia y han de cumplir los requisitos de la Norma Internacional ISO 6309.

En estructuras cerradas, la iluminación de emergencia debe iluminar adecuadamente las rutas de salida, las escaleras, los cambios de nivel y los letreros. Cuando sea necesario, las luces de emergencia efectivas deben formar parte de los procedimientos de evacuación de seguridad de personas que viajan en las atracciones, en los supuestos de fallos de suministro de energía.

Cuando una persona se encuentre dentro de una estructura, tanto las puertas de ésta como las de cualquier habitación de su interior que disponga de un medio de salida, no deben permanecer cerradas o bloqueadas de forma que no puedan abrirse fácil e inmediatamente desde el interior. Todas las puertas que se hallen en una ruta de salida se deben abrir hacia fuera de manera que las personas puedan salir sin impedimentos en caso de emergencia. Cuando las puertas de salida tengan que estar aseguradas para impedir el paso de intrusos, deben estar equipadas únicamente con cerraduras antipánico.

Las salidas que consistan en puertas camufladas o similares deben estar claramente indicadas señalizando los bordes. Deben estar preparadas para que se puedan abrir fácilmente desde el interior.

7.8.4.2 Precauciones complementarias en caso de incendio

Los líquidos inflamables tales como gasolina o diesel se deben mantener en contenedores cerrados apropiados y almacenados de forma segura y fuera del alcance de personas no autorizadas. Los contenedores han de estar claramente marcados indicando el contenido.

Estos líquidos no se deben almacenar en contenedores sueltos debajo de camiones, remolques o caravanas, ni cerca de cables activos o equipos eléctricos. Se puede solicitar asesoramiento de los servicios de extinción de incendios sobre la forma de almacenar estos líquidos.

Se debe tener un cuidado especial cuando los depósitos de combustible de vehículos y aparatos generadores se llenen con líquidos procedentes de latas y bidones. No se deben rellenar mientras el motor o generador esté en funcionamiento, y el relleno se efectuará con una ventilación adecuada, preferiblemente al aire libre.

Los espacios existentes entre o debajo de las atracciones, vehículos y caravanas no se debe utilizar para almacenar materiales combustibles. Las hierbas secas y la maleza que se encuentre bajo los equipos se deben cortar y retirar después de cortada.

La basura de toda clase se debe depositar en contenedores adecuados que no sean combustibles, y se han de tomar medidas para retirarla en intervalos frecuentes de tiempo (véase la inspección diaria y la prueba de funcionamiento).

Los contenedores de gases licuados de petróleo (GLP) deben estar protegidos de cualquier interferencia no autorizada y de fugas accidentales. Los contenedores de GLP, tanto llenos como vacíos, se deben almacenar en posición segura al aire libre. Cuando esto no sea razonablemente factible, se han de conservar en un recinto construido de material no combustible y adecuadamente ventilado. Este recinto ha de estar en un lugar seguro o en una estructura que tenga una resistencia al fuego de dos horas, y no se debe usar para ningún otro fin que el almacenaje de bidones de GLP o botellas de acetileno.

No se deben permitir los aparatos de calefacción que no sean fijos y/o los calefactores de llamas expuestas al aire libre en estructuras mientras el público esté presente. Si estos equipos se utilizan en otras ocasiones, han de estar bajo supervisión constante y, cuando no se utilicen, se deben desconectar o apagar y retirar.

El uso de líquidos inflamables, de materiales altamente inflamables o de llamas expuestas al aire libre sin protección empleados para efectos especiales en espectáculos, está prohibido si no se toman precauciones especiales para prevenir el fuego incontrolado.

Para inflar globos, tanto con fines de venta como de decoración, no se deben utilizar gases inflamables.

El material inflamable se debe almacenar en una posición segura. La paja y pienso para los animales se ha de almacenar en un recinto separado convenientemente protegido contra interferencias. En el alojamiento de los animales y en los recintos para la paja y el pienso se debe prohibir fumar. En los puntos que aconseje el servicio de bomberos se han de situar carteles que indiquen los procedimientos a seguir en caso de incendio.

7.8.4.3 Extintores de incendios

Los extintores de incendios deben estar disponibles, de acuerdo con las Normas Europeas EN 2 y EN 3 (todas las partes).

El número, tipo y tamaño y, para una determinada extensión, la ubicación de los extintores, depende de la clase de peligros que existan. Esto último está relacionado con el tipo y tamaño de la atracción.

Además de los extintores de incendios, se pueden utilizar equipos de extinción más grandes (por ejemplo, equipos móviles de extinción de incendios).

ANEXO A (Informativo)

ANÁLISIS DE FATIGA

A.1 Generalidades

En la mayor parte de las atracciones existen muchos componentes estructurales y mecánicos sujetos a un número importante de ciclos de fluctuación de tensiones. Esto obliga a emplear un análisis de fatiga y no una simple comprobación del estado límite de rotura. Los criterios sobre la inspección y el mantenimiento que se requieren han de estar basados en los resultados del cálculo.

Donde los materiales, fijaciones y materiales de aporte en soldaduras cumplan los requisitos del capítulo 3 de la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1:1992, el análisis de fatiga se debe basar en el capítulo 9 de la misma norma, interpretado con los siguientes capítulos:

Las formulas que se dan a continuación se pueden aplicar para evaluar los estados límite últimos de fatiga de las atracciones.

A.2 Símbolos y definiciones

$$\gamma_{Ff} \times S \leq R_k / \gamma_{Mf} \quad (A.1)$$

donde

S es el valor de las acciones, por ejemplo:

$\Delta\sigma$ es el valor nominal de la tensión normal;

$\Delta\tau$ es el valor nominal del esfuerzo cortante;

M_d, Q_d, N_d es la resultante de fuerzas y momentos internos;

R_k es la resistencia del material, por ejemplo:

$\Delta\sigma_R$ es la resistencia a la fatiga (tensión normal) (véanse las figuras 9.6.1 y 9.6.3 de la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1:1992);

$\Delta\tau_R$ es la resistencia a la fatiga (esfuerzo cortante) (véase la figura 9.6.2 de la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1:1992);

M_k, Q_k, N_k son las fuerzas y momentos internos últimos;

γ_{Ff} es el coeficiente parcial de seguridad para las cargas de fatiga;

γ_{Mf} es el coeficiente parcial de seguridad para la resistencia a la fatiga;

n_i es el número de ciclos de tensión $\Delta\sigma_i$;

N_i es el número de ciclos de tensión $\Delta\sigma_i$ o $\Delta\tau_i$ que produce la rotura;

N es el número total de ciclos de tensión $N = \sum_i n_i$;

m es la pendiente de la curva de resistencia a la fatiga;

- $\Delta\sigma_c$ es el valor de referencia de la resistencia normal a la fatiga para $N_c = 2 \times 10^6$ ciclos, que determina la categoría específica [N/mm²];
- $\Delta\sigma_D$ es el límite de fatiga de amplitud constante para $N_D = 5 \times 10^6$ ciclos;
- $\Delta\sigma_L$ es el límite crítico para $N_L = 10^8$ ciclos;
- $\Delta\tau_c$ es el valor de referencia de la resistencia al esfuerzo cortante de fatiga para $N_c = 2 \times 10^6$ ciclos, que determina la categoría específica [N/mm²];
- $\Delta\tau_L$ es el límite crítico para $N_L = 10^8$ ciclos;
- $\Delta\sigma_E$ es el valor equivalente de la tensión normal de amplitud constante relativa al espectro de diseño;
- $\Delta\tau_E$ es el valor equivalente del esfuerzo cortante de amplitud constante relativa al espectro de diseño;
- $\Delta\sigma_{E.2}$ es el valor equivalente de la tensión normal de amplitud constante relativa al espectro de diseño para $N_c = 2 \times 10^6$ ciclos;
- $\Delta\tau_{E.2}$ es el valor equivalente del esfuerzo cortante de amplitud constante relativa al espectro de diseño para $N_c = 2 \times 10^6$ ciclos.

A.3 Requisitos para la evaluación de la fatiga

Bajo las siguientes condiciones no es necesario realizar la evaluación de la fatiga:

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma \leq 26 / \gamma_{Mf} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (\text{A.2})$$

$$N \leq 2 \times 10^6 \left[\frac{36 / \gamma_{Mf}}{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E.2}} \right]^3 \quad (\text{A.3})$$

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{Mf} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (\text{A.4})$$

Si el número de ciclos de tensión $N = \sum_i n_i$ en relación con la vida de un elemento estructural es un dato inequívocamente conocido, se puede tomar $\Delta\sigma_D \rightarrow \Delta\sigma_N$.

$$\gamma_{Ff} \Delta\tau \leq 36 / \gamma_{Mf} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (\text{A.5})$$

$$N \leq 2 \times 10^6 \left[\frac{80 / \gamma_{Mf}}{\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E.2}} \right]^5 \quad (\text{A.6})$$

$$\gamma_{Ff} \Delta\tau \leq \Delta\tau_L / \gamma_{Mf} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (\text{A.7})$$

Si el número de ciclos de tensión $N = \sum_i n_i$ en relación con la vida de un elemento estructural es un dato inequívocamente conocido, se puede tomar $\Delta\tau_L \rightarrow \Delta\tau_N$.

Para uniones de vigas de celosía tubular, como en (A.5), (A.6) y (A.7), si $\Delta\tau$ se sustituye por $\Delta\sigma$.

A.4 Resistencia a la fatiga de las estructuras de acero

A.4.1 Valor de tensiones de amplitud constante (Regla de Palmgreen-Miner)

$$\sum_i \frac{n_i}{N_i} \leq 1 \quad (\text{A.8})$$

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_i \geq \Delta\sigma_D / \gamma_{Mf} \quad (\text{A.9})$$

$$N_i = 5 \times 10^6 \left[\frac{\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}}{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_i} \right]^3 \quad (\text{A.10})$$

$$\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf} > \gamma_{Ff} \Delta\sigma_i \geq \Delta\sigma_L / \gamma_{Mf} \quad (\text{A.11})$$

$$N_i = 5 \times 10^6 \left[\frac{\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}}{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_i} \right]^5 \quad (\text{A.12})$$

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_i < \Delta\sigma_L / \gamma_{Mf} \quad (\text{A.13})$$

$$N_i = \infty \quad (\text{A.14})$$

$$\gamma_{Ff} \Delta\tau_i \geq \Delta\tau_L / \gamma_{Mf} \quad (\text{A.15})$$

$$N_i = 2 \times 10^6 \left[\frac{\Delta\tau_L / \gamma_{Mf}}{\gamma_{Ff} \Delta\tau_i} \right]^5 \quad (\text{A.16})$$

$$\gamma_{Ff} \Delta\tau_i < \Delta\tau_L / \gamma_{Mf} \quad (\text{A.17})$$

$$N_i = \infty \quad (\text{A.18})$$

Para uniones en vigas de celosía tubular:

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_i \geq \Delta\sigma_L / \gamma_{Mf} \quad (\text{A.19})$$

$$N_i = 2 \times 10^6 \left[\frac{\Delta\sigma_L / \gamma_{Mf}}{\gamma_{Ff} \Delta\sigma_i} \right]^5 \quad (\text{A.20})$$

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_i < \Delta\sigma_L / \gamma_{Mf} \quad (\text{A.21})$$

$$N_i = \infty \quad (\text{A.22})$$

A.4.2 Valor equivalente de la tensión de amplitud constante para N

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_E \leq \Delta\sigma_R / \gamma_{Mf} \quad (A.23)$$

$$\Delta\sigma_E = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{p-1} n_i (\Delta\sigma_i)^3 + (\Delta\sigma_D)^{-2} \sum_{i=p}^r n_i (\Delta\sigma_i)^5}{N} \right\}^{1/3} \quad (A.24)$$

p es la primera iteración cuando $\Delta\sigma_i < \Delta\sigma_D$;

r es la suma de todas las iteraciones cuando $\Delta\sigma_i > \Delta\sigma_L$.

En la evaluación de $\Delta\sigma_E$ y σ_R se puede adoptar una hipótesis conservadora utilizando una curva de resistencia a la fatiga de pendiente única y constante $m = 3$.

$$\Delta\sigma_E = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^r n_i (\Delta\sigma_i)^3}{N} \right\}^{1/3} \quad (A.25)$$

$$\gamma_{Ff} \Delta\tau_E \leq \Delta\tau_R / \gamma_{Mf} \quad (A.26)$$

$$\Delta\tau_E = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^r n_i (\Delta\tau_i)^5}{N} \right\}^{1/5} \quad (A.27)$$

Para uniones en vigas de celosía tubular:

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_E \leq \Delta\sigma_R / \gamma_{Mf} \quad (A.28)$$

$$\Delta\sigma_E = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^r n_i (\Delta\sigma_i)^5}{N} \right\}^{1/5} \quad (A.29)$$

A.4.3 Valor equivalente de la tensión de amplitud constante para $N_c = 2 \times 10^6$

Alternativo para el apartado A.4.2.

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E.2} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf} \quad (A.30)$$

$$\Delta\sigma_{E.2} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{p-1} n_i (\Delta\sigma_i)^3 + (\Delta\sigma_D)^{-2} \sum_{i=p}^r n_i (\Delta\sigma_i)^5}{N_c} \right\}^{1/3} \quad (A.31)$$

p es la primera iteración cuando $\Delta\sigma_i < \Delta\sigma_D$;

r es la suma de todas las iteraciones cuando $\Delta\sigma_i > \Delta\sigma_L$.

$$\gamma_{Ff} \Delta\tau_{E.2} \leq \Delta\tau_c / \gamma_{Mf} \quad (A.32)$$

$$\Delta\tau_{E.2} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^r n_i (\Delta\tau_i)^5}{N_c} \right\}^{1/5} \quad (A.33)$$

Para uniones en vigas de celosía tubular:

$$\gamma_{Ff} \Delta\sigma_{E.2} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf} \quad (A.34)$$

$$\Delta\sigma_{E.2} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^r n_i (\Delta\sigma_i)^5}{N_c} \right\}^{1/5} \quad (A.35)$$

A.5 Estimación del daño en el caso de tensiones combinadas

a) Para $\Delta\tau_i < 0,15 \Delta\sigma_i$ sin cálculo.

b) $D_d \leq 1$ con $D_d = D_{d,\sigma} + D_{d,\tau}$

$$D_{d,\sigma} = \sum_i \frac{n_i}{N_i} \quad \text{para} \quad \Delta\sigma_i \quad (A.36)$$

$$D_{d,\tau} = \sum_i \frac{n_i}{N_i} \quad \text{para} \quad \Delta\tau_i \quad (A.37)$$

c)

$$\left[\frac{\gamma_{Ff} \Delta \sigma_E}{\Delta \sigma_R / \gamma_{Mf}} \right]^3 + \left[\frac{\gamma_{Ff} \Delta \tau_E}{\Delta \tau_R / \gamma_{Mf}} \right]^5 \leq 1 \quad (A.38)$$

d) alternativa para c)

$$\left[\frac{\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E.2}}{\Delta \sigma_C / \gamma_{Mf}} \right]^3 + \left[\frac{\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E.2}}{\Delta \tau_C / \gamma_{Mf}} \right]^5 \leq 1 \quad (A.39)$$

e) Para $\Delta \sigma_x$; $\Delta \sigma_y$; $\Delta \tau$

$$\left[\frac{\gamma_{Ff} \Delta \sigma_x}{\Delta \sigma_{Dx} / \gamma_{Mf}} \right]^2 + \left[\frac{\gamma_{Ff} \Delta \sigma_y}{\Delta \sigma_{Dy} / \gamma_{Mf}} \right]^2 - \left[\frac{\gamma_{Ff} \Delta \sigma_x}{\Delta \sigma_{Dx} / \gamma_{Mf}} \times \frac{\gamma_{Ff} \Delta \sigma_y}{\Delta \sigma_{Dy} / \gamma_{Mf}} \right] + \left[\frac{\gamma_{Ff} \Delta \tau}{\Delta \tau_L / \gamma_{Mf}} \right]^2 \leq 1,1 \quad (A.40)$$

En la verificación de la resistencia a la fatiga, todos los valores nominales de tensiones están sujetos a la limitación dada por los límites elásticos del material. El valor de las tensiones no debe exceder de $1,5 f_y$ para la tensión normal y $1,5 f_y / \sqrt{3}$ para esfuerzos cortantes.

A.6 Fórmulas para la predicción de vida

A.6.1 Generalidades

El método siguiente puede servir para calcular el número de ciclos de carga a los que puede sobrevivir un componente estructural. La vida, calculada en horas de funcionamiento, se puede utilizar para comprobar si las instrucciones de inspección son apropiadas. Este método también sirve para calcular los ciclos de vida restantes de una pieza que ya haya sido usada.

A.6.2 Procedimiento básico

Para algunos componentes de las atracciones, el análisis puede basarse en la situación de carga que se produce en un viaje completo en la atracción. Por ejemplo, en una montaña rusa, esto incluiría la carga de pasajeros, un circuito del tren y la descarga de pasajeros; o el ciclo completo de carga, vuelta, y descarga en una atracción rotatoria. Las cargas desequilibradas de pasajeros, como en los casos especificados en el apartado 5.6.3.5, se deberían incorporar cuando sea necesario.

Las tensiones significativas en un detalle de diseño a analizar, se pueden tomar con uno de los siguientes criterios:

- a) se determina la historia completa de tensiones en una zona estructural específica, mediante cálculo o medición, para un caso de carga completo. A partir de aquí, se realiza el cálculo de tensiones encontradas durante la carga completa empleando un método razonable para el recuento de los ciclos (tales como los métodos de "reserva" o "flujo"). Los valores de tensiones calculados se utilizan para determinar el número de ciclos hasta la rotura (véase el apartado A.6.2 como una guía adicional sobre esto). Este valor se convierte en horas de funcionamiento.

o bien:

- b) se representa un espectro simplificado de las tensiones (o un único valor equivalente de tensiones) para el caso de carga. Esto se debería demostrar para la situación más pesimista. Este espectro se utiliza para determinar el número de ciclos de carga hasta la rotura (véase el apartado A.6.2 como una guía adicional sobre ello). Este valor se convierte en horas de funcionamiento.

A.6.3 Cálculo de la vida a fatiga

La Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1 no contempla cómo se podría calcular la vida a fatiga para un caso de carga con múltiples valores de tensiones. Este cálculo se puede realizar aplicando directamente las fórmulas recogidas a continuación.

En general, pueden coexistir valores de tensiones normales y de esfuerzos cortantes en una zona de interés (aunque éstos pueden variar independientemente). En estas circunstancias, la vida a fatiga en términos del número de aplicaciones de carga N_E viene dado por:

$$N_E = 1 / \left[\left\{ \sum (A_i)^m \right\} / N_{d,\sigma} + \left\{ \sum (B_j)^p \right\} / N_{d,\tau} \right] \quad (\text{A.41})$$

donde

$$A_i = \{ \gamma_{Ff} \Delta \sigma_i \} / \{ \Delta \sigma_D / \gamma_{Mf} \} \quad (\text{A.42})$$

y

$$B_j = \{ \gamma_{Ff} \Delta \tau_j \} / \{ \Delta \tau_D / \gamma_{Mf} \} \quad (\text{A.43})$$

Todos los valores correspondientes de tensiones se deberían incluir en los sumandos de forma que, por ejemplo, si existen 8 sucesos idénticos de la misma magnitud en un ciclo de carga, el valor se debería sumar 8 veces. Los valores de $N_{d,\sigma}$, $N_{d,\tau}$, m y p varían en función de si la categoría de detalle se asocia a la figura (y tabla) número 9.6.1, 9.6.2, 9.6.3 ó 9.7.1 de la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1:1992, y de acuerdo a la magnitud de A_i o B_j . En todos los casos, si el valor máximo de A_i o B_j es inferior a uno, entonces $N_E = \infty$ y no se necesitan más cálculos. En caso contrario, la tabla A.1 proporciona los valores apropiados de los parámetros.

