

Anexo 1 Procedimiento de montaje de redes de seguridad, sistema “Tipo S”

	PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
	Versión	Pág. 1/19	ECU-DPR-PR-31	

CONTENIDO

- 0. HOJA DE MODIFICACIONES**
- 1. OBJETIVO**
- 2. ALCANCE**
- 3. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES**
- 4. REFERENCIAS**
- 5. RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES**
- 6. PROCEDIMIENTO – DESCRIPCIÓN – ACTIVIDADES.**
- 7. ANEXOS**

	PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
	Versión	Pág. 3/19		

1. OBJETIVO

Diseñar un procedimiento que permita el montaje de redes de seguridad, sistema “Tipo S” empleando las normativas de seguridad, lineamientos de sistemas de protección colectiva ante las caídas de distinto nivel a través del uso de los lineamientos que señala las Normas UNE-EN –1263-1 y UNE-EN-1263-2.

2. ALCANCE

Contribuir a la protección de la integridad física del trabajador que forma parte de las empresas constructoras en el Ecuador reduciendo la presencia de riesgos y la generación de accidentes de trabajo a través de la ejecución de un procedimiento para el montaje de redes de seguridad, sistema “Tipo S” empleando las normativas de seguridad, lineamientos de sistemas de protección colectiva ante las caídas de distinto nivel.

	PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
	Versión	Pág. 4/19		

3. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES

Absorbente de choque: Equipo cuya función es disminuir las fuerzas de impacto en el cuerpo del trabajador o en los puntos de anclaje en el momento de una caída.

Anclaje: Punto seguro al que se puede conectar un equipo personal de protección contra caídas con resistencia mínima de 5000 libras (2.272 Kg) por persona conectada.

Arnés: Sistema de correas cosidas y debidamente aseguradas, incluye elementos para conectar equipos y asegurarse a un punto de anclaje; su diseño permite distribuir en varias partes del cuerpo el impacto generado durante una caída.

Baranda: Elemento metálico o de madera que se instala al borde de un lugar donde haya posibilidad de caída, debe garantizar una resistencia ante impactos horizontales y contar con un travesaño de agarre superior, uno intermedio y una barrera colocada a nivel del suelo para evitar la caída de objetos.

Certificación: Constancia que se entrega al final de un proceso, que acredita que un determinado elemento cumple con las exigencias de calidad de la norma que lo regula, o que una persona posee los conocimientos y habilidades necesarias para desempeñar ciertas actividades determinadas por el tipo de capacitación. (Grupo Empresas Maestra, 2015, pág. 213)

Conector: Cualquier equipo que permita unir el arnés del trabajador al punto de anclaje.

Distancia de Caída Libre: Desplazamiento vertical y súbito del conector para detención de caídas, y va desde el inicio de la caída hasta que ésta se detiene o comienza a activarse el absorbente de choque. Esta distancia excluye la distancia de desaceleración, pero incluye cualquier distancia de activación del detenedor de caídas antes de que se activen las fuerzas de detención de caídas.

PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
Versión	Pág. 5/19		

Distancia de detención: La distancia vertical total requerida para detener una caída, incluyendo la distancia de desaceleración y la distancia de activación.

Distancia de desaceleración: La distancia vertical entre el punto donde termina la caída libre y se comienza a activar el absorbente de choque hasta que este último pare por completo.

Entrenador: Profesional certificado como persona competente y/o calificada, con entrenamiento certificado en metodología de enseñanza, por una institución aprobada nacional o internacionalmente. Con una experiencia certificada, en trabajo en alturas mínima de dos (2) años continuos o cinco (5) años discontinuos.

Eslinga: Conector con una longitud máxima de 1.80 m fabricado en materiales como cuerda, reata, cable de acero o cadena. Las eslingas cuentan con ganchos para facilitar su conexión al arnés y a los puntos de anclaje; algunas eslingas se les incorporan un absorbente de choque.

Gancho: Equipo metálico que es parte integral de los conectores y permite realizar conexiones entre el arnés a los puntos de anclaje, sus dimensiones varían de acuerdo a su uso, los ganchos están provistos de una argolla u ojo al que está asegurado el material del equipo conector (cuerda, reata, cable, cadena) y un sistema de apertura y cierre con doble sistema de accionamiento para evitar una apertura accidental que asegura que el gancho no se salga de su punto de conexión.