Tabla A.1 – Valores de ciclos de carga

Figura (tabla) en la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1:1992	$N_{d,\sigma}, N_{d,\tau}$	m o p	Valor de validez
9.6.1	5×10^6	3 5 ∞	$A_i > 1$ $1 \geq A_i \geq 0,549$ $0,549 > A_i$
9.6.2	1×10^8	5 ∞	$B_j \geq 1$ $1 > B_j$
9.6.3	1×10^8	5 ∞	$A_i \geq 1$ $1 > A_j$
9.7.1	1×10^7	3 5 ∞	$A_i > 1$ $1 \geq A_i \geq 0,631$ $0,631 > A_i$

Si en la tabla A.1, $m = \infty$ o $p = \infty$, está claro que esto es equivalente a despreciar los términos A_i o B_j en el proceso de suma de la ecuación (A.41).

La ecuación (A.41) es la forma general cuando coexisten tensiones normales y esfuerzos cortantes. Cuando sólo existan tensiones normales, no habrá términos B_j y cuando sólo existan esfuerzos cortantes, no aparecerán términos A_i . En el punto (3) del apartado 9.5.2.4 de la Norma Europea Experimental ENV 1993-1-1:1992, donde se usan los valores de tensiones principales, los términos B_j no deberían aparecer.

ANEXO B (Normativo)

REGLAS ESPECÍFICAS DE ANÁLISIS

B.1 Balancines

B.1.1 Generalidades

Las siguientes especificaciones se deben aplicar a los balancines sin motor de tracción, con la excepción de lo indicado en el apartado B.1.4.

Los balancines se deben calcular para un deflexión máxima $\theta = 120^\circ$ con respecto a la posición de reposo. En los balancines para niños, donde la distancia desde la parte inferior de la góndola hasta el eje de suspensión no debe exceder de 2,0 m, un ángulo máximo $= 90^\circ$ será suficiente.

Para balancines de vuelta completa, en el cálculo se debe aplicar una deflexión máxima de $\theta = 180^\circ$.

Para balancines de vuelta completa con contrapeso, el exceso de peso de la góndola se debe tener en cuenta en cada caso como una sobrecarga añadida, conjuntamente con el peso de los pasajeros.

Todas las cargas consideradas se deben multiplicar por el coeficiente de seguridad apropiado definido en el apartado 5.3.6.2, con la excepción de los cálculos en los que estén involucrados el vuelco, el deslizamiento y el levantamiento.

Si se asume que las bases de los puntales están situadas en el mismo plano horizontal y que el ángulo de inclinación de los puntales es el mismo para todos ellos, se puede aplicar el siguiente método aproximado de cálculo para los balancines convencionales de barcas.

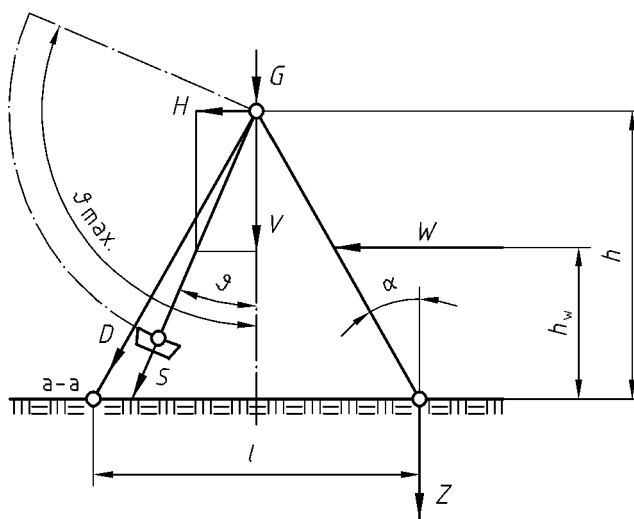


Figura B.1 – Balancín de barca

En la figura B.1

G es la carga de los componentes fijos (estructura del balancín, viga de cabecera y soporte) (el peso propio de la plataforma sólo se puede incluir en G si la plataforma está firmemente sujeta a los puntales y levantada conjuntamente con los puntales en todos los casos);

Q es el peso propio y la carga aplicada por las partes en movimiento (barras de sujeción, góndola y pasajeros);

W	es la carga debida a la acción del viento;
S	es la fuerza radial para el péndulo equivalente a la góndola de balanceo;
H	son las componentes horizontales de la fuerza radial S ;
V	es la componente vertical de la fuerza radial S ;
l	es la luz del balancín;
h	es la altura del balancín;
h_w	es la altura del punto de aplicación del viento sobre el eje de vuelco a-a;
α	es el ángulo de inclinación del puntal con respecto a la vertical;
θ	es el ángulo de deflexión con respecto a la vertical;
máx. θ	es el ángulo de deflexión máximo con respecto a la vertical;
D	es la fuerza de compresión en el puntal del balancín;
Z	es la fuerza de anclaje;
a-a	es el eje de balanceo;
r	es la distancia radial desde el eje del centro de masas de todos los componentes;
k	es la longitud de péndulo reducida del péndulo físico.

Las fuerzas que aparecen durante el balanceo son las siguientes:

$$H = Q (3 \cos \vartheta - 2 \cos \text{máx. } \vartheta) \sin \vartheta (r/k)^2 \quad (\text{B.1})$$

$$V = Q [(3 \cos \vartheta - 2 \cos \text{máx. } \vartheta) \cos \vartheta (r/k)^2 + \{ 1 - (r/k)^2 \}] \quad (\text{B.2})$$

Cuando no exista contrapeso y el balancín se pueda aproximar razonadamente a una masa puntual, entonces $(r/k) = 1$ y las fuerzas resultan:

$$S = Q (3 \cos \vartheta - 2 \cos \text{máx. } \vartheta) \quad (\text{B.3a})$$

$$H = S \times \sin \vartheta \quad (\text{B.3b})$$

$$V = S \times \cos \vartheta \quad (\text{B.3c})$$

En la tabla B.1 se muestran, partiendo de las fórmulas anteriores, los valores de las fuerzas que se producen para diferentes ángulos de deflexión, para las deflexiones de la góndola máx. $\theta = 90^\circ$, 120° y 180° con respecto a la posición de reposo, para la hipótesis de masa puntual.

B.1.2 Fuerzas en los puntales

Las fuerzas en los puntales debidas al peso propio G :

$$D_g = \frac{G}{2 \cos \alpha} \quad (B.4)$$

Fuerzas en los puntales debidas a la fuerza centrífuga:

$$D_f = \frac{1}{2} \times \left(\frac{V}{\cos \alpha} + \frac{H}{\sin \alpha} \right) \quad (B.5)$$

El máximo valor de la fuerza en el puntal D_f se debe determinar a partir de la relación D_f / Q para varios ángulos de deflexión delta usando los valores V/Q y H/Q de acuerdo con la tabla B.1.

El uso de la fórmula (B.5) presupone que existe un anclaje no elástico en las bases de los puntales. Si esto no es así, el valor de D_f se debe multiplicar por un coeficiente de 2.

La fuerza en el puntal debida al viento:

$$D_w = \frac{\Sigma W \times h_w}{\ell \cos \alpha} \quad (B.6)$$

Se puede asumir que el área de exposición perpendicular al viento para la góndola y los pasajeros es de 1,2 m² aproximadamente para posiciones del balancín comprendidas entre $\theta = 0^\circ$ y $\theta = 60^\circ$.

Se debe asumir que el punto de aplicación de esta fuerza de viento está a nivel de la barra de suspensión (eje). Las cargas de viento en carteles de avisos, paneles luminosos, tejadillos y similares se debería tener en cuenta si fuese necesario.

En cualquier caso, se debe realizar una investigación para ver si es probable que aparezcan tensiones mayores bajo las condiciones de carga del viento y estado de reposo del dispositivo.

La fuerza total en el puntal es:

$$\Sigma D = D_g + \text{máx. } D_f + D_w \quad (B.7)$$

B.1.3 Seguridad del balancín contra el vuelco

El momento de vuelco, incluyendo el factor de seguridad γ (véase la tabla 2), en relación con el eje de balanceo a-a es:

$$M_K \gamma = 1,3 \times \left(H \times h - V \times \frac{\ell}{2} \right) + 1,2 \times \Sigma W \times h_w \quad (B.8)$$

Los valores de V y H se debe obtener de la tabla B.1 para los valores más significativos de balanceo máx. θ . El momento de estabilidad relacionado con el eje de balanceo a-a es:

$$M_{St} = \frac{\bar{G} \times \ell}{2} \quad (B.9)$$

En lo que respecta a \bar{G} , sólo se debe aplicar en dicha ecuación la masa máxima que se pueda asumir con seguridad en todo momento (la madera en estado completamente seco). Se debe cumplir la relación $M_{St} \geq M_{K\gamma}$.

Si $M_{St} / M_{K\gamma} < 1$ será necesario colocar un anclaje adicional en los puntales inclinados, de acuerdo con la ecuación:

$$Z_{\gamma} = \frac{M_{K\gamma} - M_{St}}{\ell} \quad (\text{B.10})$$

Se debe cumplir la relación $Z \geq Z_{\gamma}$. Véase el apartado 5.5.2.3 para Z .

Las barras de suspensión de las góndolas se deben comprobar mediante cálculo respecto a la tensión y también con respecto al pandeo para ángulos de deflexión θ que excedan de 120° .

Si los rodamientos de suspensión de las góndolas están dispuestos excéntricamente con relación a la barra de cabecera, entonces las barras también estarán sometidas a esfuerzos de torsión y, en consecuencia, los puntales de la estructura estarán sometidos a esfuerzos de flexión. Esto se debe tener en cuenta en el cálculo, así como la influencia de la excentricidad en los rodamientos de cabeza y las uniones de los puntales.

Tabla B.1 – Fuerzas máximas para ángulos diferentes

Máx. $\theta = 90^\circ$			
	S/Q	V/Q	H/Q
90°	0	0	0
80°	+ 0,52	+ 0,09	+ 0,51
70°	+ 1,03	+ 0,35	+ 0,96
60°	+ 1,50	+ 0,75	+ 1,30
50°	+ 1,93	+ 1,24	+ 1,48
45°	+ 2,12	+ 1,50	+ 1,50
40°	+ 2,30	+ 1,76	+ 1,48
30°	+ 2,60	+ 2,25	+ 1,30
20°	+ 2,82	+ 2,65	+ 0,97
10°	+ 2,96	+ 2,91	+ 0,51
0°	+ 3,00	+ 3,00	0
Máx. $\theta = 120^\circ$			
	S/Q	V/Q	H/Q
120°	- 0,50	+ 0,25	- 0,43
110°	- 0,03	+ 0,01	- 0,02
100°	+ 0,48	- 0,09	+ 0,47
90°	+ 1,00	0	1,00
80°	+ 1,52	+ 0,27	+ 1,50
70°	+ 2,03	+ 0,69	+ 1,90
60°	+ 2,50	+ 1,25	+ 2,16
50°	+ 2,93	+ 1,88	+ 2,24
40°	+ 3,30	+ 2,53	+ 2,12
30°	+ 3,60	+ 3,11	+ 1,80
20°	+ 3,82	+ 3,59	+ 1,31
10°	+ 3,96	+ 3,90	+ 0,69
0°	+ 4,00	+ 4,00	0
Máx. $\theta = 180^\circ$			
	S/Q	V/Q	H/Q
180°	- 1,00	+ 1,00	0
170°	- 0,96	+ 0,94	- 0,17
160°	- 0,82	+ 0,77	- 0,28
150°	- 0,60	+ 0,52	- 0,30
140°	- 0,30	+ 0,23	- 0,19
130°	+ 0,07	- 0,05	+ 0,05
120°	+ 0,50	- 0,25	+ 0,43
110°	+ 0,97	- 0,33	+ 0,92
100°	+ 1,48	- 0,26	+ 1,46
90°	+ 2,00	0	+ 2,00
80°	+ 2,52	+ 0,44	+ 2,48
70°	+ 3,03	+ 1,04	+ 2,84
60°	+ 3,50	+ 1,75	+ 3,03
50°	+ 3,93	+ 2,53	+ 3,01
40°	+ 4,30	+ 3,29	+ 2,76
30°	+ 4,60	+ 3,98	+ 2,30
20°	+ 4,82	+ 4,53	+ 1,65
10°	+ 4,96	+ 4,88	+ 0,86
0°	+ 5,00	+ 5,00	0

B.1.4 Balancines motorizados

Para los balancines motorizados se debe seguir una metodología diferente para el cálculo de las fuerzas dinámicas (por ejemplo, fuerzas de accionamiento, fuerzas de frenado, velocidad y aceleración angulares y ángulo máximo).

B.2 Norias

B.2.1 Cargas

Las barras radiales de las norias, compuestas por n sectores, se deben calcular con respecto a las cargas reseñadas en la figura B.2.

Las fórmulas (B.11) a (B.14) sólo se aplican a atracciones de movimiento lento, con pequeños ángulos de balanceo de las góndolas. Esta condición se debería comprobar mediante cálculo (resolviendo la ecuación diferencial del movimiento de balanceo de la góndola) o mediante verificación sobre la propia atracción.

$$Q_{\varphi} = \varphi (G_g + P) + G_R \quad (\text{B.11})$$

$$Q = G_g + P + G_R \quad (\text{B.12})$$

$$Q_r = \frac{Q}{g} \omega^2 R \quad (\text{B.13})$$

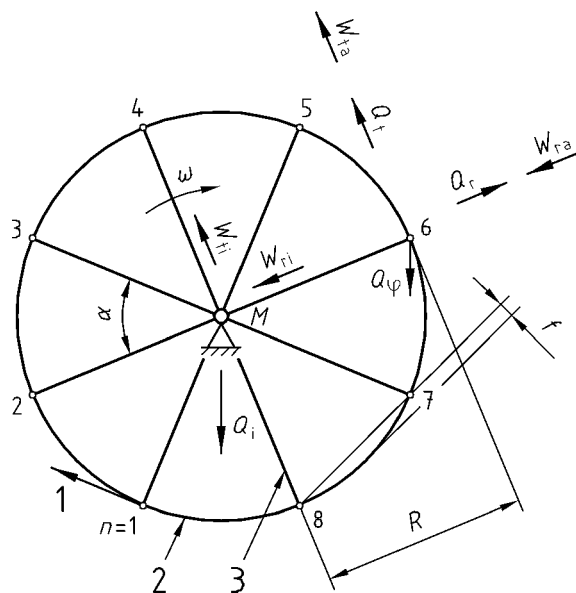
$$Q_r = \frac{Q}{g} \varepsilon R \quad (\text{B.14})$$

donde

$\varphi = 1,2$ (factor de impacto);

G_g es el peso propio de la góndola incluyendo los elementos de suspensión;

P es la carga aplicada en una góndola completamente ocupada.



Leyenda

1 Fuerza de accionamiento

2 Barra de borde

3 Barra radial

Carga mostrada sólo en el punto $i = 6$.

Figura B.2 – Noria con $n = 8$ sectores

En la figura B.2:

G_R es la carga sobre la noria atribuible a una góndola;

Q_i es la carga interna correspondiente de la barra radial sobre el eje de giro central;

g es la aceleración de la gravedad;

ω es la velocidad angular de la noria;

R es el radio de la noria;

$\varepsilon = \frac{\omega}{t}$ (aceleración angular de la noria);

t es el tiempo de arranque o de frenado de la noria, a calcular en función de la motorización y frenos seleccionados;

W_{ta} es la carga debida al viento en la dirección tangencial a la noria, correspondiente a la góndola, con la contribución debida a la mitad exterior de cada barra radial;

W_{ti} es la carga debida al viento en la dirección tangencial de la noria, correspondiente a la mitad interior de las barras radiales;

W_{ra} es la carga debida al viento en la dirección radial de la noria, correspondiente a la góndola y a las barras de borde, con la contribución de la barra radial;

W_{ri} es la carga debida al viento en la dirección radial de la noria, debida a la barra radial.

Las fuerzas originadas durante el arranque o el frenado, que están en equilibrio con la noria en el punto M , se deben aplicar y derivar en el punto de origen; por ejemplo, en el caso de un árbol motriz, el momento flector se debe aplicar en las barras radiales y el momento de torsión se debe aplicar en el árbol; en el caso de un movimiento originado por una rueda de fricción, la presión de contacto y la fuerza de rozamiento tangencial se deben aplicar a las barras de borde.

Todas las cargas se deben multiplicar por los correspondientes coeficientes de seguridad definidos en el apartado 5.3.6.2, con la excepción de los cálculos relativos al vuelco, deslizamiento y levantamiento.

B.2.2 Hipótesis de cargas predominantes

- Hipótesis de carga a: Ocupación total:

Todas las góndolas de la noria están completamente ocupadas. Esto producirá las mayores tensiones en las barras de borde.

- Hipótesis de carga b: Ocupación parcial:

b1: Se debe asumir que la carga en una parte de la noria consiste sólo en dos góndolas contiguas completamente ocupadas.

b2: Se debe asumir que la carga en una parte de la noria consiste en dos góndolas adyacentes completamente vacías, mientras las góndolas restantes están ocupadas.

- Hipótesis de carga c: Fuerza centrífuga, Q_r .
- Hipótesis de carga d: Carga efectiva de inicio o parada, Q_t .
- Hipótesis de carga e_1 : Carga del viento paralela a la noria.
- Hipótesis de carga e_2 : Carga del viento perpendicular a la noria.

Si más de dos góndolas están totalmente cargadas en un lado de la noria, esto se debe considerar en el cálculo.

B.2.3 Cálculo

Las fuerzas sobre las barras radiales y sobre las barras de borde de una noria, como norma general, se deben determinar de acuerdo con la teoría de la elasticidad (armadura con un miembro estáticamente indeterminado). Para este objetivo, se debe asumir que las barras radiales están sujetas en el punto central del eje de giro. Para todos los casos de aplicación de carga, se deben adoptar las cargas resultantes del accionamiento (o del frenado) obtenidas como una evaluación realista de estas fuerzas.

Las fuerzas Q_r , Q_t , W_r y W_t se pueden considerar insignificantes con relación a Q si:

$$\left(Q_r \leq \frac{Q}{5}, Q_t \leq \frac{Q}{10}, \sqrt{W_{ra}^2 + W_{ta}^2} \leq \frac{Q}{4} \right)$$

Se puede asumir que las dos primeras condiciones se cumplen si satisfacen las tablas B.2 y B.3. Si las tres condiciones se cumplen, entonces las fuerzas sobre las barras de borde y las barras radiales se pueden tomar de la tabla B.4.

Tabla B.2 – Velocidad de rotación máxima permitida para cumplir la condición $Q_r \leq Q/5$

Diámetro de la noria m	Velocidad máxima, n_r^* rpm
4	9,5
6	7,7
8	6,7
10	6
12	5,5
14	5,1
16	4,7
18	4,5
20	4,2
25	3,8
30	3,5
35	3,2
40	3

Cuando una noria funciona a la velocidad límite n_r^* indicada en la tabla anterior, la distancia de frenado más pequeña admisible (o aceleración) es de un radian para cualquier diámetro de la noria.

Tabla B.3 – Distancia mínima de frenado (o aceleración) permitida, es decir, un ángulo de rotación para cumplir la condición $Q_t \leq Q/10$

Coefficiente de velocidad n_r/n_r^*	Distancia mínima de frenado radianes
1,0	1,00
0,9	0,81
0,8	0,64
0,7	0,49
0,6	0,36
0,5	0,25
0,4	0,16

En la tabla B.3, n_r es la velocidad máxima de funcionamiento.

Si no se utiliza la tabla, se pueden aplicar las siguientes fórmulas para el cálculo de las barras radiales para norias con n sectores.

Son válidas para cargas $Q = 1$.

Otros requisitos previos: los módulos de elasticidad deben ser iguales para todas las barras.

En las fórmulas (B.15) a (B.28):

A_s	es el área de la sección transversal de la barra radial, que debe ser igual para todas ellas;
A_k	es el área de la sección transversal de una barra de borde, que debe ser igual para todas ellas;
I_k	es el momento de inercia de una barra de borde, que debe ser igual para todas ellas;
(n)	es el subíndice que designa un punto nodal arbitrario de una noria con n sectores;
α	es el ángulo central comprendido entre dos barras radiales consecutivas (debe ser igual para todas las barras radiales);
S_{OS} o S_{OK}	son las fuerzas de las barras en sistemas estáticamente indeterminados en las barras radiales o en las barras de borde como resultado de $Q_1 = 1, Q_2 = 1 \dots Q_n = 1$;
S_{IS} o S_{IK}	son las fuerzas de las barras en sistemas estáticamente determinados en las barras radiales o en las barras de borde como resultado de $X_1 = 1$.

$$f = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) \quad (\text{altura del arco por encima de la cuerda de noria}) \quad (\text{B.15})$$

$$c' = \frac{A_s}{A_k} \quad (\text{B.16})$$

$$c'' = \frac{A_s}{I_k} \quad (\text{B.17})$$

$$S_{Is} = -2 \sin \frac{\alpha}{2} \quad (\text{B.18})$$

$$S_{Ik} = +1 \quad (\text{B.19})$$

$$\text{máx. } M_{Ik} = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) \quad (\text{B.20})$$

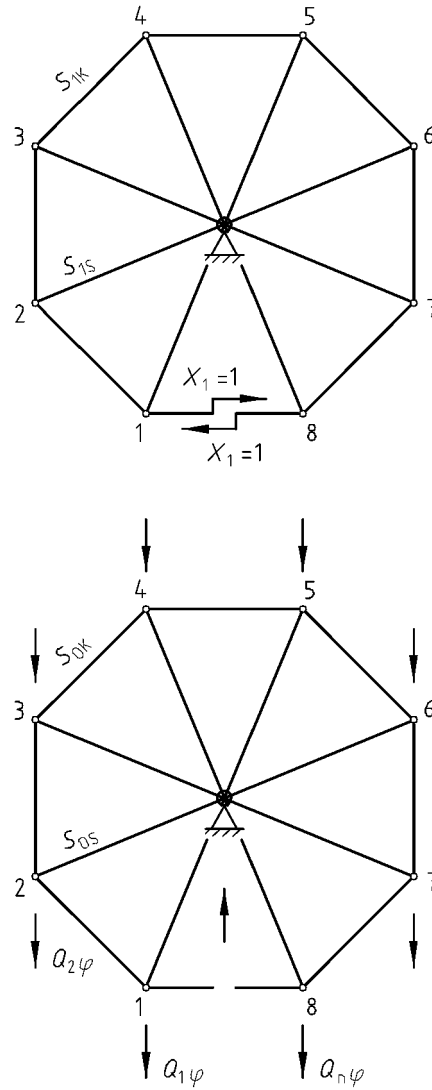


Figura B.3 – Sistema básico estáticamente determinado para norias con $n = 8$ sectores (unidos poligonalmente)

Cuando las barras de borde estén unidas poligonalmente, se tiene que $M_{1k} = 0$. Para norias de n sectores, se obtienen las siguientes relaciones cuando se cumpla la condición $X_1 = 1$:

Respecto de la fuerza normal:

$$\frac{E A_S}{R} \delta_{11}^N = 2 n \sin \frac{\alpha}{2} \times \left(2 \sin \frac{\alpha}{2} + c' \right) \quad (\text{B.21})$$

y respecto al momento:

$$\frac{E A_S}{R} \delta_{11}^M = n c'' R^2 \left(\frac{\alpha}{2} + \alpha \cos^2 \frac{\alpha}{2} - 3 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} \right) \quad (\text{B.22})$$

para barras de borde unidas poligonalmente se tiene:

$$\frac{E A_S}{R} \delta_{11}^M = 0 \quad (\text{B.23})$$

$$\frac{E A_S}{R} \delta_{10} = 2 \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} \left(c' \sum_1^n S_{OK} - \sum_1^n S_{OS} \right) \quad (\text{B.24})$$

La cantidad estáticamente indeterminada pasa a ser:

X_1 respecto a $Q_1 = 1, Q_2 = 1, \dots, Q_n = 1$

$$X_1 = - \frac{\frac{E \times A_S}{R} \delta_{10}}{\frac{E \times A_S}{R} \delta_{11}^N + \frac{E \times A_S}{R} \delta_{11}^M} \quad (\text{B.25})$$

Las tensiones finales resultantes en un sistema estáticamente indeterminado de una noria con n sectores y con dos barras radiales cargadas con Q :

barras radiales: $S_S = \frac{Q_\varphi}{2} (S_{OS} + X_1 \times S_{IS})$ (B.26)

barras de borde: $S_K = \frac{Q_\varphi}{2} (S_{OK} + X_1 \times S_{ISK})$ (B.27)

máx. $M_{1K} = S_K R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$ (B.28)

$M_k = 0$ para el caso de barras de borde unidas poligonalmente. Las fuerzas máximas sobre las barras están indicadas en la tabla siguiente para norias con barras unidas poligonalmente, para $c' = 0,2$ hasta $3,0$, en el caso de carga $Q_n = 1$ y n comprendido entre 6 y 36.

Las fuerzas sobre las barras radiales y sobre las de borde en cada uno de los dos planos de la estructura se deben calcular multiplicando los valores de la tabla B.4 por $Q_\varphi/2$.

Tabla B.4 – Fuerzas máximas en las barras radiales y de borde

Número de sectores, n	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36
Barras radiales	± 2,00	± 2,00	± 2,00	± 2,00	± 2,00	± 2,00	± 2,00	± 2,00	± 2,00	± 2,00	± 2,00	± 2,00
Barras de borde	± 1,15	± 1,41	± 1,70	± 2,00	± 2,30	± 2,61	± 2,92	± 3,24	± 3,86	± 4,49	± 5,13	± 5,76

En la tabla B.4, + significa tracción y – significa compresión.

En las norias convencionales las góndolas están soportadas entre dos estructuras planas formadas por barras radiales y barras de borde. En este caso, se puede asumir que las cargas tomadas de la tabla B.4 se pueden dividir entre las dos estructuras, y las fuerzas en las barras de borde y en las barras radiales individuales se comparten por mitades.

Si las barras de borde son curvas, puede ser necesario comprobar los momentos flectores asumiendo que las fuerzas en las barras de borde actúan a lo largo de la línea formada por los puntos de unión con las barras radiales.

La influencia sobre las barras radiales y las barras de borde del viento actuando en ángulo recto con respecto a la estructura formada por las barras radiales, se debe comprobar mediante cálculo (proporción de carga de viento en cada barra radial como consecuencia de la góndola, la barra radial, las barras de borde y cualquier elemento instalado).

En el caso de barras radiales y barras de borde, también se debe tener en cuenta la influencia de la flexión producida por el peso propio y por otras cargas que puedan actuar.

Si las fuerzas de accionamiento y de frenado se aplican solamente sobre una estructura de barras radiales, se debe comprobar el efecto resultante sobre la noria.

B.2.4 Montaje

El procedimiento de montaje de la noria se debe verificar mediante cálculo. Si por ejemplo, la noria se monta de manera que la última barra de borde se coloca en la parte inferior, entonces el anillo de las barras de borde se debe mover de manera que quede sometido a las fuerzas de compresión resultantes del cálculo estáticamente determinado del sistema, originadas por las cargas existentes.

B.2.5 Indicaciones generales

La suma de todas las fuerzas exteriores actuantes debe ser conducida a las estructuras de soporte y se debe realizar la verificación de la seguridad estructural contra el vuelco y la resistencia al deslizamiento, inicialmente bajo condiciones de funcionamiento con carga de viento de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.3.3.4.2 (carga de viento en condiciones de funcionamiento) actuando sobre la zona de aplicación del viento que, en algunos casos, puede ser mayor que la carga aplicada y, en segundo lugar, en condiciones de fuera de servicio (condición de reposo, sin carga aplicada) con una carga de viento que sea conforme con lo especificado en el apartado 5.3.3.4.1, columna 2 de la tabla 1. Se debe asumir que el viento actúa paralelamente a la estructura de barras radiales en el primer caso de cálculo, y en ángulos rectos respecto a la estructura de barras radiales en el segundo caso de cálculo.

La seguridad contra el vuelco y la resistencia al deslizamiento de la estructura se debe comprobar para las dos hipótesis de carga anteriores.

Cuando sea necesario, la seguridad contra el vuelco y la resistencia al deslizamiento también se debe comprobar para la fase de montaje. Dado que las barras radiales no pueden, como regla general, estar unidas al punto central del árbol motor (lo asumido en el cálculo), la estructura de barras radiales representa un sistema inestable, es decir, el eje es capaz de realizar un movimiento finito de torsión frente a una noria que permanezca estacionaria, hasta que se obtenga una posición de estabilidad.

Para prevenir este tipo de comportamiento, las barras radiales deberían estar unidas al eje de manera que se impida la torsión relativa del eje (por ejemplo, mediante abrazaderas).

Si los elementos sometidos a tracción son usados como barras radiales, se debe evaluar la influencia del pandeo de estos elementos sobre la noria.

Cuando se calcule el efecto del viento incidiendo en ángulo recto sobre la estructura de barras radiales, se debe tener en cuenta que la carga total del viento sobre la noria actúa solamente sobre un soporte, salvo que sin ninguna duda se asegure una distribución de carga sobre ambos soportes en virtud del diseño del eje y del sistema de soporte. En la comprobación de la seguridad contra el vuelco, el vuelco de la estructura completa solamente se debe calcular si existe una posibilidad de que la estructura completa bascule sobre un eje o sobre un punto de apoyo. Si, por ejemplo, las estructuras de soporte pueden bascular individualmente, la comprobación de la seguridad contra el vuelco se debe realizar para cada estructura de soporte.

En el caso de soportes inclinados sometidos a compresión se debe tener en cuenta el momento debido a la fuerza de compresión multiplicado por el pandeo.

Se debe tener en cuenta la influencia sobre la suspensión de la góndola en el caso posible de ocupación parcial por pasajeros colocados en un solo lado de ésta, acoplada con cargas de viento.

B.3 Tiovivos voladores y tiiovivos en suspensión

Las fuerzas centrífugas producidas en los tiiovivos voladores y en los tiiovivos en suspensión con un eje vertical de rotación, se deben calcular como sigue:

$$H_{FL} = \frac{m v^2}{R + a} = Q' \times \tan \alpha \quad (\text{B.29})$$

$$m = \frac{Q'}{g} \quad (\text{B.30})$$

$$v = \frac{\pi n (R + a)}{30} \quad (\text{B.31})$$

donde $a = l \sin \alpha$ como una función de v , tiene un valor desconocido por el momento. La ecuación (B.32) se debe utilizar para determinar α (véase la figura B.4):

$$q = \cos \alpha + \frac{R}{l} \cot \alpha \quad (\text{B.32})$$

donde

$$q = \frac{894}{l \times n^2} \quad \text{con } l \text{ en metros y } n \text{ en rpm} \quad (\text{B.33})$$

En las fórmulas (B.28) a (B.33):

Q' es el peso propio de la góndola, incluyendo la carga aplicada;

l es la longitud de péndulo;

R es el radio, como se muestra en las figuras B.5a y B.5b;

n es la velocidad de rotación;

a es la amplitud del movimiento de la góndola;

α es el ángulo de balanceo con respecto a la vertical;

v es la velocidad tangencial de la góndola;

m es la masa de la góndola incluyendo la carga aplicada;

H_{FL} es la fuerza centrífuga producida en una góndola;

g es la aceleración de la gravedad.

Todas las cargas se deben multiplicar por su correspondiente factor de seguridad definido en el apartado 5.3.6.2, con la excepción de los cálculos referentes a vuelco, deslizamiento y levantamiento.

En lugar de resolver la anterior ecuación, el ángulo de balanceo se puede determinar como una función de la velocidad de rotación con la ayuda de la figura B.4.

Los componentes de suspensión (por ejemplo, cuatro cadenas, cuatro cables, cuatro barras) de los asientos de las góndolas y los cinturones de seguridad asociados, se deben dimensionar de manera que cada componente de suspensión sea capaz de soportar la mitad de fuerza resultante de H_{FL} y Q' .

Los dispositivos de bloqueo (cables) también se deben calcular con respecto a la fuerza resultante de H_{FL} y Q' en el caso de cadenas, y se debe tener en cuenta la fuerza de tracción de las cadenas. El dispositivo de bloqueo no debe estar sujeto a los componentes de suspensión.

En el caso de pequeños tiovivos voladores con cadenas será suficiente asumir un ángulo $\alpha = 45^\circ$ ($H_{FL} = Q'$), si no se realizan cálculos más precisos. Si dos asientos están enganchados uno contra el otro y con el mismo movimiento, se puede asumir el ángulo de balanceo $\alpha = 45^\circ$ como un medio de simplificación para ambos asientos.

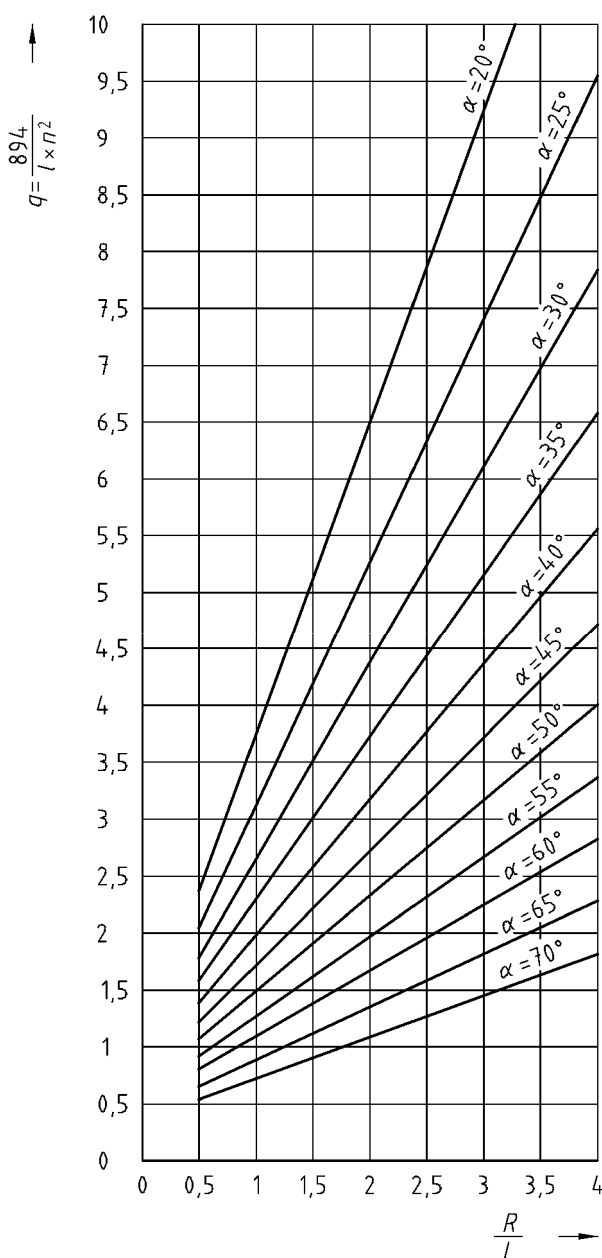


Figura B.4 – Gráfico para la determinación del ángulo de balanceo α

Para tiovivos de niños con figuras de animales suspendidas o similares, será suficiente asumir un ángulo $\alpha = 30^\circ$ ($H_{FL} = 0,5 Q'$), si no se realizan cálculos más precisos.

El momento de las cargas verticales y horizontales en el punto A (base del mástil) es:

$$M_A = c_1 P(R + h \tan \alpha) + (H_w h_w - V_w x) \quad (B.34)$$

El valor que se debe utilizar para la determinación de la seguridad frente al vuelco en condiciones de funcionamiento, es la carga aplicada en una de las caras a la máxima velocidad de rotación. Se debe asumir que la carga de viento actúa en la dirección más desfavorable.

Los momentos alrededor de los ejes k-k o k'-k' son los siguientes:

Los momentos de vuelco incluyendo el coeficiente de seguridad γ (véase la tabla 2) son:

$$M_{K\gamma} = 1,3 [P c_1 (R + h \tan \alpha) - P c_2 e] + 1,2 [H_w h_w - V_w (x + e)] \quad (B.35)$$

$$M_{K'\gamma} = 1,3 \left[P c_1 (R + h \tan \alpha) - P c_2 \frac{e}{\sqrt{2}} \right] + 1,2 \left[H_w h_w - V_w \left(x + \frac{e}{\sqrt{2}} \right) \right] \quad (B.36)$$

Momento de estabilidad:

$$M_{St} = \Sigma \bar{G} e \quad (B.37)$$

$$M'_{St} = \Sigma \bar{G} \frac{e}{\sqrt{2}} \quad (B.38)$$

Para la determinación de \bar{G} , en la ecuación sólo se debe introducir la masa mínima que se pueda asumir con seguridad que exista en todo momento (la madera en estado completamente seco).

Se deben cumplir las relaciones $M_{St} \geq M_{K\gamma}$ y $M'_{St} \geq M'_{K'\gamma}$.

Si existen 18 o más asientos uniformemente distribuidos en la periferia, una adecuada seguridad contra el vuelco puede ser un factor determinante bajo determinadas condiciones.

En tales casos se debe realizar una verificación adicional, con

$$\text{máx. } M_{K\gamma} = [P c_3 (R + h \tan \alpha) - P c_4 e] + 1,2 [H_w h_w - V_w (x + e)] \quad (B.39)$$

$$\text{máx. } M'_{K'\gamma} = \left[P c_3 (R + h \tan \alpha) - P c_4 \frac{e}{\sqrt{2}} \right] + 1,2 \left[H_w h_w - V_w \left(x + \frac{e}{\sqrt{2}} \right) \right] \quad (B.40)$$

c_3 y c_4 son coeficientes análogos a c_1 y c_2 pero referidos a una carga lateral sobre la mitad de la periferia, y en este contexto se debe asumir que están vacíos algunos asientos de los situados en el borde del sector.