Hueco: Espacio vacío o brecha con una profundidad mínima de 5cm por debajo de la superficie en donde se camina y/o trabaja. (Grupo Empresas Maestra, 2015, pág. 214)

Líneas de vida horizontales: Sistemas de cables de acero, cuerdas o rieles que debidamente ancladas a la estructura donde se realizará el trabajo en alturas, permitirán la conexión de los equipos personales de protección contra caídas y el desplazamiento horizontal del trabajador sobre una determinada superficie.

PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
Versión	Pág. 6/19		

Líneas de vida verticales: Sistemas de cables de acero o cuerdas que debidamente ancladas en un punto superior a la zona de labor, protegen al trabajador en su desplazamiento vertical (ascenso/descenso)

Líneas de vida horizontales: Sistemas de cables de acero, cuerdas o rieles que debidamente ancladas a la estructura donde se realizará el trabajo en alturas, permitirán la conexión de los equipos personales de protección contra caídas y el desplazamiento horizontal del trabajador sobre una determinada superficie.

Mecanismo de anclaje: Equipos de diferentes diseños y materiales que abrazan una determinada estructura o se instalan en un punto para crear un punto de anclaje. Estos mecanismos cuentan con argollas, que permiten la conexión de los equipos personales de protección contra caídas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones individuales o colectivas que se implementan para advertir o evitar la caída de personas y objetos cuando se realizan trabajos en alturas y forman parte de las medidas de control. Entre ellas están: sistemas de ingeniería; programa de protección contra caídas y las medidas colectivas de prevención.

Medidas de protección: Conjunto de acciones individuales o colectivas que se implementan para detener la caída de personas y objetos una vez ocurra o para mitigar sus consecuencias.

Mosquetón: Equipo metálico en forma de argolla que permite realizar conexiones directas del arnés a los puntos de anclaje. Otro uso es servir de conexión entre equipos de protección contra caídas o rescate a su punto de anclaje.

Persona autorizada: Persona que después de recibir una capacitación, aprobarla y tener todos los requisitos que establece la presente resolución, puede desarrollar trabajos en alturas.

	PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
	Versión	Pág. 7/19		

Persona competente: Persona capaz de identificar peligros, en el sitio en donde se realizan trabajos en alturas, relacionados con el ambiente o condiciones de trabajo y que tiene la autorización para aplicar medidas correctivas, lo más pronto posible, para controlar los riesgos asociados a dichos peligros. (Ilo.org, 2014)

Persona calificada: Persona que tiene un grado reconocido o certificado profesional y amplia experiencia y conocimientos en el tema, que sea capaz de diseñar, analizar, evaluar y elaborar especificaciones en el trabajo, proyecto o producto del tema.

Posicionamiento de Trabajo: Conjunto de procedimientos mediante los cuales se mantendrá o sostendrá el trabajador a un lugar específico de trabajo, limitando la caída libre de éste a 2 pies (0.60 m) o menos.

Requerimiento de claridad: Espacio vertical libre requerido por un trabajador en caso de una caída, en el que se exige que este no impacte contra el suelo o contra un obstáculo. El requerimiento de claridad dependerá principalmente de la configuración del sistema de detención de caídas utilizado.

Trabajos en suspensión: Tareas en las que el trabajador debe “suspenderse” o colgarse y mantenerse en esa posición sin posibilidad de caída, mientras realiza su tarea o mientras es subido o bajado. (Grupo Empresas Maestra, 2015, pág. 216)

	PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
	Versión	Pág. 8/19		

4. REFERENCIAS

- Norma UNE-EN –1263-1 Equipamiento para trabajos temporales de obra. Redes de seguridad. Parte 1: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
- Norma UNE-EN –1263-2 Equipamiento para trabajos temporales de obra.
- Norma UNE-EN –1263-1 Equipamiento para trabajos temporales de obra. Redes de seguridad. Parte 1: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
- EN 919 Cuerdas de fibra para usos diversos, Determinación de ciertas propiedades físicas y mecánicas.
- NTP 774. Sistemas anticaídas.

Modelos o estudios analizados

- Manual de instrucciones Romafil France S.L
- Manual para la realización de trabajos de altura. Prevención Antea.

	PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
	Versión	Pág. 9/19		

5. RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES

CARGO	RESPONSABILIDAD	AUTORIDAD
Técnico en prevención	Organiza las actividades del proceso según documentación	Empresario gerente
Encargado de prevención	Inspecciona el nivel de cumplimiento del proceso	Técnico en prevención
Encargado de prevención	Proporciona la documentación del proceso.	Técnico en prevención
Brigada de operarios	Aplicación del proceso de montaje y desmontaje de redes de seguridad, sistema tipo “S”	Técnico en prevención
Responsable de archivo	Registra el nivel de cumplimiento y registra el nivel de riesgo.	Técnico en prevención

PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
Versión	Pág. 10/19		

6. PROCEDIMIENTO-DESCRIPCIÓN-ACTIVIDADES

6.1 Elementos

Los componentes de la Red de Seguridad son los siguientes:

Red: la red es una conexión de mallas. En este caso de mallas de dimensiones 100 x 100 mm fabricada en Poliamida Alta Tenacidad Industrial. Figura 11. Red de malla cuadrada (izqda.) y detalle de la malla cuadrada (dcha).

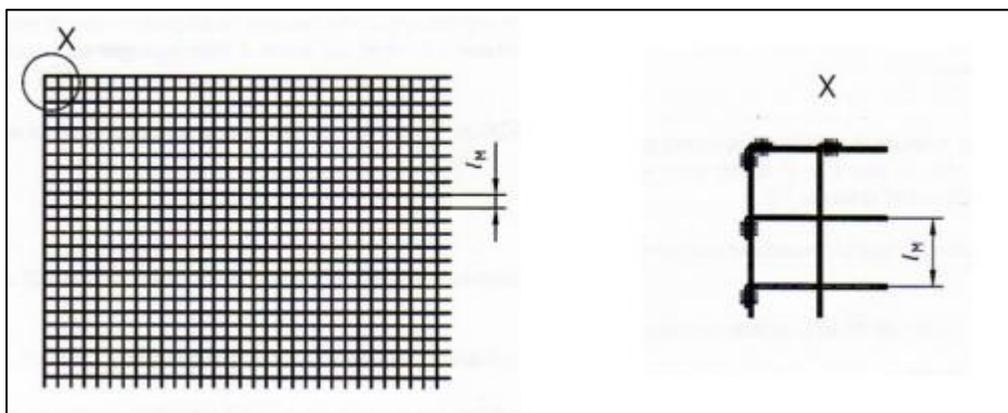


Figura 1 Red de malla cuadrada (izqda.) y detalle de la malla cuadrada (dcha)
Fuente: Manual de instrucciones Romafil France S.L, (2016)

Cuerda perimetral: Cuerda que pasa a través de cada malla en los bordes de una red y que determina las dimensiones de la red de seguridad. La cuerda perimetral que se utiliza para las redes de seguridad del “Tipo S”, es del tipo K. La Resistencia mínima a la tracción es de 30 KN. Ver la figura 12. (Ilo.org, 2014)

PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
Versión	Pág. 11/10		

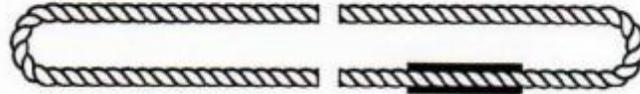


Figura 2 Cuerda perimetral tipo K.

Fuente: Manual de instrucciones Romafil France S.L, (2016)

Cuerda/Malla de ensayo: cuerda o malla que se aloja en la red de seguridad para determinar el deterioro debido al envejecimiento y que puede retirarse sin alterar las prestaciones de la red.

Los componentes auxiliares son:

- **Cuerdas de atado:** Cuerda utilizada para atar la cuerda perimetral a un soporte adecuado. De esta forma la red de seguridad sistema S queda fijada a los puntos de anclaje capaces de resistir la carga característica. Las cuerdas de atado que se pueden utilizar para las redes de seguridad sistema S son las del tipo Z. Ver figura 15 (Ilo.org, 2014)

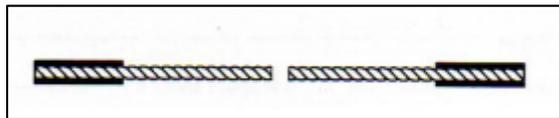


Figura 3 Cuerda de atado tipo Z sin gaza, uso doble y 2 ramales de carga para la red de seguridad sistema

Fuente: Manual de instrucciones Romafil France S.L, (2016)

PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
Versión	Pág. 12/19		

- **Cuerda de unión:** Cuerda que se utiliza para realizar la unión de varias unidades de redes de seguridad. La unión debe realizarse de manera que no existan distancias sin sujetar mayores a 100 mm dentro del área de la red.