Las relaciones $M_{St} \geq M_{K\gamma}$ y $M'_{St} \geq M'_{K\gamma}$ también se deben obtener si

$$\frac{M_{St}}{M_{K\gamma}} \text{ o } \frac{M'_{St}}{M'_{K\gamma}} < 1 \quad (\text{B.41})$$

para una ocupación de 1/4 de la periferia, entonces se deben tomar precauciones especiales, por ejemplo, colocación de contrapesos o anclajes. Si los anclajes al terreno están colocados en los extremos de la sección de base, la fuerza de tracción Z que debe ser absorbida será (véase la figura B.5):

$$Z_v = \frac{M_{K\gamma} - M_{St}}{z} \quad (\text{B.42})$$

o

$$Z_v = \frac{M'_{K\gamma} - M'_{St}}{2 z'} \quad (\text{B.43})$$

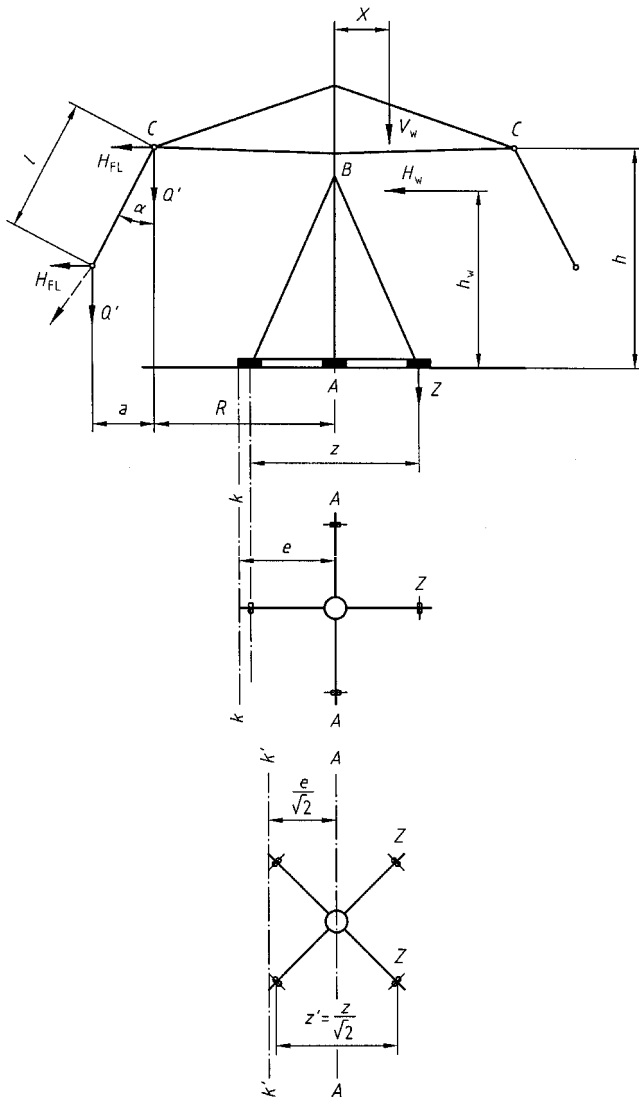
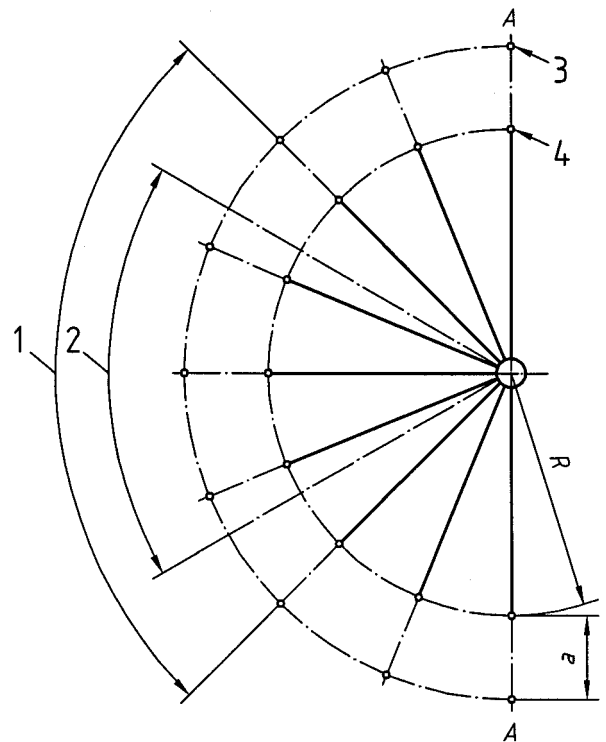


Figura B.5a – Tiovivo volador (alzado)



Leyenda

- 1 90° de acuerdo con el apartado 5.4.2.1
- 2 60° de acuerdo con el apartado 5.4.2.1
- 3 Góndola al máximo ángulo de balanceo
- 4 Suspensión

Figura B.5b – Tiovivo volador (planta)

Se debe cumplir la relación $Z_d \geq Z$.

En las figuras B.5a y B.5b y en la tabla B.5:

Z_d véase el apartado 5.5.2;

G' es el peso propio de una góndola incluyendo la suspensión;

ΣG es el peso propio de todos los componentes individuales permanentemente presentes actuando sobre los soportes;

P es la carga aplicada en una góndola;

$Q' = G' + P$;

h es la distancia entre el punto C de suspensión de la góndola y el nivel del suelo;

c_1 es el coeficiente que tiene en cuenta la posición de las góndolas ocupadas en 1/4 ó 1/6 de la periferia;

c_2 es el coeficiente que tiene en cuenta el número de góndolas ocupadas (en el caso de carga lateral, en 1/4 ó 1/6 de la periferia);

H_w es la suma de las cargas de viento horizontales;

h_w es la distancia de H_w desde el nivel del suelo;

V_w es la suma de las cargas de viento verticales;

x es la distancia de V_w desde el eje del mástil;

Z es fuerza de tracción en el anclaje debida al momento de vuelco (incluidos los coeficientes de seguridad de la tabla 2), para el punto de anclaje sometido a las mayores tracciones;

e es la distancia del eje de basculamiento desde el eje del mástil.

Tabla B.5 – Coeficientes c_1 y c_2 en el caso de cargas en uno de los laterales

Número total de góndolas		4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1/4 ó 3/4 de la periferia	c_1	1,411	1,732	2,414	2,618	3,346	3,514	4,262	4,412	5,172	5,310	6,078
	c_2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7
1/6 de la periferia	c_1	1,0	1,732	1,848	1,902	2,732	2,802	2,848	3,702	3,757	3,799	4,664
	c_2	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5

Tabla B.6 – Coeficientes c_3 y c_4 en el caso de cargas en uno de los laterales

Número total de góndolas		18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
1/2 de la periferia	c_3	5,76	6,39	7,03	7,66	8,30	8,93	9,57	10,20	10,84	11,47	12,11
	c_4	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

B.4 Tiovivos con suelo (suelos suspendidos y carrusel giratorio)

Estos tiovivos tienen un suelo que gira en conjunto con las superestructuras.

El suelo móvil (rotatorio) puede estar suspendido de los soportes o estar montado sobre un mecanismo de rotación.

El estado de carga, según el apartado 5.3.3.1.2.2, también se debe introducir en el cálculo para un sector de suelo con un ángulo central $\alpha = 90^\circ$ o 270° .

La distancia del centro de gravedad respecto al eje vertical de rotación para un ángulo central de 90° es:

$$a_s = 0,60 \frac{R_a^3 - R_i^3}{R_a^2 - R_i^2} \quad (\text{B.44})$$

R_a y R_i son los radios exterior e interior de la plataforma rotatoria. En los tiovivos, para los asientos que están montados sobre soportes situados en la base de la atracción, se deben tener en cuenta los momentos flectores generados por la acción excéntrica de las fuerzas centrífugas, no sólo en el propio mástil, sino también en dichos soportes.

B.5 Atracciones con vehículos autopropulsados

B.5.1 Atracciones con vehículos autopropulsados con pista para conducción unidireccional (por ejemplo, pistas para coches de carreras, pistas para coches en varias alturas, pistas para coches ligeros/go-karts, pistas para motocicletas scooter)

B.5.1.1 Pistas

Los peraltes de las calzadas se deben diseñar de manera que se acomoden a los radios de las curvas y a la velocidad máxima del vehículo. La pendiente longitudinal y transversal no debe exceder los valores que puedan producir que durante el frenado de los vehículos en una pista húmeda éstos patinen o derrapen.

La calzada no debe tener ondulaciones que hagan que las ruedas se despeguen del suelo.

En la zona de estacionamiento, la pista no puede tener ninguna pendiente. La superficie de la pista debe estar construida y dimensionada de manera que no se produzcan vibraciones inaceptables ni impactos.

Las depresiones máximas de la pista no deben exceder de 1/500 de la luz de ésta.

B.5.1.2 Barreras de protección en las pistas

Las pistas deben estar provistas de barreras en los laterales.

La carga de colisión se debe determinar de acuerdo con el apartado 5.3.3.7 para α no menor de 30° .

B.5.1.3 Soportes de las pistas

Cuando se dimensionan las estructuras de soporte de una pista, las fuerzas de arranque, de barrido, y centrífugas se deben tener en cuenta como fuerzas horizontales a efectos de determinar los sistemas de arriostramiento apropiados de la estructura. A menos que se realice una estimación más precisa, se debe tomar la velocidad de los vehículos como 30 km/h para los cálculos de la acción de la fuerza.

Las estructuras de soporte de las pistas están sometidas a cargas oscilantes y por tanto se debe comprobar la resistencia a la fatiga de tales estructuras.

B.5.1.4 Vehículos

Los vehículos se deben diseñar y calcular de manera que las fuerzas que se originen durante su funcionamiento (por ejemplo, las fuerzas de frenado), las fuerzas resultantes de acelerones o de colisiones y la presión de contacto ejercida por los pasajeros en los coches (asientos, apoyabrazos, respaldos, panel frontal, volante) puedan ser absorbidas.

Los parachoques con muelles y los dispositivos de amortiguación previstos para colisiones, se deben diseñar y dimensionar de manera que las máximas fuerzas que actúen sobre los pasajeros sean aceptables.

Los parachoques de todos los vehículos que circulen por una pista deben estar a la misma altura y situados en la carrocería a la altura de las barreras de protección.

B.5.1.5 Cargas aplicadas

Las cargas aplicadas sobre la pista deben consistir en vehículos completamente cargados colocados uno junto al otro y uno detrás de otro, en la posición más desfavorable. En este contexto, se deben ignorar las cargas sobre las ruedas que ejerzan un efecto irrelevante.

Todos los componentes estructurales se deben calcular para un caso de carga adicional que sea una carga aplicada uniformemente distribuida de $p = 2 \text{ kN/m}^2$, y de $3,5 \text{ kN/m}^2$ en la zona de estacionamiento.

El más desfavorable de estos dos valores se debe utilizar para fines de dimensionamiento.

B.5.2 Instalaciones de conducción con direcciones arbitrarias de conducción (autos de choque)

B.5.2.1 Estructura de la cubierta

Aparte de las cargas del peso propio y del viento, la estructura de la cubierta de la atracción de autos de choque debe absorber las fuerzas de pretensado de la malla eléctrica.

Si no se realiza una evaluación más exhaustiva, se debe asumir una fuerza de $0,3 \text{ kN/m}$ para este fin.

Los soportes de la estructura de la cubierta pueden estar anclados a la estructura de la pista y ésta última se puede utilizar para absorber parcialmente las fuerzas de levantamiento de los soportes. Éstos deben estar protegidos de manera efectiva contra las colisiones de los vehículos por medio de medidas estructurales

B.5.2.2 Superficie de la pista

La superficie de la pista para vehículos de choque debe estar montada de manera que no presente separaciones en las uniones.

Las planchas que componen la pista deben estar dimensionadas para una carga uniformemente distribuida de $3,5 \text{ kN/m}^2$ y, en un segundo cálculo, para la situación más desfavorable de cargas de las ruedas con una pista completamente ocupada.

Las planchas deben estar apoyadas por sus bordes en vigas fijas longitudinales y/o transversales y de manera que no se puedan mover.

La flecha de las planchas no debe exceder de $1/500$ de su luz.

B.5.2.3 Barreras de protección de la pista

La carga de colisión se debe determinar de acuerdo con el apartado 5.3.3.7 para un ángulo $\alpha = 90^\circ$.

B.5.2.4 Estructura de soporte

Los tacos de madera posicionados en las vigas longitudinales y transversales deben estar indicados en los planos. La separación entre ellos se debe determinar de manera que la flecha de las vigas no exceda $1/500$.

Las escaleras y plataformas de las instalaciones de coches autopropulsados se deben calcular para una carga uniformemente distribuida de 5 kN/m^2 .

B.5.2.5 Vehículos

Se deben aplicar los requisitos que correspondan del apartado B.5.1.4.

B.6 Pistas con una gran pendiente

Las pistas con gran pendiente se deben calcular para las cargas de funcionamiento además de para las especificadas en el apartado 5.3.

Se deben tener en cuenta todas las cargas de funcionamiento que estén involucradas, la naturaleza de la exhibición, el número de vehículos que funcionan al mismo tiempo y sus posiciones más desfavorables en relación con los demás. Si no se tienen valores medidos especiales, la fuerza centrífuga se puede considerar del siguiente modo en el cálculo: no menor de cuatro veces la masa del vehículo (incluyendo al conductor) para vehículos de dos ruedas; no menor de tres veces la masa del vehículo (incluyendo al conductor) para vehículos de cuatro ruedas. Las pistas con una gran pendiente deben estar cubiertas totalmente con el fin de protegerlas de las condiciones meteorológicas.

La borde superior de la pista debe estar equipado con un contorno diseñado para impedir que los coches se salgan fuera de la pista y choquen contra los espectadores (por ejemplo, mediante cables de acero de un diámetro no inferior a 13 mm alrededor de todo el perímetro).

La distancia desde la superficie de la pista al cable del contorno no debe ser menor de 60 cm, medida radialmente hacia el interior.

B.7 Esferas

Las esferas se deben montar en el interior o bajo la estructura de cubierta para que sus pistas estén totalmente protegidas de las condiciones meteorológicas.

Las esferas se deben calcular para las cargas de funcionamiento además de para las cargas de cálculo especificadas en el apartado 5.3; para este propósito, se debe adoptar la combinación más desfavorable que se obtenga del tipo, número y posición de los vehículos empleados. El vallado de la zona de espectadores debe tener un diámetro de, al menos, 2 m mayor que el diámetro de la esfera.

B.8 Instalaciones para exhibiciones artísticas aéreas

Se debe realizar una comprobación, de acuerdo con especificado en el apartado 5.1.4, de las estructuras, cables de soporte, cuerdas y anclajes de grandes instalaciones de cables, y también de los mástiles de soporte de las instalaciones de mástiles inclinados. Dado que los cables portantes (cables de izado o de paseo) de grandes instalaciones de cables frecuentemente están unidos por un extremo a estructuras ya existentes, y en ocasiones por los dos extremos, los diferentes tipos posibles de construcción de las sujeciones se deben ilustrar en un croquis y verificar mediante cálculo en documentos técnicos, así como la especificación de la fuerza de sujeción.

Todos los actos de exhibición deben estar descritos en los documentos técnicos y de ellos se deben deducir las cargas más desfavorables en función de las cuales se debe comprobar la resistencia y la estabilidad.

Los llamados mástiles inclinados, montados sobre los mástiles de soporte, normalmente exceden la relación de esbeltez máxima permitida y, por tanto, no se pueden calcular con respecto a la seguridad contra el pandeo.

Con objeto de asegurar el mástil de balanceo contra fallos, se debe introducir un cable de acero de 6 mm como mínimo de diámetro a través del hueco interior del mástil de balanceo, que quede amarrado al extremo superior del mismo y al mástil de soporte.

B.9 Rotores

Para los rotores se deben tener en cuenta cargas uniformemente repartidas y cargas parciales.

El cilindro del rotor se debe calcular para una carga lateral aplicada sobre una cuarta parte o tres cuartas partes de la periferia; además del peso propio del cilindro, se debe asumir una carga aplicada uniformemente repartida de $p_v = 1,2 \text{ kN/m}$ alrededor de la periferia.

Además, también se debe calcular el caso de dos cuadrantes cargados situados uno frente al otro, quedando los otros dos cuadrantes sin carga.

Se puede asumir que la fuerza centrífuga generada por los pasajeros actúa a una altura de 1,2 m por encima de la posición más alta del fondo del cilindro y se debe introducir en el cálculo con el valor resultante de la correspondiente velocidad de rotación. Si la simetría de la pared de soporte se interrumpe, por ejemplo, cuando se abren puertas, se debe comprobar la influencia de éstas. Igualmente, si fuera necesario, debe comprobarse la influencia de las ruedas de soporte o de las ruedas de guía.

La plataforma del suelo también se debe calcular para un caso de carga en el que se suponga que el número total admitido de pasajeros queda apretado en un sector del suelo que tenga un ángulo central $\alpha = 120^\circ$. Los dispositivos de bloqueo y los elementos de fijación de las puertas del cilindro también se deben comprobar mediante cálculo.

B.10 Toboganes

Aparte de con respecto al peso propio y a la carga del viento, los toboganes se deben calcular para las siguientes cargas aplicadas:

- área inclinada de la cinta transportadora $2,0 \text{ kN/m}^2$;
- plataformas, escaleras y rampas inclinadas $5,0 \text{ kN/m}^2$;
- para cada descenso $1,5 \text{ kN/m}$;
- carga horizontal simultánea en la parte superior del descenso $0,25 \text{ kN/m}$.
(fuera de la zona curva)

B.11 Barriles giratorios

Los barriles giratorios sólo se deben calcular para una carga aplicada de $2,5 \text{ kN/m}$ (esto corresponde a una carga por unidad de superficie de $2,5 \text{ kN/m}^2$ si se asume que la anchura de la superficie pisada es de 1 m). La estabilidad del barril giratorio se debe comprobar para el caso de que esta carga esté situada en la pared lateral a media altura.

Si los rodillos de soporte sobresalen más de $1/5$ de su longitud fuera del extremo del barril, también se debe verificar la estabilidad de éste en relación con un eje transversal.

B.12 Plataformas móviles

Las plataformas móviles se deben calcular para una carga aplicada de $3,5 \text{ kN/m}^2$.

Además de a plena carga, estas plataformas también se deben comprobar con respecto al punto de carga más desfavorable; en particular, se debe asumir que las partes que están fuera de los apoyos están cargadas. También se debe comprobar la estabilidad de estas plataformas.

Las balaustradas y las barandillas de las plataformas móviles se deben calcular para una fuerza horizontal lateral de $1,5 \text{ kN/m}$ a la altura del pasamanos.

B.13 Plataformas giratorias

Las plataformas giratorias se deben comprobar, además de con respecto a su peso propio, para una carga aplicada de $3,5 \text{ kN/m}^2$ en situación estacionaria, y para una carga aplicada de $2,0 \text{ kN/m}^2$ a la máxima velocidad de rotación. También se debe asumir que estas cargas actúan de forma asimétrica sobre un sector de la base con un ángulo central de 90° .

Los suelos fijos que rodeen a las plataformas giratorias se deben calcular para una carga aplicada de 5 kN/m^2 .

Las superficies almohadilladas que reciben a las personas que son despedidas de la plataforma giratoria se deben calcular para una fuerza puntual horizontal de $2,5 \text{ kN}$ en la posición más desfavorable del impacto, o para una carga horizontal uniformemente distribuida de 2 kN/m .

ANEXO C (Normativo)
FORMULARIOS DE INSPECCIÓN

C.1 Formulario de inspección exhaustiva

A continuación se muestra un formulario con los contenidos mínimos a incluir en el informe de una inspección exhaustiva de una atracción:

Nombre del propietario.

Dirección.

Nombre del operador.

Dirección.

Tipo y nombre de la atracción.

Número de identificación y fecha de la aprobación inicial.

Indicar si todas las partes del dispositivo, hasta el punto que sea posible comprobar sin necesidad de desmontar:

- a) son de materiales de buena calidad, desde el punto de vista acústico, y
- b) si están mantenidas correctamente y en buenas condiciones de trabajo.

Como "Conclusiones" se declaran todas las observaciones que requieran modificaciones de diseño, correcciones en el cálculo, atención u observación permanente u otra acción obligatoria. También se declaran todos los defectos que requieran atención, observación permanente o acción.

Velocidad máxima segura de trabajo y límites de funcionamiento de la atracción (si es aplicable).

Otras observaciones.

Las características de la atracción que fueron ensayadas durante la inspección.

Declaración

Yo/nosotros certifico/certificamos que en he/hemos inspeccionado completamente esta atracción en y que lo anteriormente indicado es un informe correcto de dicha inspección.

Firma:

Cualificación:

Dirección:

Entidad de inspección:

Fecha:

C.2 Formulario para la inspección inicial

A continuación se muestra un formulario con los contenidos mínimos a incluir en el informe de la inspección inicial (o después de una modificación o reparación) y de los ensayos realizados sobre una atracción:

Nombre del propietario.

Dirección.

Tipo y nombre de la atracción.

Número de identificación y fecha de la inspección inicial.

Fecha de fabricación.

Fecha y lugar donde se realizaron la evaluación y los ensayos.

Informe de los diferentes métodos, investigaciones, inspecciones y ensayos aplicados para aprobar la atracción (este informe debe incluir velocidades de ensayo, condiciones de funcionamiento, detalles específicos de los ensayos tales como magnitud y disposición, todas las mediciones y grabaciones (es decir, temperatura, condiciones atmosféricas, velocidades, aceleraciones, presiones, etc.), ensayos y funcionamiento de los sistemas de seguridad incluyendo todos los sistemas de control, sistemas de frenado y medidas de emergencia).

Las partes del sistema (si las hay) que no se han sometido a ensayo y las causas de ello.

Se indica si se trata de un ensayo inicial o de una inspección y ensayo realizado después de una reparación o modificación.

Como "Conclusiones" se declaran todas las observaciones que requieran modificaciones de diseño, correcciones en el cálculo, atención u observación permanente u otra acción obligatoria.

Otras observaciones.

Velocidad máxima segura de trabajo y límites de funcionamiento de la atracción (si es aplicable).

Declaración

Yo/nosotros certifico/certificamos que en he/hemos aprobado esta atracción en y que lo anteriormente indicado es un informe correcto de dicha aprobación.

Firma:

Cualificación:

Dirección:

Entidad de inspección:

ANEXO D (Normativo)**EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO Y SISTEMAS DE CONTROL****D.1 Equipamiento eléctrico****D.1.1 Generalidades**

Los requisitos considerados en este anexo de la norma son aquellos que minimizan el riesgo de descarga eléctrica, quemaduras, arco eléctrico y explosión.

Las instalaciones eléctricas deben cumplir los requisitos de todas las partes de la Norma Europea EN 60204-1, excepto cuando sean ampliados o modificados por los capítulos siguientes.

D.1.2 Clases de protección de los equipos

Las clases de protección de los equipos tales como cajas para tomas de corriente, conectores, casquillos para el paso de cables, etc., deben ser inferiores a la clase IPX4 en habitáculos cerrados o protegidos de las precipitaciones atmosféricas directas, y de la clase IP65 para exteriores.

D.1.3 Contactos deslizantes

Los contactos deslizantes, por ejemplo, anillos colectores, raíles conductores y colectores deben estar protegidos con un mínimo de IP2X con las siguientes excepciones:

- Raíles, suelos y techos conductores conectados a una fuente de alimentación SELV / FELV o PELV, donde la tensión máxima es de 25 V de corriente alterna o de 60 V de corriente continua con un máximo del 10% de rizado, sin protección contra el contacto directo.
- Coches de choque, si se cumplen los requisitos del apartado 6.2.4.1.6.

Donde se necesite una protección adicional, los raíles deben estar situados de manera que la entrada de corriente esté en un lateral o debajo para prevenir la acumulación de polvo o agua.

D.1.4 Sistemas de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra se debe implementar de conformidad con la Norma IEC 60364-4-41.

D.1.5 Protección contra descargas eléctricas

En las atracciones transportables, solamente se permiten las siguientes medidas de protección contra el contacto indirecto de acuerdo con la Norma IEC 60364-4-41:

- protección mediante la desconexión automática del suministro de energía por medio de RCDs en sistemas TN y TT con una intensidad de fugas máxima $\leq 0,4$ A y una resistencia total de puesta a tierra $\leq 30 \Omega$;
- protección mediante la utilización de equipo de seguridad de la clase II o de aislamiento equivalente;
- protección por medio de sistemas SELV o PELV.

Los conductores de conexión y los conductores equipotenciales de conexión se deben diseñar e instalar de acuerdo con la Norma IEC 60364-5-54.

Por otra parte, en las atracciones y/o en las estructuras también se pueden usar métodos mecánicos de conexión de conductores tales como conectores ranurados, engastados, atornillados u otros métodos mecánicos similares, a condición de que esos conectores mecánicos no contengan ningún material aislante. La conductividad de estas partes de las atracciones y/o de la estructura se debe verificar en el proceso de fabricación inicial y, si es necesario, se debe colocar un conductor de protección adicional. No se debe usar un cojinete como el único sistema de conexión de partes conductoras adyacentes de la atracción y/o estructura que gire. Cuando se use un anillo colector para asegurar la continuidad del conductor de protección, entonces la atracción/estructura se debe conectar al conductor en ambos extremos del anillo colector.

D.1.6 Medidas de protección del alumbrado

Cuando los requisitos locales exijan la adopción de medidas de protección del alumbrado, tales medidas deben ser conformes con las normas apropiadas.

D.1.7 Alumbrado y alumbrado de emergencia

Cuando las luminarias estén al alcance de las personas, se deben utilizar protecciones adicionales (por ejemplo, pantallas de plástico) si se pueden producir riesgos de descargas eléctricas, quemaduras o roturas.

Todas las partes de la atracción a las que el público y el personal tengan acceso, y todas las vías externas de salida que estén proyectadas para ser utilizadas sin luz natural, deben disponer de alumbrado artificial que proporcione suficiente iluminación para que, en esas partes, las personas puedan abandonar la atracción en condiciones de seguridad.

Las atracciones diseñadas deliberadamente para funcionar en estructuras cerradas deberían disponer de alumbrado de emergencia que cumpla con la norma aplicable (por ejemplo, la Norma Europea EN 1838).

Si en algún momento se produce un fallo en el alumbrado normal, las partes de la estructura afectadas, incluyendo los indicadores de salida, se deben iluminar inmediatamente mediante métodos alternativos que permitan al público ver el camino de salida con toda seguridad.

El alumbrado de emergencia puede ser suministrado desde la misma fuente que el alumbrado normal, pero debe estar preparado para funcionar mediante una fuente de suministro de energía independiente durante un tiempo suficiente. Para estructuras cerradas con capacidad para más de 30 personas, la fuente independiente debe ponerse en funcionamiento de manera inmediata y automática ante cualquier fallo del suministro normal. En salidas de locales al aire libre y en áreas de emergencia se debe disponer de un número adecuado de luces de emergencia portátiles.

D.1.8 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los sistemas de protección contra sobrecargas y cortocircuitos deben ser conformes a las Normas HD 384.4.43S1 y HD 384.4.473S1.

D.1.9 Requisitos adicionales para atracciones de agua

Cuando no sea posible el uso de un interruptor diferencial con $I_{dn} \leq 0,030$ A, por ejemplo, donde exista un motor grande, es aceptable utilizar un interruptor diferencial de $I_{dn} 0,5$ A, a condición de que:

- 1) el equipo (por ejemplo, el motor de una bomba) esté conectado directamente a la estructura metálica y al canal de agua mediante un conductor con una sección mínima que sea conforme con la Norma Europea EN 60204-1; y
- 2) no sea posible el acceso directo del público a la zona que rodea al equipo.

D.2 Sistemas de control

D.2.1 Generalidades

Este capítulo de la norma se aplica al diseño y fabricación de los sistemas de control relacionados con la seguridad.

Se aplica a todos los sistemas de control, por ejemplo, manuales, eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos y mecánicos, desde el sensor hasta el dispositivo actuante inclusive.

Un sistema de control relativo a la seguridad es un sistema que:

- implementa las funciones de seguridad que se requieren para alcanzar o para mantener un estado seguro de la atracción;
- está proyectado para alcanzar, por sí mismo o en colaboración con otros sistemas de seguridad, el nivel de seguridad necesario.

NOTA Debido a la variedad de atracciones existentes, esta norma no define ningún SIL específico de acuerdo con la Norma Europea EN 61508-1:2002 o categoría de acuerdo con la Norma Europea EN 954-1:1996. La categoría se establece como resultado del proceso de evaluación del riesgo.

D.2.2 Normas de especial importancia

EN 418 *Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales. Principios para el diseño.*

EN 1050:1996 *Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación del riesgo.*

EN 954-1 *Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.*

EN ISO 12100-1 *Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.* (ISO 12100-1:2003)

EN ISO 12100-2 *Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos.* (ISO 12100-2:2003)

EN 60204-1 *Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.* (IEC 60204-1:1997)

EN 60947 (todas las partes) *Aparatos de baja tensión.*

EN 61496-1 *Seguridad de las máquinas. Equipos de protección electrosensibles. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.* (IEC 61496-1:1997)

prEN 61496-2 *Seguridad de las máquinas. Equipos de protección electrosensibles Parte 2: Requisitos particulares para equipos utilizando dispositivos de protección optoelectrónicos.* (IEC 61496-2)

D.2.3 Elementos de los sistemas de control relacionados con la seguridad

D.2.3.1 Requisitos generales

Los sistemas de control que incorporan elementos neumáticos, hidráulicos y mecánicos deben estar de acuerdo con la Norma Europea EN 954-1, y con la evaluación del riesgo realizada de acuerdo con la tabla A.1 de la Norma EN 1050:1996.

Los sistemas que incorporen elementos eléctricos, electrónicos y electrónicos programables, además deben satisfacer los requisitos de la Norma IEC 61508 (todas las partes).

D.2.3.2 Aparamenta de baja tensión

La aparamenta de baja tensión y sus combinaciones deben cumplir con las partes aplicables de la Norma Europea EN 60947 (todas las partes).

Los conmutadores de control de apertura eficaz con funciones de seguridad deben cumplir los requisitos del anexo K de la Norma Europea EN 60947-5-1.

D.2.3.3 Equipos de protección electrosensibles (EPES)

Los EPES utilizados con fines relacionados con la seguridad deben cumplir con las partes aplicables de la Norma Europea EN 61496 (todas las partes) o tener un nivel adecuado de integridad obtenido por otros medios.

D.2.4 Funciones de parada

Cuando sea necesario como resultado de una evaluación del riesgo, los sistemas de control deben poder realizar las siguientes funciones de parada: "función de parada operacional", "parada de emergencia" y "desconexión de emergencia"; dichos sistemas deben ser redundantes o diversos. Las funciones de parada deben tener prioridad sobre las funciones de puesta en marcha correspondientes.

Las funciones de parada deben cumplir los siguientes requisitos:

- "función de parada" conforme a lo especificado en el apartado 9.2.7.3 de la Norma Europea EN 60204-1:1997;
- "desconexión de emergencia" conforme a lo especificado en el apartado 9.2.5.4.3 de la Norma Europea EN 60204-1:1997;
- "parada de emergencia" conforme a lo especificado en el apartado 9.2.5.4.2 de la Norma Europea EN 60204-1:1997.

D.2.5 Parámetros relacionados con la seguridad

Se debe disponer de medios para asegurar que los valores de los parámetros relacionados con la seguridad permanecen dentro de niveles predeterminados definidos por la evaluación del riesgo.

La velocidad es un parámetro crítico e importante para la seguridad en las atracciones en las que las aceleraciones, y por consiguiente las fuerzas, dependen de la velocidad de los elementos de la atracción. Por tanto, el control de la velocidad puede prevenir efectos peligrosos en las estructuras y en los viajeros.

Se deben considerar las siguientes velocidades:

- Velocidad mínima de funcionamiento:

Es la velocidad mínima necesaria para asegurar, para una condición de funcionamiento establecida, la contención segura de los pasajeros y la función prevista, así como la integridad de la atracción.

- Velocidad máxima de funcionamiento:

Es la velocidad máxima en la cual, para una condición de funcionamiento establecida, la contención segura de los pasajeros y la función prevista, así como la integridad de la atracción, están aseguradas durante el funcionamiento repetido o sostenido.

- Velocidad máxima posible:

Es el máximo valor de la velocidad que puede alcanzar un elemento de una atracción sin ninguna restricción o control.

Para una parte concreta del ciclo del funcionamiento de la atracción puede haber diferentes velocidades. En particular, se deben aplicar los siguientes criterios para prevenir que la atracción incumpla los parámetros de diseño durante el funcionamiento:

- El sistema de control debe controlar la velocidad entre las velocidades mínima y máxima de funcionamiento durante el ciclo de la atracción.
- Si la atracción no logra alcanzar la velocidad mínima de funcionamiento después de un período de tiempo predeterminado, o la velocidad cae por debajo de la velocidad mínima operacional, entonces el sistema de control debe realizar una parada de seguridad.
- Si la velocidad de la atracción supera la velocidad máxima de funcionamiento, el sistema de control debe realizar una parada de seguridad.

La evaluación del riesgo debe examinar los efectos sobre la atracción y sobre los pasajeros debidos a cualquier velocidad alcanzable. En general, si la velocidad máxima alcanzable es menor o igual que la velocidad máxima de funcionamiento, el sistema de control no requiere ningún circuito adicional de control de la velocidad, pero si la velocidad máxima alcanzable es mayor que la velocidad máxima de funcionamiento, puede ser necesario disponer de medios adicionales para asegurar que la máxima velocidad de funcionamiento no se supera. Asimismo, si la máquina no alcanza la velocidad mínima de funcionamiento, o cae por debajo de ésta, puede ser necesario disponer de medios adicionales para asegurar que se alcance esta velocidad o para realizar una parada de seguridad. La necesidad y la integridad de estos medios se debe determinar mediante la evaluación del riesgo.

En algunas atracciones (por ejemplo, en aquellas en las que una unidad con varios pasajeros puede balancearse y/o girar sobre uno o más ejes), las posiciones, velocidades y aceleraciones instantáneas dependen mucho del diseño del sistema de control. Todos los detalles del sistema de control, incluidas sus características, deben estar disponibles para ser aplicados en el análisis de estabilidad.

D.2.6 Restricciones para el pasajero

Cuando un sistema de control esté involucrado en el funcionamiento, bloqueo, o supervisión de las restricciones de los pasajeros, su funcionalidad y su integridad se deben determinar en una evaluación del riesgo. Además de los requisitos indicados en el apartado 6.1.6.2.4, se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones. Cualquier incumplimiento de estas indicaciones debe ser detallado y justificado en la evaluación del riesgo.

a) Posición para puesta en marcha de la atracción:

Debe existir una confirmación de cierre y de bloqueo antes de que comience un ciclo de la atracción; esta confirmación no necesita ser automática.

b) Posibilidades de liberación:

No debe ser posible la liberación de los dispositivos de restricción hasta que se haya obtenido una situación de funcionamiento seguro y el riesgo para los pasajeros se haya reducido al mínimo.

c) Alarmas y advertencias:

Cuando una atracción se utilice bajo el control último de un operador que debe depender de indicaciones sonoras o visuales que evidencien que los dispositivos de restricción están bloqueados en posición de cerrados, estas alarmas e indicaciones sólo precisan ser a prueba de fallos (hardware/software) si así lo requieren los criterios aplicables especificados en el apartado 6.1.6.2.4.

d) Pérdidas de energía:

La pérdida del suministro de energía no debe:

- i) permitir la liberación de los dispositivos de restricción, salvo que esa liberación no produzca situaciones de peligro a los pasajeros; o se disponga de un sistema apropiado funcionando para garantizar la seguridad del pasajero;
- ii) impedir la liberación intencionada de los dispositivos de restricción cuando así se requiera para garantizar la seguridad de los pasajeros o para fines operacionales, por ejemplo, liberación manual.

e) Supervisión de la posición:

La necesidad de supervisión de la posición de los dispositivos de restricción de los pasajeros y sus sistemas de cierre se debe determinar mediante los criterios aplicables especificados en el apartado 6.1.6.2.4.

D.2.7 Inhibición o derivación de las funciones de seguridad

La inhibición o derivación de las funciones de seguridad se debe realizar de conformidad con los requisitos de anulación y suspensión manual de las funciones de seguridad, conforme se describe en los apartados 5.2 y 5.10 de la Norma Europea EN 954-1.

D.2.8 Modos de control

D.2.8.1 Generalidades

Los sistemas de control deben tener uno o más modos de control relevantes para su aplicación.

Los modos de control se pueden clasificar en:

- modos de pre-operación (sin viajeros) tales como configuración, ajustes, programación, ensayos, limpieza, mantenimiento, localización de averías y reparaciones;
- modos de funcionamiento tales como ciclo manual, semiautomático y automático para el funcionamiento con viajeros. Puede haber variaciones y combinaciones de los ciclos de funcionamiento;
- modos no operativos cuando los modos de pre-operación o los modos normales de funcionamiento no sean posibles debido a circunstancias anormales.

D.2.8.2 Cambio en el modo de control

Un cambio en el modo de control no debe causar una situación peligrosa. Puede ser necesario para:

- realizar una parada de la atracción, requiriendo que un operador dé una orden de inicio para poner en marcha de nuevo la atracción tras el cambio del modo de control;
- evitar el cambio inadvertido del modo de control; o
- llamar la atención del operador ante un cambio del modo de control.

El selector de modo correspondiente debe estar situado de manera que pueda ser accionado con seguridad, en particular, no de forma accidental.

Para el equipamiento eléctrico véase también el apartado 9.2.3 de la Norma Europea EN 60204-1:1997.

D.2.8.3 Modo de pre-operación

En el modo de pre-operación se deben cumplir las siguientes condiciones:

- a) Una persona autorizada debe tener el control total.
- b) Dependiendo de la evaluación del riesgo, el control de más de un subsistema que pueda causar un peligro debe estar impedido, bien por un sistema de control relativo a la seguridad, o bien bajo la supervisión de un único operador.
- c) Dependiendo de la evaluación del riesgo, las funciones relativas a la seguridad deben seguir en funcionamiento o estar bajo el control de un único operador.
- d) Todo el sistema de paradas de emergencia debe permanecer activo.

D.2.8.4 Modos de funcionamiento

Puede existir más de un modo de funcionamiento. Estos modos de control permiten que la atracción funcione sólo después de una puesta en marcha realizada por un operador o bajo su supervisión.

Estos modos son los únicos permitidos para el funcionamiento normal con pasajeros y todas las funciones de seguridad deben estar operativas.

En general, los modos de funcionamiento pueden ser:

- manuales, si todos los ciclos de funcionamiento están bajo el control del operador;
- semiautomáticos, si parte del ciclo de funcionamiento está controlada por uno o más programas automáticos;
- automáticos, si todos los ciclos de funcionamiento están controlados por uno o más programas automáticos.

En los modos de funcionamiento se deben cumplir los siguientes requisitos:

- el ciclo debe ser iniciado por el operador, salvo en casos especiales (tales como carga y descarga continua) en los que la evaluación del riesgo lo permita;
- se debe disponer de medios para evitar que la duración del ciclo de funcionamiento exceda un valor predeterminado basado en el confort de los pasajeros;
- la elección de otros programas de funcionamiento no debe causar un peligro;
- en aquellas atracciones en las que la carga y descarga de pasajeros se realice sin que estén paradas, por lo que no es necesario un ciclo de arranque, se debe disponer de un dispositivo o procedimiento que asegure que el operador mantiene la supervisión de la atracción;

D.2.8.5 Modo no operativo

Se considera que la atracción está en modo no operativo si, por ejemplo, se dan los siguientes casos:

- pérdida de energía;
- restablecimiento de la energía después de un fallo en el suministro de energía;
- actuación de una parada de emergencia;
- activación de una parada de seguridad.