En los sistemas S de redes de seguridad el mínimo solape debe ser, al menos, de 2.0 m. La cuerda de unión a utilizar es del tipo O, su geometría que se muestra en la figura siguiente.

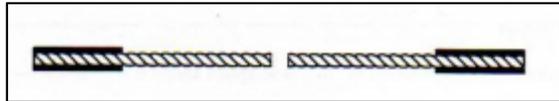


Figura 4 Cuerda de atado tipo O sin gaza para la red de seguridad sistema S
Fuente: Manual de instrucciones Romafil France S.L, (2016)

6.2 Alturas de caída y anchura de recogida

Las redes de seguridad deberían instalarse lo más cerca posible por debajo del nivel de trabajo.

Las alturas de caída H_i y H_e no deben exceder los 6.0 m

La altura de caída reducida H_t no deben exceder los 3.0 m

La anchura de recogida b es la distancia horizontal entre el borde del área de trabajo y el borde de la red de seguridad.

PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES		
Versión	Pág. 13/19	

Dependiendo de la altura de caída, la anchura de recogida b de la red de seguridad no debe ser inferior a los valores indicados en la tabla 3. (Ilo.org, 2014)

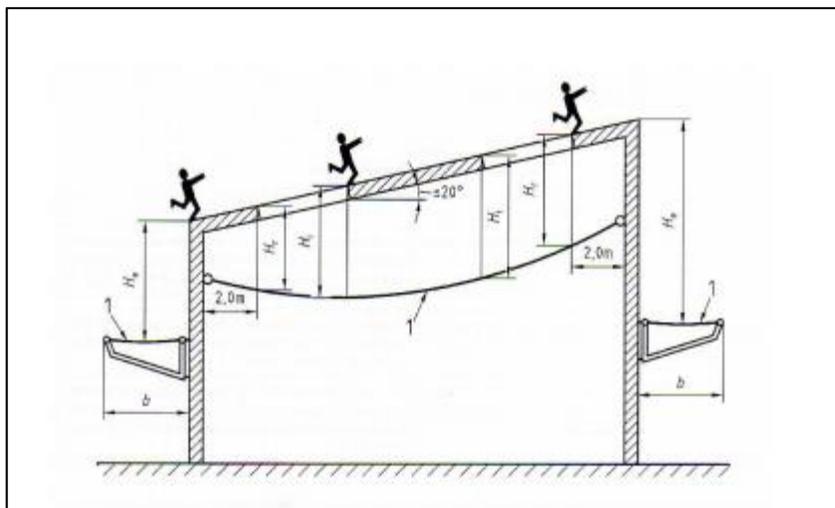


Figura 5 Alturas de caída permitidas y anchuras de recogida requeridas para las áreas de trabajo inclinadas entre 0° y 20°

Fuente: Manual de instrucciones Romafil France S.L, (2016)

Si el área de trabajo está inclinada más de 20° : a. la anchura de recogida b debe ser, al menos, de 3.0 m b. la distancia t entre el punto de trabajo más exterior y el punto más bajo del borde de la red de seguridad no debe exceder los 3.0 m (ver la figura 17)

PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES		
Versión	Pág. 14/19	

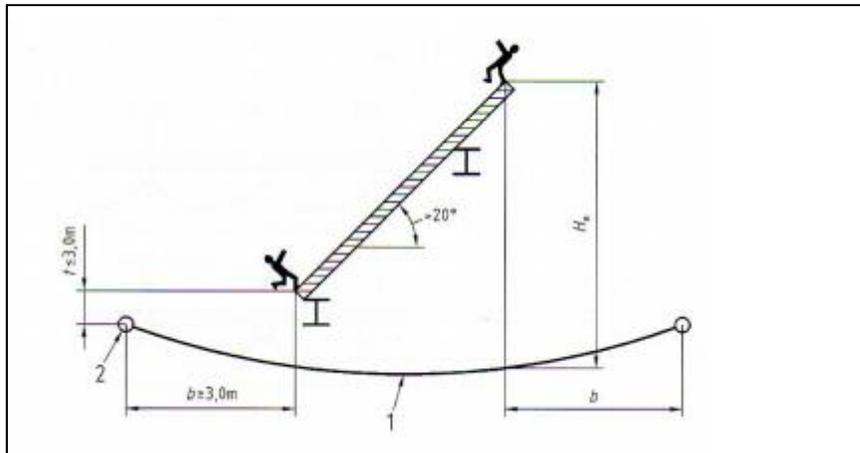


Figura 6 Alturas de caída permitidas y anchuras de recogida requeridas para áreas de trabajo inclinadas más de 20°