Los sistemas de control relacionados con la seguridad deben garantizar que:

- i) en cualquier momento, el estado de la atracción en condiciones de no operatividad no conlleva ningún riesgo;
- ii) después de una parada de seguridad, una parada de emergencia o un suceso equivalente durante el funcionamiento, todos los parámetros o datos del sistema de control (prefijados u otros) que sean críticos en cuanto a la seguridad, se deben mantener hasta que la instalación vuelva a su modo de funcionamiento normal.

Durante la deceleración y parada de la atracción:

- se debe seguir una secuencia de sucesos segura;
- se deben cumplir las limitaciones impuestas por la velocidad mínima de funcionamiento aplicables en el momento.

Cuando una pérdida de energía pueda dar lugar a una situación peligrosa, se debe disponer de una reserva de energía para el sistema de control y, si es necesario, para los elementos motrices, que permita suministrar la energía suficiente para detener y mantener parada la atracción.

En un modo no operativo se deben cumplir las siguientes condiciones además de las correspondientes al modo de pre-operación:

- a) Las operaciones cuya combinación pueda simular el modo de funcionamiento o puedan conducir a situaciones de peligro, únicamente se deben permitir si son realizadas en pasos diferenciados y confirmados por el sistema de control de seguridad. Se debe disponer de los medios adecuados que aseguren que cada operación individual se realiza de manera deliberada.
- b) A pesar de lo indicado en el punto a), las funciones de seguridad anteriores deben permanecer efectivas en aquellas operaciones en las que, de no respetarse, puedan ocasionar situaciones de mayor peligro.
- c) Si la única forma de rescatar a los pasajeros es utilizando la desactivación de la función de seguridad incorporada en el sistema, este procedimiento especial debe ser realizado por un operador autorizado y estar supervisado visualmente bien por este operador, o bien por un subordinado que esté en perfecta comunicación con él.

D.2.9 Prevención de colisiones mediante sistemas de control de zonas

D.2.9.1 Generalidades

Cuando la evaluación del riesgo lo requiera, se debe disponer de los medios necesarios para evitar las colisiones no intencionadas.

Un ejemplo de estos medios, como es un sistema de control de zonas, se facilita en los apartados D.2.9.2 a D.2.9.4.

D.2.9.2 Sistema de control de zonas

Un sistema de control de zonas consiste en la subdivisión parcial o completa de la vía o canal en zonas de control, cada una de las cuales no debe estar ocupada por más de una unidad de pasajeros o tren al mismo tiempo.

El número de zonas de control en las cuales se divide la vía o el canal debe ser suficiente para evitar colisiones inseguras.

En algunas atracciones, dependiendo de la evaluación del riesgo, se pueden permitir distancias menores entre las unidades de pasajeros en una o más zonas de control siempre que la seguridad esté garantizada por otros medios. Por ejemplo, la velocidad se puede restringir para permitir que las unidades de pasajeros entren en contacto unas con otras en las áreas de estación o inmediatamente antes de un remonte en una montaña acuática.

Un sistema de control de zonas se debe basar, como mínimo, en los siguientes elementos:

- medios de señalización del estado de ocupación de una zona de control, por ejemplo, sensores de ocupación;
- medios de señalización de situación despejada en una zona de control, por ejemplo, sensores de desocupación;
- control lógico;
- dispositivos que puedan parar las unidades de pasajeros o el tren, por ejemplo, dispositivos de parada.

La sección frontal de cada unidad de viajeros o tren que entre en una zona de control debe señalar al control lógico el estado de ocupación de la zona de control.

Con excepción de lo indicado anteriormente, sólo si la siguiente zona de control en la dirección del viaje está libre se permitirá a la unidad de pasajeros o tren abandonar la zona de control en la que se encuentra situado en ese momento.

Cuando la parte trasera de la unidad de pasajeros o tren abandone la zona de control, debe señalar al control lógico el estado de desocupación de la zona de control.

El sistema de control de zonas debe realizar una parada de seguridad en el caso de cualquier fallo que pueda conducir a un incremento del riesgo de los pasajeros, por ejemplo, el fallo de unos de los sensores redundantes o pérdida de energía.

Al restablecerse la energía, incluyendo la eléctrica, hidráulica o neumática, si no existe un sistema automático para garantizar con seguridad el reinicio de la operatividad de la zona de control, el sistema debe evitar la apertura de los frenos, excepto que se abran manualmente. Si se dispone de un sistema automático de re arranque, éste debe ser activado de forma manual.

La función anticolidión de un sistema de control de zonas no se debe desactivar en ningún caso.

D.2.9.3 Requisitos para la colocación de los sensores y dispositivos de parada

Los dispositivos de parada deben estar situados de tal modo que, después de una parada, la unidad de pasajeros o el tren, en condiciones normales, se pueda poner en marcha de nuevo con seguridad.

En cualquier zona de control, los sensores de desocupación deben estar situados de manera que si la unidad de viajeros o el tren se detiene por cualquier razón, tan pronto como abandone la zona de control se evite que la siguiente unidad o tren colisione con el anterior, incluso si se ha parado en la posición o condición más desfavorable posible.

Los sensores de ocupación y desocupación deben estar localizados de manera que indiquen la ocupación de una zona de control antes de que la zona de control previa se indique como desocupada.

D.2.9.4 Requisitos para los dispositivos de parada

Los dispositivos de parada, elevación o desplazamiento que funcionen con energía están permitidos siempre que cumplan los siguientes requisitos:

- la pérdida de energía de cualquier unidad no debe afectar al funcionamiento de otros dispositivos de parada;
- los circuitos de control y de mando, ya sean eléctricos, electrónicos, hidráulicos o neumáticos, deben actuar sobre los dispositivos de parada en su estado de falta de energía.

Los dispositivos de elevación o desplazamiento que funcionen con energía se admiten como dispositivos de parada bajo las siguientes condiciones:

- el dispositivo se debe desconectar de la red por medios adecuados, por ejemplo, mediante contactores, y se debe evitar de forma efectiva que la unidad de pasajeros o el tren realice una inversión del movimiento mediante dispositivos antirretorno.

Para reducir la velocidad del motor hasta cero se puede utilizar un dispositivo electrónico. El elemento motriz se debe desconectar de acuerdo con la categoría I indicada en la Norma Europea EN 60204-1:

- los circuitos de control y de mando, ya sean eléctricos, electrónicos, hidráulicos o neumáticos se deben diseñar de manera que, en caso de fallo de sus componentes, la atracción quede desconectada de la red.

Cuando se utilice un dispositivo para reducir la velocidad de la unidad de pasajeros o del tren, y también como un dispositivo de parada, y si esta reducción tiene implicaciones de seguridad, entonces los sensores, el control lógico y los dispositivos se deben considerar como parte del sistema relacionado con la seguridad y tratados en consecuencia.

En caso de que la reducción no tenga implicaciones en la seguridad, esta parte del sistema de control no necesita ser considerada como un dispositivo relacionado con la seguridad.

ANEXO E (Informativo)**GUÍA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN DE PASAJEROS**

E.1 El sistema de contención de pasajeros se debería diseñar para sujetar de forma segura a todos los pasajeros para los que el libro de operaciones establece que la atracción es adecuada. Los capítulos siguientes contienen recomendaciones para el diseño de sistemas de contención de pasajeros que sean seguros.

E.2 El sistema de contención proporciona a los pasajeros una acomodación segura durante todas las fases del ciclo de la atracción y en las situaciones de funcionamiento especificadas en esta norma, por ejemplo, durante la aplicación de los frenos de emergencia.

E.3 Una acomodación segura evita la aparición de lesiones por las siguientes causas, cuando la atracción se utiliza conforme a lo establecido:

- a) expulsión;
- b) movimiento a posiciones peligrosas, por ejemplo, desde donde los pasajeros podrían caer o lesionarse por contacto con partes fijas o móviles;
- c) lesiones físicas dentro de los límites de la unidad de pasajeros;
- d) lesiones provocadas por los dispositivos de restricción de movimientos accionados por motor;
- e) lesiones provocadas al subir y bajar de la atracción.

E.4 El sistema de contención se diseña para que rodee al pasajero. El diseñador debe:

- a) especificar las personas a la que va dirigida la atracción, por ejemplo, altura/peso máximos y mínimos;
- b) identificar la dimensión y dirección de fuerzas a ejercer sobre los pasajeros;
- c) identificar las partes del cuerpo de los pasajeros que necesitan apoyo para cada fuerza prevista;
- d) utilizar datos antropométricos adecuados para las personas a la que va dirigida la atracción, establecer las dimensiones máximas y mínimas del sistema de contención necesarias para sujetar a los pasajeros de forma segura. Las tablas E.1 y E.2, conjuntamente con las Normas Europeas EN 547-3 y EN ISO 7250 establecen algunas de las dimensiones importantes. Para las dimensiones antropométricas, véanse las normas europeas aplicables;
- e) diseñar un sistema para contener de forma segura a todos los pasajeros a los que el libro de operaciones autoriza el uso de la atracción.

E.5 Cualquier componente que juegue un papel importante en la protección directa del pasajero respecto a los riesgos identificados en el capítulo E.3 (anterior) se debe considerar como parte del sistema de contención.

E.6 Todas las partes del sistema de contención necesarias para conseguir una seguridad adecuada deben ser accesibles cómodamente para todos los pasajeros que se encuentren dentro de los límites de estatura especificados en el libro de operaciones. Las partes más típicas y sus requisitos son:

- el asiento debería estar realizado siguiendo criterios ergonómicos y proporcionar apoyo a todas las partes del cuerpo susceptibles de resultar lesionadas;
- los reposapiés deberían permitir a todos los pasajeros sujetarse con los pies en los casos en los que la evaluación del riesgo determine que es necesario;
- los asideros deberían estar al alcance de los pasajeros, ser fáciles de sujetar y no ser una fuente de lesiones, por ejemplo, durante una parada de emergencia;
- los sistemas de restricción deberían estar diseñados como una parte integral del sistema de contención.

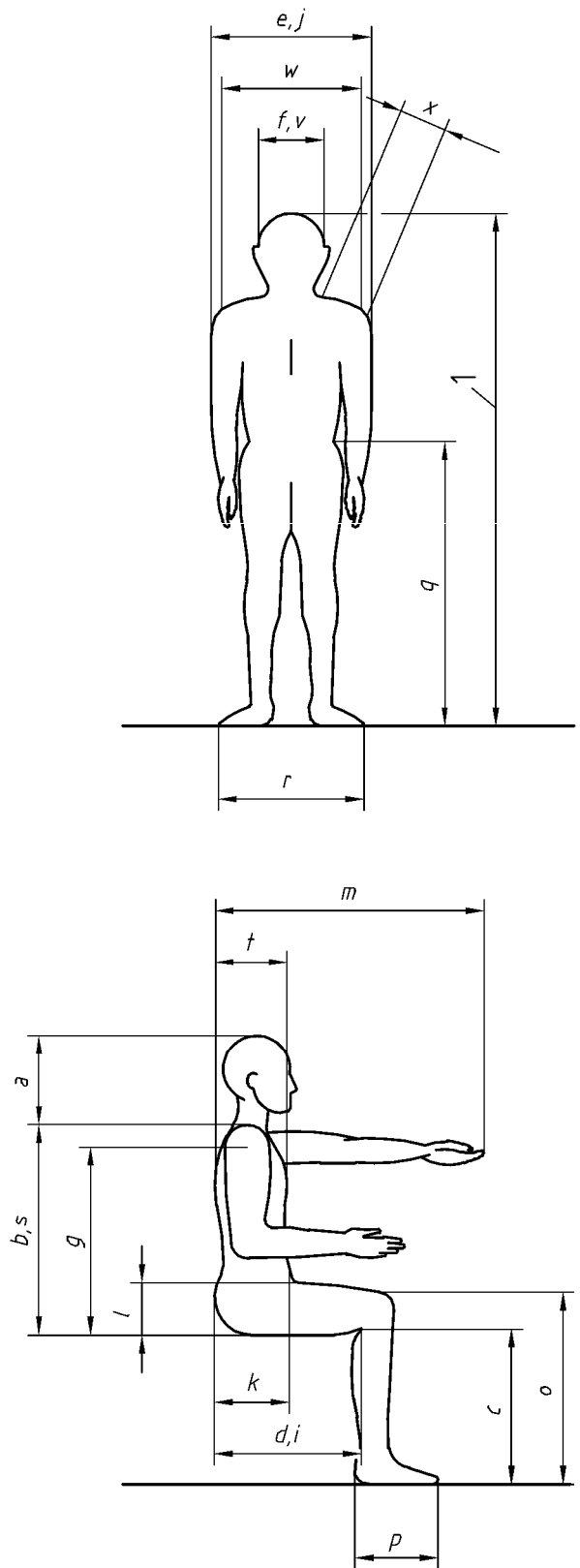
E.7 El diseñador debe incluir en el libro de operaciones todos los datos técnicos en los que está basado el diseño del sistema de contención.

Tabla E.1 – Componentes del sistema de contención

Componentes			Descripción
Asiento		a	Altura del reposacabezas
		b	Altura del respaldo
		c	Altura del asiento
		d	Profundidad del asiento
		e	Anchura del respaldo
		f	Anchura del reposacabezas
		g	Altura del soporte lateral superior
		h	Altura del soporte lateral inferior
		i	Profundidad del soporte lateral
		j	Distancia entre los soportes laterales (por pasajero)
Barra de protección		k	Distancia desde el respaldo al borde posterior de la barra de protección
		l	Distancia desde el asiento al borde inferior de la barra de protección
Asideros		m	Distancia desde el respaldo al borde frontal del asidero
		n	Diámetro del asidero
Reposapiés		o	Longitud de suelo horizontal desde el asiento a la parte frontal del coche
		p	Longitud del reposapiés
		q	Distancia desde la parte posterior del asiento al borde frontal del reposapiés
		r	Anchura del reposapiés (por pasajero)
Arnés (protección para los hombros)		s	Distancia desde el fondo del asiento al borde inferior del soporte para hombros
		t	Distancia desde el respaldo del asiento a la línea posterior del soporte troncal
		u	Longitud total del soporte troncal
		v	Distancia entre los bordes interiores del soporte para hombros
		w	Distancia entre los bordes exteriores del soporte para hombros
		x	Anchura del soporte para hombros

Tabla E.2 – Dimensiones del cuerpo humano

Medición	Dimensiones del cuerpo
a	Hombro – coronilla
b	Altura del hombro estando sentado
c	Altura del hueco poplitea
d	Nalga – longitud poplitea
e	Anchura de hombros (hasta deltoides)
f	Anchura de la cabeza
g	Altura del hombro estando sentado (deltoides)
h	$g/2$
i	Nalga – longitud poplitea
j	Anchura de hombros (bi-deltoides)
k	Profundidad abdominal
l	Altura del muslo
m	Alcance hacia adelante (con brazo extendido)
n	Diámetro del asidero
o	Altura de la rodilla
p	Longitud del pie, longitud del talón
q	Altura de la cadera
r	Anchura de los pies, anchura de la cadera
s	Altura del hombro estando sentado
t	Profundidad del pecho
u = b - l	Altura del hombro estando sentado – altura del muslo
v	Anchura de la cabeza
w	Distancia entre hombros “acromion”
x	Longitud del hombro (hacia el acromion)



Leyenda
l Estatura

ANEXO F (Informativo)**LIBRO DE OPERACIONES PARA UNA ATRACCIÓN**

Este ejemplo muestra el contenido mínimo de un libro de operaciones

TÍTULO	Página
ÍNDICE DEL LIBRO DE OPERACIONES
NOMBRE E IDENTIFICACIÓN
DESCRIPCIÓN DE LA ATRACCIÓN
REGISTRO DE PROPIEDAD
DATOS DEL REGISTRO NACIONAL.....	...
DATOS Y REQUISITOS TÉCNICOS
DISPONIBILIDAD DE DATOS
REGISTROS E INFORMES DE LOS ENSAYOS DE ACEPTACIÓN INICIAL
INSPECCIONES REQUERIDAS (ENSAYO NO DESTRUCTIVO O VISUAL) (mínimo 2 páginas)
REGISTRO; INFORMES Y RESULTADOS DE REVISIONES; ENSAYOS; REVISIONES EXHAUSTIVAS E INSPECCIONES REALIZADAS U ORDENADAS POR LAS AUTORIDADES (mínimo 10 páginas)
REGISTRO DE TODO EL MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO; REPARACIONES Y MODIFICACIONES QUE AFECTEN A LA SEGURIDAD DE LA ATRACCIÓN (mínimo 10 páginas)
REVISIÓN (mínimo 10 páginas)
REGISTRO DE FALLOS / ACCIDENTES (mínimo 2 páginas)
REGISTRO DE TODAS LAS INSTALACIONES REALIZADAS EN FERIAS O PARQUES PERMANENTES (mínimo 10 páginas)
REGISTRO DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO (mínimo 10 páginas)
LISTA DE INFORMES (mínimo 4 páginas)
DECLARACIÓN DE LA AUTORIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO
ALCANCE DE LA AUTORIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO
PÁGINAS EN BLANCO PARA INSERCIÓN/INCLUSIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS E INFORMES DE ACEPTACIÓN; CERTIFICADOS; NOTAS; ETC. (mínimo 30 páginas)

NO RETIRAR NINGUNA PÁGINA DE ESTE LIBRO DE OPERACIONES

Libro de operaciones N°:

Volumen N°:

NOMBRE E IDENTIFICACIÓN

Nombre del fabricante de la atracción
Tipo o serie
Número de identificación del fabricante (número de serie) y marcado
Marca de la inspección inicial
Nombre del fabricante
Dirección del fabricante
Nombre y dirección del suministrador o importador (si es distinto del fabricante)
Fecha de fabricación
Fecha de entrega al comprador original
Nombre de la atracción (si es diferente del nombre del fabricante)

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

DESCRIPCIÓN DE LA ATRACCIÓN

Introducir en estas páginas la descripción de la atracción

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

REGISTROS DE PROPIEDAD

NOMBRE Y DIRECCIÓN DEL PROPIETARIO	FECHA DE TRANSFERENCIA DE LA PROPIEDAD	TRANSFERENCIA DE LA PROPIEDAD ANOTADA POR (autoridad que realiza la anotación)
Propietario ORIGINAL		
Por orden de (nombre y dirección del ordenante) la propiedad de la atracción se transfiere a:		
Nuevo propietario:		
Condiciones de la transferencia:		

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

DATOS DE REGISTROS NACIONALES

NOTA Anotación de cualquier registro que se requiera a nivel de legislación nacional.