Fuente: Manual de instrucciones Romafil France S.L, (2016)

Tabla 1 Alturas de caída permitidas y anchuras de recogida requeridas

Altura de caída H_e	< 1.0 m	< 3.0 m	< 6.0 m
Anchura de recogida b	> 2.0 m	> 2.5 m	> 3.0 m

Fuente: Manual de instrucciones Romafil France S.L, (2016)

6.3 Instalación de redes de seguridad “Tipo S”

a) Tamaños: Para la instalación de sistemas S de redes de seguridad, el tamaño mínimo debe ser, al menos de 35 m², para las redes rectangulares, la longitud del lado más pequeño debe ser, como mínimo, de 5.0 m

PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES		
Versión	Pág. 15/19	

b) Cuerdas perimetrales. Se usarán cuerdas perimetrales del tipo K. Ver figura 19.

c) Instalación con cuerdas de atado: Los sistemas S de redes de seguridad deben instalarse con cuerdas de atado en puntos de anclaje capaces de resistir la carga característica. La distancia entre los puntos de anclaje debe ser inferior a 2.5 m. Para calcular cada punto de anclaje, la carga característica P utilizada debe ser, al menos, de 6 kN para una altura de caída de 6.0 m. El ángulo de cálculo de esta carga debe ser de 45° (véase la figura 7). Para el cálculo de la estructura soporte sólo deben considerarse tres cargas características de 4 kN, 6 kN y 4 kN, aplicadas en la posición más desfavorable (véase la figura 17).

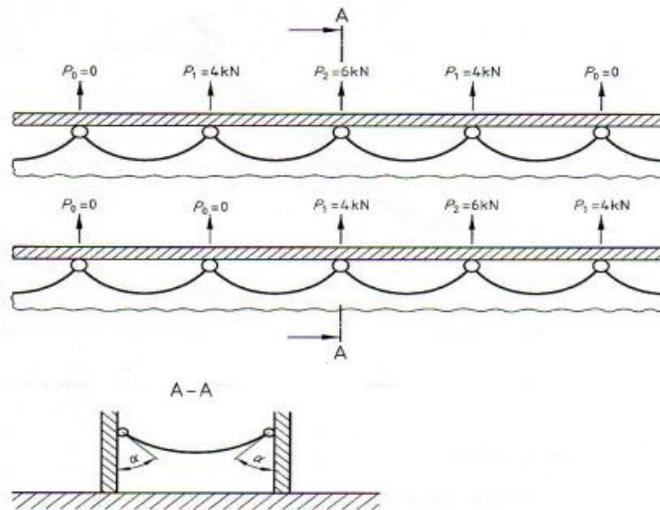


Figura: 7 Ejemplos de cargas características en los puntos de anclaje
Fuente: Manual de instrucciones Romafil France S.L, (2016)

PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES		
Versión	Pág. 16/19	

Las redes se fijan a soportes con la ayuda de los estribos adecuados, u otros medios de fijación que ofrezcan garantías, tal como tensores, mosquetones con cierre de seguridad, etc. Las cuerdas de atado son del tipo Z.

d) **Unión de las redes de seguridad** Para la unión de las distintas unidades de redes de seguridad se deben utilizar cuerdas de unión tipo O (sin gaza). La unión debe realizarse de manera que no existan distancias sin sujetar mayores a 100 mm dentro del área de la red. En los sistemas S de redes de seguridad por solapado, el mínimo solape debe ser, al menos, de 2.0 m.

e) **Deformación de la red de seguridad.** Distancia libre de seguridad. La máxima deformación de una red de seguridad “Tipo S”, instalada de acuerdo con las condiciones de los ensayos descritos en el capítulo 7 de la norma 1263-1:2002, se muestra en la figura mostrada a continuación. (Ilo.org, 2014)