ESTADO; AUTORIDADES; ETC	NÚMERO Y DETALLES DEL REGISTRO	FECHA	CONDICIONES DEL REGISTRO Y AUTORIZACIÓN	COMENTARIOS Y FIRMA DEL REGISTRADOR

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

DATOS Y REQUISITOS TÉCNICOS

NOTAS	
	1) Dimensiones de la configuración general:
	– Diámetro:
	– Longitud:
	– Anchura:
	– Altura máxima:
	– Peso (exclusive / inclusive los dispositivos suplementarios):
	2) Zona de funcionamiento – Dimensiones mínimas
	– Longitud:
	– Anchura:
	– Altura (distancia de seguridad mínima)
	3) Requisitos de energía eléctrica
	Voltaje
	Número de fases
	Número de cables
	KVA o kW nominales
	Frecuencia:

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

NOTAS	
	4) Número de pasajeros permitidos SOBRE o EN la atracción al mismo tiempo/por carga
	5) Número de pasajeros permitidos dentro de los vehículos, góndolas, etc.
	6) Limitaciones, si las hay, sobre pasajeros o concurrentes, por ejemplo, edad, salud, altura, etc.
	7) Velocidad máxima de funcionamiento (si es aplicable) (rpm o m/s)
	8) Velocidad de funcionamiento recomendada (si es aplicable)
	9) Sentido de rotación (si es necesario)
	10) Duración máxima del ciclo de funcionamiento de la atracción
	11) Velocidad máxima admisible del viento estando la atracción en funcionamiento
	12) Velocidad máxima admisible del viento estando la atracción fuera de servicio / zona de viento
	13) Capacidad portante mínima del terreno (para compactación o cimentación recomendada)
	14) Número mínimo, tamaño y características de los extintores de incendios que deben existir
	15) Condiciones o requisitos adicionales a observar

NOTA En algunos países se pueden requerir algunos requisitos particulares como condiciones de registro. Hágase referencia también a los Certificados de Registros.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

Indíquense aquí los datos que fueron suministrados con el libro de operaciones y/o con la atracción o dispositivo y que deben permanecer con éstos.

	PÁGINAS/ CANTIDAD	TÍTULO Y FECHA DE EDICIÓN	LOCALIZACIÓN DE LOS DOCUMENTOS	NOTAS
a) Instrucciones de montaje/desmontaje				
b) Descripción de la atracción				
c) Manual o instrucciones de funcionamiento				
d) Manual o instrucciones de mantenimiento				
e) Lista de comprobación de las inspecciones periódicas de seguridad				
f) Lista de comprobación de los procedimientos de emergencia				
g) Cálculos de ingeniería				
h) Lista de componentes que, en caso de fallo, podrían originar peligros				
i) Planos <ul style="list-style-type: none"> – de disposiciones generales, de conjunto – de detalle o de componentes – de los diagramas de cableado eléctrico – planos adicionales (sistemas hidráulicos, neumáticos, etc.) 				
j) Informes de la inspección inicial				
k) Informes de la revisión de diseño inicial				
l) Extractos de códigos, guías, o normas europeas o nacionales que se necesitan para el funcionamiento de la atracción				
m) Cualquier otro dato o documentación que se requiera				

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

INSPECCIONES REQUERIDAS (ENSAYO NO DESTRUCTIVO O VISUAL) (mínimo 2 páginas)

Lista de requisitos del fabricante o autoridad para la inspección o ensayo no destructivo de cualquier componente y la frecuencia de tal inspección.

Fecha de cualquier ensayo(s) inicial no destructivo (E.N.D.):

Localización y cantidad de documentación de E.N.D.:

Firma de la entidad de inspección que confirma el/los ensayo(s):
(Debería ser la misma del ensayo de aceptación inicial)

REQUISITOS PARA ENSAYO NO DESTRUCTIVO O INSPECCIÓN VISUAL	FRECUENCIA	A REALIZAR POR

NOTA El personal responsable de realizar, evaluar y realizar los informes de los E.N.D. debería disponer de la cualificación aceptable por la autoridad.

Libro de operaciones N°:

[illegible]

REGISTRO DE TODAS LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO; REPARACIONES Y MODIFICACIONES QUE AFECTEN A LA SEGURIDAD DE LA ATRACCIÓN (mínimo 10 páginas)

Fecha	Detalles del trabajo realizado	Nombre y dirección de la persona o empresa que ha realizado el trabajo	Si la reparación ha sido evaluada previamente y por quién	Sustitución de componentes esenciales	Suministrador de estos componentes	Véase el informe N°/Título/Fecha

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

REGISTRO DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO (mínimo 10 páginas)

Consérvense estos impresos durante un periodo de tiempo mínimo de tres años

IMPRESO DE REGISTRO DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO			
Fecha	Detalles de las operaciones realizadas o referencias al informe anexo, al manual de operaciones o al informe de aceptación inicial	Nombre, firma y dirección del operador	Número/título/fecha del informe

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

REVISIONES (mínimo 10 páginas)

La atracción o alguno de sus componentes necesita una revisión del fabricante (o de sus servicios técnicos autorizados), de acuerdo con la siguiente tabla:

IMPRESO DE REVISIONES PROGRAMADAS					
Grupo	Parte	Tipo de revisión	Frecuencia	Véase el informe núm. / título / fecha	Notas

La existencia de anomalías, mal funcionamiento, etc., puede requerir la realización de revisiones no programadas

Libro de operaciones N°:

Volumen N°:

REGISTRO DE FALLOS/ACCIDENTES

Informe de todos los fallos o lesiones.

El hecho de informar sobre un incidente no es una admisión de responsabilidad, pero la omisión del informe puede contravenir las leyes nacionales.

Consérvese estos impresos hasta la demolición de la atracción.

Fecha	Lugar	Descripción	Causa real o sospechada	Personas lesionadas	Medidas tomadas como consecuencia del accidente	Núm. / Fecha del informe realizado por	Nombre y firma

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

REGISTRO DE TODAS LAS INSTALACIONES REALIZADAS EN FERIAS O PARQUES DE ATRACCIONES PERMANENTES

Lugar	Desde - a	Registrado por

Lugar	Desde - a	Registrado por

NO RETIRAR ESTA PÁGINA DE ESTE LIBRO DE OPERACIONES

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

Lugar	Desde - a	Registrado por

Lugar	Desde - a	Registrado por

NO RETIRAR ESTA PÁGINA DE ESTE LIBRO DE OPERACIONES

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

LISTA DE INFORMES (mínimo 4 páginas)

Informe N°	Fecha	Emitido por
1)		
2)		
3)		
4)		
5)		
6)		
7)		
8)		
9)		
10)		
11)		
12)		
13)		
14)		
15)		

Informe N°	Fecha	Emitido por
16)		
17)		
18)		
19)		
20)		
21)		
22)		
23)		
24)		
25)		
26)		
27)		
28)		
29)		
30)		

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN O PERMISO DE FUNCIONAMIENTO

POR ORDEN DE

(Nombre y dirección del ordenante)

PARA LA ATRACCIÓN

Nombre:

.....

.....

.....

.....

Marcado:

.....

.....

.....

.....

esta autorización para el funcionamiento de una atracción se otorga de acuerdo con la Norma Europea EN 13814 y con los siguientes reglamentos nacionales o europeos:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Nombre, dirección y firma de la autoridad que otorga la autorización:

Esta Declaración de Autorización de Funcionamiento está limitada a un periodo de año(s) y se puede ampliar a un periodo de año(s) a condición de que se autoricen y realicen las inspecciones requeridas de acuerdo con la Norma Europea EN 13814 (o requisitos nacionales adicionales).

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

AMPLIACIÓN DE LA AUTORIZACIÓN O PERMISO DE FUNCIONAMIENTO

Después de una inspección exhaustiva, una inspección realizada por una entidad de inspección independiente, o a causa de la expiración de la autorización de funcionamiento, reparaciones o modificaciones.

VÉASE EL INFORME DETALLADO DE LA INSPECCIÓN EN LA PÁGINA : : : DE ESTE LIBRO DE OPERACIONES:

POR ORDEN DE

(Nombre y dirección del ordenante)

Se amplía de acuerdo con la Norma Europea EN 13814 y/o las siguientes leyes o reglamentos nacionales o europeos:

PARA UN PERIODO DE TIEMPO DE / HASTA LA FECHA DEL

CONDICIONES:

la autorización de funcionamiento

PARA LA ATRACCIÓN

Nombre:

Nombre, dirección y firma de la autoridad que otorga la autorización:

Marcado:

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

PÁGINAS EN BLANCO PARA INSERTAR/INCLUIR INFORMES DE ACEPTACIÓN, DOCUMENTOS TÉCNICOS, CERTIFICADOS, NOTAS, ETC.

(Incluir aquí los informes de inspecciones iniciales, exhaustivas y de instalación, así como toda la documentación técnica necesaria)

Libro de operaciones N°: Volumen N°:

ANEXO G (Informativo)**EFFECTOS DE LA ACELERACIÓN SOBRE LOS PASAJEROS****G.1 Tolerancia médica – Generalidades**

Las aceleraciones que actúan sobre los pasajeros de una atracción deben estar limitadas a un nivel que sea tolerable.

En el momento actual no se pueden definir los límites generales de todos los tipos de atracciones. A continuación se dan unos valores límite que previenen daños en las vértebras del cuello de los pasajeros que montan en las montañas rusas, que utilizan vehículos guiados o elementos similares. Para las diferentes direcciones de la aceleración, se aplica el sistema de coordenadas del cuerpo que se muestra en la figura G.1.

G.2 Atracciones**G.2.1 Generalidades**

Todos los vehículos necesitan estar equipados con asientos adecuados (en lo referente a movimiento lateral, almohadillado, reposacabezas, etc.) y dispositivos de restricción de movimientos apropiados. Los valores que se indican no son aplicables a personas con condiciones de salud deficientes.

El punto de referencia para calcular o medir las aceleraciones está a 60 cm por encima del nivel del asiento del vehículo.

Si se utilizan los gráficos de la aceleración medida en función del tiempo, se permite filtrar las partes con alta frecuencia utilizando un filtro de paso bajo de 10 Hz (inclinación de arista mín. 6 dB por octava).

En la etapa de diseño, cuando estén implicadas fuerzas de impacto, se recomienda reducir los valores admisibles un mínimo del 10%.

G.2.2 Aceleración lateral (dirección -y)

Para los gráficos de aceleración lateral medida en función del tiempo (dirección -y), se deben observar los valores permitidos de acuerdo con la figura G.2. En este caso, la señal de aceleración medida se registra como una secuencia de señales en triángulo que se han de evaluar de acuerdo con la figura G.2.

G.2.3 Aceleración vertical (dirección -z)

Se deben seguir los valores de aceleración permitidos indicados en la figura G.3.

G.2.4 Combinación de aceleraciones

Cuando existen valores simultáneos de aceleración lateral (a_y) y de aceleración vertical (a_z), se deben cumplir además las relaciones $|a_y| / a_{yzul}$ y a_z / a_{zzul} de acuerdo con la figura G.4.

En este caso, a_y y a_z son los valores máximos de la aceleración obtenidos en un periodo de tiempo de 0,3 s, es decir, son también los valores máximos que se producen con una diferencia de tiempo de 0,3 s o inferior necesaria para estar superpuestos.

En la figura G.5 indican los valores de la aceleración a_y y a_z admisibles resultantes de esta superposición; debido a la necesidad de observar el periodo de tiempo de 0,3 s, los valores extremos admisibles son $a_z = -1,7$ g y $a_z = +6,0$ g.

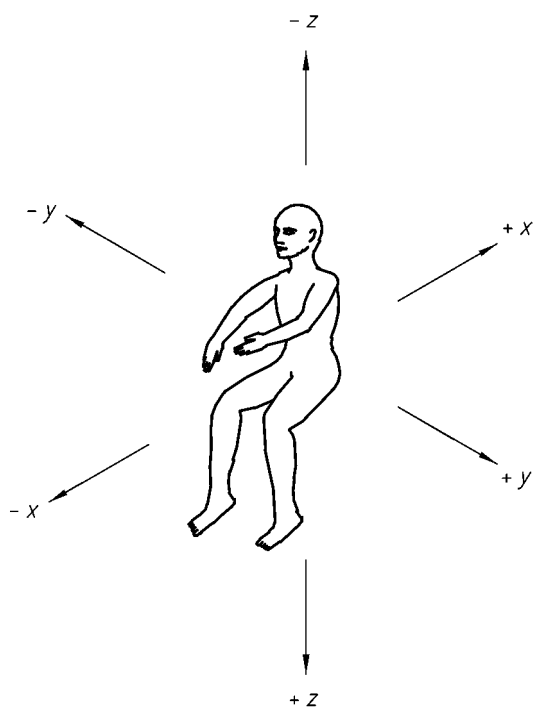
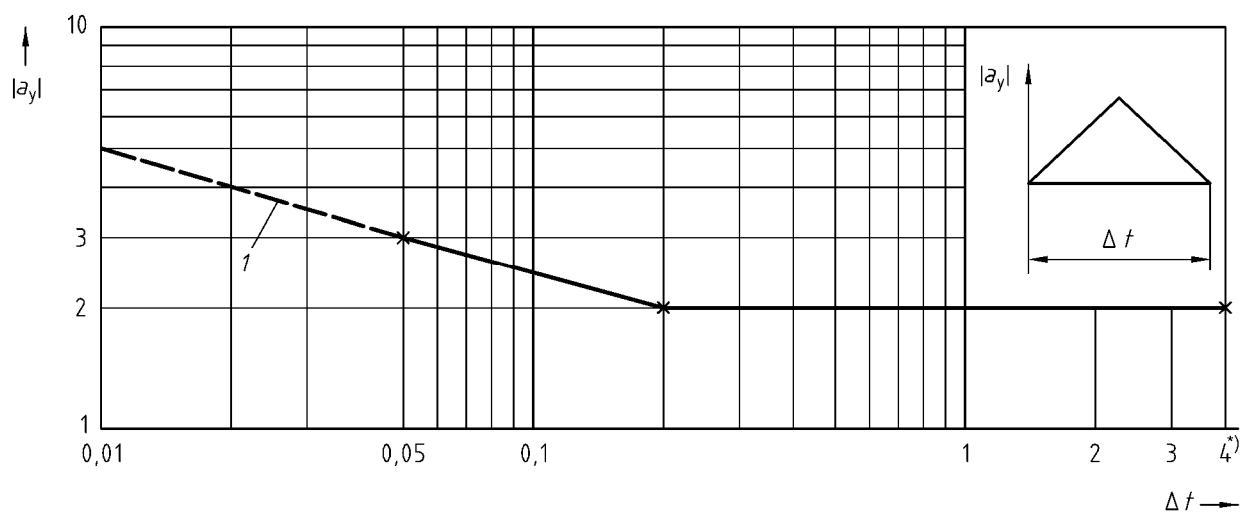


Figura G.1 – Sistema de coordenadas del cuerpo



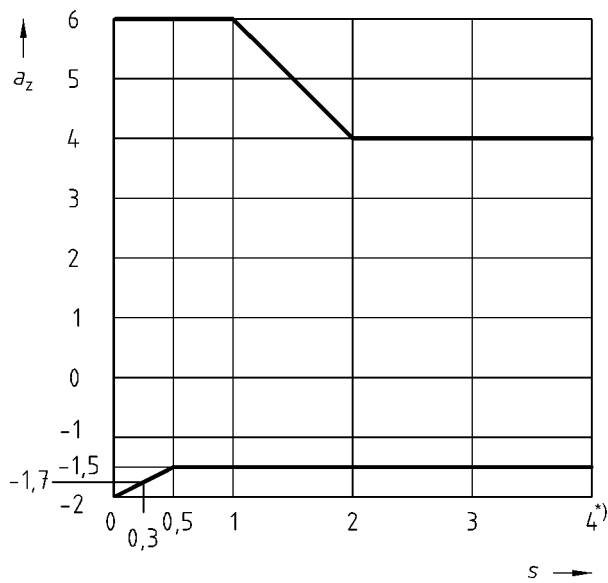
Leyenda

1 Zona por encima del límite de frecuencia de 10 Hz

Δt Duración del impulso en s

*) La zona > 4 s no está probada y requiere estudios adicionales

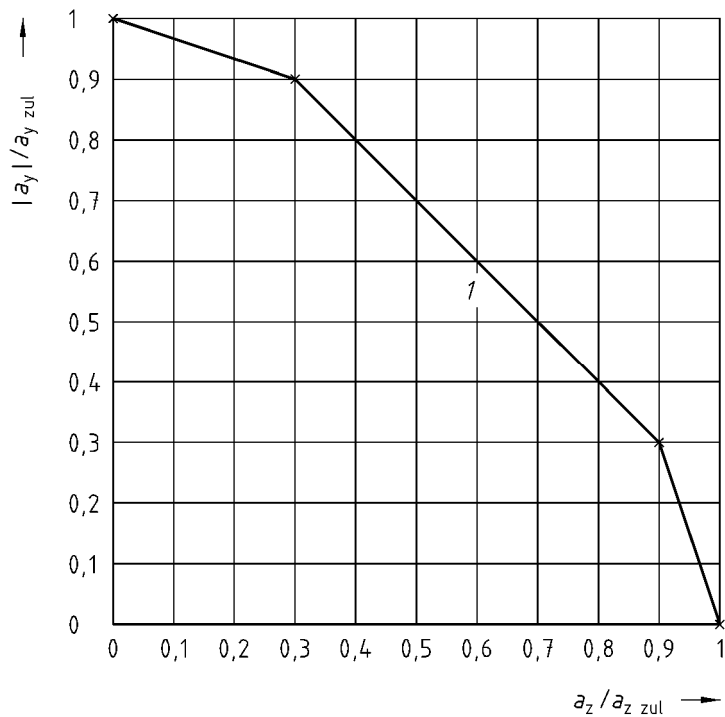
Figura G.2 – Aceleración permisible del asiento $|a_y|$ como una función de la duración del impulso



Leyenda

- *) La zona > 4 s no está probada y requiere estudios adicionales
- s Duración en s

Figura G.3 – Aceleración permisible a_z en función del tiempo de duración



Leyenda

- 1 Zona permisible

Figura G.4 – Combinación de aceleraciones $|a_y|$ y $|a_z|$

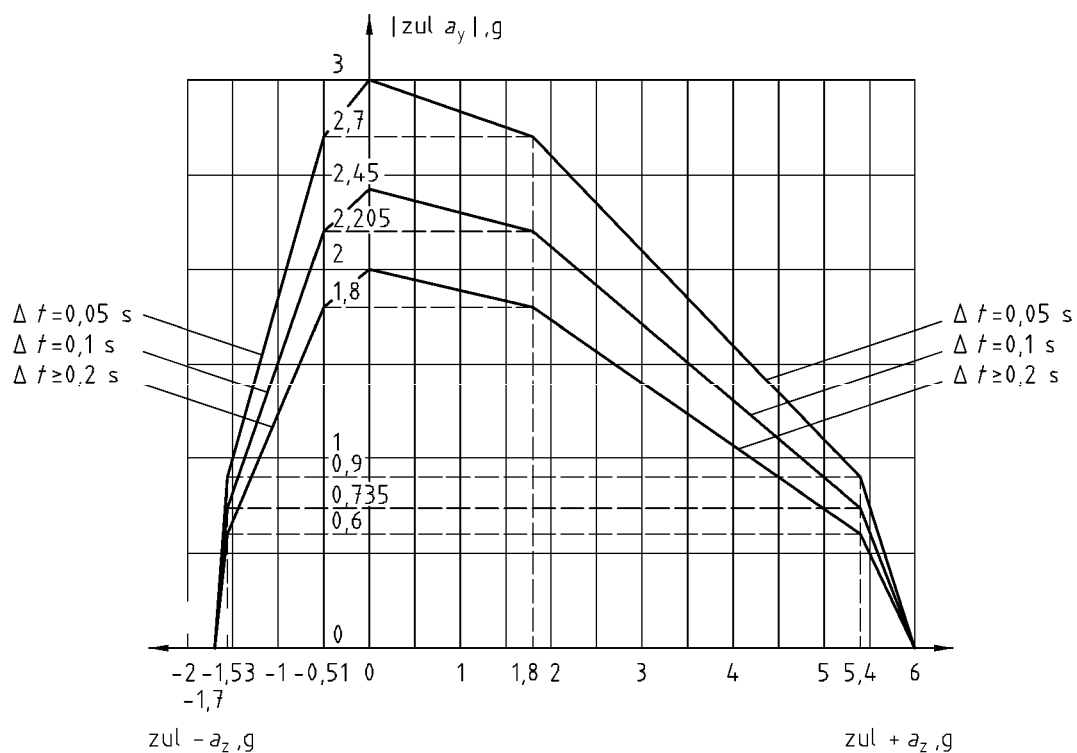


Figura G.5 – Aceleraciones permisible a_y y a_z cuando están combinadas

ANEXO H (Informativo)**DISPOSICIONES PREVIAS A LA UTILIZACIÓN****H.1 Generalidades**

Cuando no existan leyes en vigor, se recomienda tener en cuenta las siguientes disposiciones. El fabricante o el primer propietario, cuando sea aplicable, debe iniciar las disposiciones necesarias en base a las leyes o reglamentos en vigor durante o después del proceso de fabricación.

H.2 Autorización o permiso de funcionamiento

Antes de que las atracciones se monten y se pongan en servicio por primera vez, se debe obtener para ellas la autorización o permiso oficial de funcionamiento que requiera la reglamentación nacional o local. Esto no es aplicable a recintos cerrados (barracas, casetas, etc.) cuya altura no exceda de 5 m o cuya superficie de la base sea inferior a 30 m² (con la excepción de las casetas de tiro), ni tampoco se aplica a casetas o carpas de hasta 100 m² de superficie de la base en las que no se admite la entrada de público en general.

Para conocer lo relativo a la ampliación de la duración de la autorización o permiso de funcionamiento, véase el apartado 7.7.

Los accidentes causados por el funcionamiento de las atracciones se deben comunicar inmediatamente a la autoridad u entidad competente de la localidad.

H.3 Competencia

La autorización o permiso de funcionamiento, si es requerido por los reglamentos nacionales o locales, debe ser concedido por un organismo autorizado para la concesión de tales licencias.

H.4 Autorización o permiso de funcionamiento para atracciones importadas y usadas**H.4.1 Procedimiento**

A las atracciones ya existentes que aún no estén amparadas por un libro de operaciones que incluya las inspecciones y los documentos de diseño especificados de acuerdo con esta norma, se les debe aplicar el procedimiento siguiente:

Dentro del periodo de tiempo especificado por una directiva de la CE o, cuando ésta no exista, de acuerdo con los reglamentos nacionales, se debe preparar un libro de operaciones que incluya todas las inspecciones y los documentos de diseño especificados de acuerdo con esta norma. El alcance de las revisiones y de las certificaciones debe ser determinado por una entidad de inspección independiente tomando esta norma como base, y debería coincidir en todo lo posible con las revisiones y certificaciones aplicables a instalaciones nuevas, siempre que se pueda confirmar una experiencia de funcionamiento suficiente y una utilización de la atracción a largo plazo.

H.4.2 Transferencia

La libertad de movimiento de las atracciones existentes, usadas o importadas, que no disponen de libro de operaciones, se aplica a los países europeos únicamente si se ha completado de manera satisfactoria el procedimiento descrito anteriormente para la obtención del libro de operaciones. Después de la entrada en vigor de esta norma, las atracciones importadas se deben someter al mismo procedimiento de inspección y de certificación que se aplica a las instalaciones nuevas (para lo relativo a ensayos y revisiones, véase el apartado 6.5).

En el país europeo donde tales atracciones hayan estado en funcionamiento y hayan sido probadas durante más de 10 años, antes de la entrada en vigor de esta norma, las citadas atracciones pueden continuar en servicio sin necesidad de ensayos de aprobación inicial, salvo que esto sea contradictorio con algún reglamento nacional. Sin embargo, la transferencia a otros países europeos sólo debe ser posible después de haber realizado el procedimiento indicado anteriormente.

H.5 Transferencia y prolongación de la autorización o permiso de funcionamiento

El tiempo de validez de una autorización o permiso de validez solamente se puede ampliar si una entidad de inspección independiente ha certificado, sobre la base de una revisión exhaustiva, que la atracción todavía cumple lo establecido en los documentos de diseño aprobados, y que mantiene los requisitos de seguridad y de estabilidad especificados.

La prolongación de la duración de la autorización o permiso de funcionamiento es responsabilidad de la entidad reguladora (aprobación/certificación) de la región donde el solicitante tiene su residencia o su negocio. La ampliación de la validez se debe registrar en el libro de operaciones, y se debe seleccionar de acuerdo con los periodos antes especificados o según lo indicado en el apartado 7.7.5 "Intervalos de inspección" y en este anexo H. Un cambio de propietario de la atracción se debe registrar por escrito en el libro de operaciones como una transferencia.

H.6 Informes para la prolongación de una autorización o permiso de funcionamiento

Se debe redactar el informe de cada inspección exhaustiva, incluyendo al menos las particularidades indicadas en el apartado 7.7.1 y también los defectos detectados, debiéndose incluir este informe en el libro de operaciones.

- La instalación o funcionamiento posterior de la atracción sólo debe ser posible si se han realizado y certificado en el libro de operaciones los ensayos o inspecciones exhaustivas, sin que esto afecte a la instalación o al funcionamiento seguro posterior.
- Cuando sea necesario efectuar reparaciones dentro de un tiempo especificado, tales reparaciones se deben terminar de manera satisfactoria dentro del tiempo especificado a fin de que la atracción pueda continuar funcionando.

Los informes de las inspecciones también deben contener:

- todos los defectos encontrados;
- el periodo de tiempo máximo para reparar y eliminar los defectos;
- si es necesaria una inspección posterior después de corregir los defectos;
- si se debe acortar el intervalo de tiempo entre inspecciones a causa del estado de la atracción.

H.7 Ensayos

Cada aprobación de una atracción nueva o importada debería incluir los ensayos y la verificación de diseño. Los ensayos deberían garantizar que la atracción se ha sometido a esfuerzos máximos similares a los que se originan cuando está en servicio en la medida en que sea razonable desde el punto de vista práctico. Cuando esto no sea posible, por ejemplo, en relación con los esfuerzos inducidos por condiciones meteorológicas extremas, el ensayo de la atracción debería tener en cuenta los posibles esfuerzos que se pueden producir durante el funcionamiento. Con objeto de someter la atracción a los máximos esfuerzos, puede ser necesario aplicarle cargas desequilibradas así como cargas máximas.

Además, estos ensayos de carga deberían asegurar que se cumplen todos los criterios y límites de funcionamiento, las medidas y precauciones de seguridad y las hipótesis de funcionamiento definidas en la fase de diseño.

H.8 Entidades de inspección

H.8.1 Generalidades

La inspección y certificación de las atracciones solamente pueden ser realizadas por personal experto de entidades de inspección independientes. Los efectos de las interacciones complejas de los sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos y neumáticos, y las hipótesis de cálculo de las cargas y esfuerzos que se producen en las atracciones que transportan pasajeros, se deben aprobar en función de la exactitud y lo completos que sean los informes de aprobación final elaborados en cooperación con el personal experto de la entidad de inspección.

H.8.2 Cualificación

Se recomienda que la entidad de inspección disponga de personal experto en el campo de las atracciones, que cubran las siguientes disciplinas:

- Ingeniería civil (cálculo, hidráulica, neumática, componentes de máquinas).
- Ingeniería mecánica (cálculo, hidráulica, neumática, componentes de máquinas).
- Ingeniería eléctrica (seguridad de los sistemas eléctricos, sistemas de control electrónicos).
- Ingeniería de soldeo (soldadura y evaluación del material).
- Ingeniería de materiales y de ensayos (inspecciones en laboratorio, métodos de ensayos no destructivos).

H.8.3 Disponibilidad de equipo

Se recomienda que la entidad de inspección disponga de libre acceso a los siguientes medios de ensayo y de laboratorio:

- Máquinas de ensayo de los materiales (a tracción, por impacto con probetas con entalla, máquinas de ensayo mediante cargas cíclicas).
- Equipos de ensayos no destructivos (inspecciones ultrasónicas, de grietas superficiales y por rayos X).
- Equipos para la medición de velocidades y aceleraciones (aceleraciones progresivas).
- Equipos para la medición del tiempo y la velocidad.

H.9 Inspección de la instalación

La autoridad local puede decidir que la instalación que sigue en funcionamiento sea sometida a inspección in situ. En el libro de operaciones se debe registrar la realización de dicha inspección y los resultados obtenidos, al igual que la omisión de la misma. Las atracciones técnicamente sofisticadas, así como las barracas de feria y los graderíos que se puedan montar con diferentes tamaños, también se pueden someter a inspección local. Si la atracción no está de acuerdo con los documentos de diseño aprobados, o su estabilidad o seguridad no está garantizada por más tiempo, la autoridad local responsable de la inspección local debe prohibir la utilización de la atracción afectada. Esta atracción solamente puede volver a funcionar después de que se hayan corregido las deficiencias encontradas, a menos que la entidad de inspección permita que las correspondientes acciones correctoras se realicen más tarde. La prohibición de uso de una atracción se debe registrar en el libro de operaciones.

H.10 Ejemplos de intervalos de inspección aplicados en los reglamentos de los Estados Miembro

H.10.1 Generalidades

A continuación se muestran ejemplos de los intervalos de inspección aplicados en reglamentos nacionales. Como guía adicional véase el apartado 7.7.5.

H.10.2 Alemania

Para cada atracción son obligatorios los siguientes intervalos de inspección.

Los intervalos máximos indicados en la tabla siguiente permiten un ajuste de la amplitud de la inspección y la consiguiente expedición o ampliación de una autorización o permiso de funcionamiento en función del estado de la atracción o estructura. El periodo máximo solo se debe escoger para atracciones que raramente se construyan y que estén en buenas condiciones.

Tabla H.1 – Intervalos máximos de inspección para atracciones y estructuras

	Atracciones y estructuras		Tipo de diseño		Intervalo de tiempo máximo en años
	I	II	III	IV	V
1	Tribunas	Tribunas para personas de pie y sentadas, tribunas cubiertas		estructura metálica estructura de madera	5 3
2	Escenarios y plataformas	Escenarios y plataformas cubiertas, escenarios y plataformas sobre zócalos			3
3	Torres de publicidad, contenedores				5
4	Estructuras cubiertas (cerradas o abiertas por los laterales)	Carpas			3
		Marquesinas, carpas de circo, etc.			3
		Estructuras cubiertas de lona	por ejemplo, cubiertas textiles, estructuras textiles o similares		2
5	Estructuras inflables				1-3
6	Atracciones	Montaña rusa o atracciones elevadas	confinado sobre pista de railes	montañas rusas para niños	2
6.1				montañas rusas normales	1
6.2		Atracciones de agua y barcas			1
6.3		Atracciones oscuras (fantasmas)	confinado sobre pista de railes	de una sola planta de dos plantas	2 1-2
6.4		Pistas rápidas, coches ligeros (karts), atracciones de tipo autopropulsadas, coches de choque	sin railes	– coches de choque con motor eléctrico – pistas rápidas para coches con motores de combustión interna – una sola planta – dos plantas atracciones de barcas con motor, minimotos / bicicletas	2 2-3 2 2
6.5		Trenes para niños		sin techo con techo y con accesorios	5 3-5

(Continúa)

Tabla H.1 – Intervalos máximos de inspección para atracciones y estructuras *(Continuación)*

Atracciones y estructuras		Tipo de diseño		Intervalo de tiempo máximo en años	
	I	II	III	IV	V
6.6		Carruseles	carruseles para niños	carrusel de suelo sencillo	4
6.6.1				carrusel de asiento o plano	3
				carrusel de suelo suspendido	3
				carrusel con asientos o figuras suspendidas	3
				carrusel (v < 1 m/s)	5
				carrusel con brazos y góndolas que se elevan hidráulica o neumáticamente	2
6.6.2			carruseles sencillos	carrusel de suelo carrusel plano o en asientos con asientos o góndolas oscilantes y movimiento lento v < 3 m/s carrusel con base inclinada o brazos y movimiento rotatorio rápido v > 3 m/s	3-4 3 2
6.6.3			atracciones rotatorias de diseño complejo, funcionamiento rápido, de movimientos rotatorios múltiples	carrusel con brazo oscilante sin inclinación del mástil o del centro carruseles sobre pistas onduladas y soporte central inclinado con góndolas y soporte central inclinado con góndolas (elevación y descenso) con soporte central de inclinación variable, con brazos que se elevan hidráulicamente, cada brazo con una estructura en cruz que soporta las góndolas	2 1 1 1
6.6.4			atracciones rotatorias de diseño nuevo y complejo, atracciones con movimientos de elevación y rotatorios, principalmente de funcionamiento rápido y también con movimientos caóticos	atracción con soporte central inclinado y montado excéntricamente, con inclinación variable (elevación y descenso) y movimiento circular contrario	1
6.7		Balancines		balancines para niños balancines de vuelta completa balancines de contrapeso, de jaula, o de vuelta completa balancines gigantes, balancines gigantes de vuelta completa	5 3 2 1
6.8		Norias		norias de hasta 14 góndolas norias con más de 14 góndolas	3 2
7	Espectáculos, espectáculos artísticos		instalaciones en edificios y en el exterior	pista de gran pendiente, esferas instalaciones para representaciones artísticas	3 3

(Continúa)

Tabla H.1 – Intervalos máximos de inspección para atracciones y estructuras (Fin)

	Atracciones y estructuras		Tipo de diseño		Intervalo de tiempo máximo en años
	I	II	III	IV	V
8	Casetas de espectáculos, Espectáculos adicionales, Puestos, etc.			plataformas y escaleras móviles, etc.	2
				toboganes, toboganes giratorios, laberintos	3
				mazos, suena la campana	5
9	Casetas de juegos y de ventas			por ejemplo, gane un premio, rifas, tómbolas, cafeterías, quioscos	5
10	Galerías de tiro		vehículos con fachada plegable abierta, etc., edificios	todos los tipos	3
11	Puestos de comida		vehículos con fachada plegable abierta, etc., edificios	vehículos de venta de comida	5

H.10.3 Gran Bretaña

En la Guía británica, el aspecto fundamental es el siguiente

La industria requiere que todas las atracciones y las partes auxiliares de éstas que puedan afectar a la seguridad de las atracciones se sometan a inspecciones exhaustivas, al menos, una vez al año o en periodos más cortos si así lo especifica el fabricante o la entidad de inspección.

H.10.4 Italia

Lo siguiente es un extracto del "Decreto Ministeriale 19 agosto 1996":

DOCUMENTAZIONE E VERIFICHE TECNICHE

I progetti delle attratture dei tendoni dei circhi e delle attività spettacolari, dei trattenimenti e delle attrazioni dello spettacolo viaggiante, devono essere approvati, precedentemente al loro primo impiego, ai sensi della legge 18 marzo 1968, n. 337, e prevedere eventuali limitazioni d'impiego incluse quelle relative alle condizioni atmosferiche (neve, vento).

Tali progetti, corredati di planimetrie indicanti la distribuzione dei posti per il pubblico e le vie di uscita, e di documentazione relativa alla conformità degli impianti e dei materiali, devono essere tenuti a disposizione degli organi di controllo locali, unitamente ad una dichiarazione di corretta installazione e montaggio delle strutture e degli impianti, redatta di volta dall'esercente, autorizzato all'esercizio dell'attività ai sensi della legge 18 marzo 1968, n. 337.

Con periodicità annuale ogni struttura deve essere oggetto di una verifica da parte di tecnico abilitato sulla idoneità delle strutture portanti, apparati meccanici, idraulici ed elettrici. Gli esiti di detta verifica dovranno essere oggetto di apposita certificazione da tenere a disposizione degli organi di controllo locali.

Non sono ammesse coperture di tipo pressostatico.

H.10.5 Holanda

De acuerdo con el "Besluit veiligheid attractie – en Speeltoestellen" 3.9.1996, el intervalo para la inspección exhaustiva es de un año.

H.10.6 Suecia

Lo siguiente es un breve resumen del sistema "legal" sueco:

En el Public Order Act se declara que una atracción se debe inspeccionar antes de que pueda ser utilizada por el público.

La ordenanza sobre la inspección de atracciones de ferias y parques de recreo establece que la inspección debe ser realizada por una entidad de inspección acreditada y cuándo se debe realizar la inspección, al montarse la atracción por primera vez y luego anualmente o a continuación de una modificación. También se establece que el propietario de la atracción tiene la obligación de efectuar el "autocontrol" de la atracción, el control después de ser instalada y el control diario.

Los reglamentos y directrices de la Swedish Nacional Police Board sobre inspección de atracciones de ferias y parques de recreo, proporcionan los detalles relativos a las inspecciones. Las especificaciones técnicas figuran en la norma aplicable (Norma sueca = DIN 4112). Aquí también se encuentran los reglamentos relativos al libro de operaciones.

ANEXO I (Informativo)

LISTA DE PELIGROS

Peligros principales, situaciones y sucesos de peligro para los espectadores y pasajeros durante el funcionamiento y utilización de las atracciones

Para lo relativo a los peligros generales véase la tabla A.1 de la Norma Europea EN 1050:1996, con la exclusión de los elementos 8.5, 8.6 y 37.

Adicionalmente, los peligros principales aplicables a las atracciones aparecen listados en la tabla I.1 siguiente.

Tabla I.1
Peligros aplicables a las atracciones

Nº	Peligros	Tratado en la Norma Europea EN 13814
Peligros suplementarios debidos al movimiento de los pasajeros en las atracciones		
38	Peligros a causa de la intensidad y duración de las aceleraciones y tirones	6.1.6.2.4, 6.2.3, Anexo G
39	Peligros a causa de la intensidad y duración de las fuerzas ejercidas por los elementos del sistema de contención de los pasajeros	6.1.6.2, Anexo G
40	Eyección de los pasajeros	6.1.6.2
41	Peligros debidos al comportamiento razonablemente previsible de los pasajeros	7.5, 7.6
42	Peligros debidos a errores razonablemente previsibles del operador	7.4, 7.5, 7.6, D.2.7, D.2.8, D.2.9
Peligros adicionales asociados a condiciones medioambientales (en particular, resultantes de la utilización de atracciones al aire libre)		
42	Peligros asociados a vientos intensos	5.3.3.4, 7.4.7.2
43	Peligros asociados a la nieve	5.3.3.5
44	Caída de rayo	7.4.7.2, D.1.6
Peligros adicionales asociados a procedimientos de emergencia		
45	Peligros asociados a la necesidad de evacuar pasajeros de ubicaciones alejadas (por ejemplo, a causa de rotura de la atracción)	7.4.5.4, 7.4.7.4, 7.4.8.1, 7.8
Peligros adicionales asociados con el agua (embalses, piscinas, cascadas, parques acuáticos, montañas acuáticas)		
46	Ahogamientos	6.2.4.5, 6.4.2, 7.4.8.1.4
47	Peligros asociados a tareas de mantenimiento y de inspección bajo el agua	7.4.9, D.1.9
Peligros adicionales de las atracciones		
48	Lesiones por proyectiles	6.2.7
Peligros adicionales asociados a aglomeraciones de personas		
49	Aplastamientos a causa de la presión de la aglomeración	6.1.4, 6.1.5
50	Problemas en salidas de emergencia como resultado de puntos estrechos, etc.	6.1.4, 6.1.5

Los riesgos derivados de los peligros indicados en la tabla anterior se deben reducir al mínimo aplicando los requisitos de reducción de riesgos recogidos en los apartados citados en la tabla.

BIBLIOGRAFÍA

EN 982 *Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Hidráulica.*

EN 983 *Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática.*

EN ISO 12944 (todas las partes) *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores.*

ISO 7001 *Símbolos destinados a la información del público.*

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

USO EXCLUSIVO: CONSEJO GRAL. COL. OF. ING. TECN. INDUST., SUS COLEGIOS, DELEGACIONES, DEMARCIONES