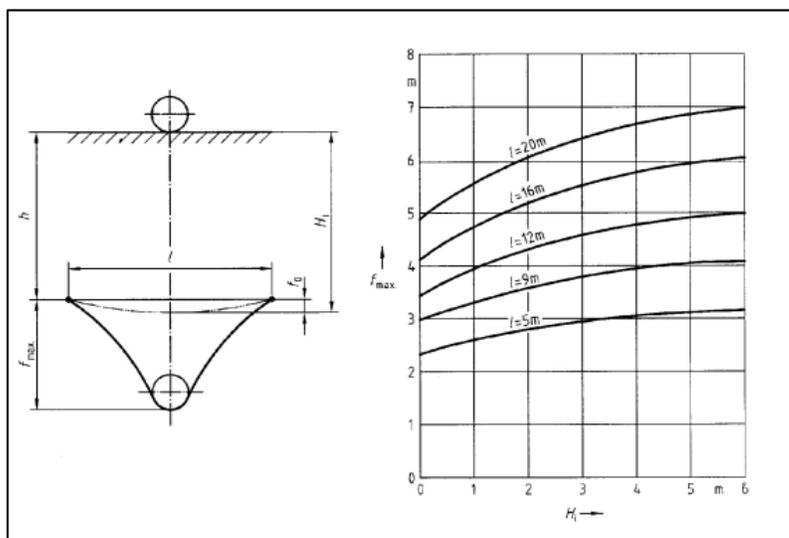


Figura 8 Máxima deformación de la red de seguridad
Fuente: Manual de instrucciones Romafil France S.L, (2016)

	PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
	Versión	Pág. 17/19		

Dónde: l, vano de la red de seguridad (lado menor)

H, distancia vertical entre el punto de anclaje de la red de seguridad y el punto de trabajo superior.

Hi, distancia vertical entre la red de seguridad y el punto de trabajo superior

Fo, deformación causada por la carga de la red de seguridad

Fmax, deformación máxima causada por la carga de la red de seguridad más la carga dinámica. NOTA: las curvas sólo son aplicables si: $f_o \leq 0,1 \times l$ ó $H_i = h + f_o \leq 6,0$ m.

En dicho gráfico se presenta una serie de curvas experimentales en las que se entra con un par de valores. Por una parte, se elige la curva perteneciente al vano de la red de seguridad “l”, y por otra parte se entra por el eje de abscisas con la distancia vertical entre la red de seguridad y el punto de trabajo superior “Hi”.

f) Desmontaje, almacenamiento y transporte: Para el desmontaje debe procederse en sentido inverso al montaje, utilizando siempre la protección personal. Almacenamiento en obra hasta su transporte al almacén: se debe realizar en condiciones similares a las que se utilizaron en la llegada de las redes. Las redes se empaquetarán, limpiándolas previamente de los objetos que hayan quedado retenidos entre las mallas.

Transporte en condiciones adecuadas: el transporte a otra obra o al almacén debe realizarse de forma que las redes no sufran deterioro por enganchones o roturas y que los soportes no se deformen, sufran impactos o esfuerzos inadecuados. Conviene que las redes de protección vayan de la obra al almacén y no directamente a otra obra, para que puedan ser sometidas a una revisión a fondo todos sus elementos.

	PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
	Versión	Pág. 18/19		

6.4 Almacenamiento, cuidado e inspección

El almacenamiento se realiza en estanterías, gavetas, etc. de manera que el producto esté perfectamente identificado y conservado, se evitará el contacto de la humedad con las redes almacenadas y como son productos sensibles al envejecimiento bajo la acción de los rayos UV, se evitará almacenar al aire o a la luz. Controla la producción de sus redes de seguridad y realiza los ensayos que demanda la normativa vigente respecto a redes de seguridad. La red se ha inspeccionado durante su proceso de fabricación y una vez acabado el producto, aun así, se aconseja inspeccionar la red antes de ser instalada para asegurar la utilización de la misma. Es importante realizar una revisión de las redes de seguridad, a fin de detectar: c. Presencia de objetos que hayan quedado retenidos entre las mallas. d. Deformaciones e. Enganchones y roturas de cuerda de malla. La fecha de caducidad de la red será de un año a partir de fecha de fabricación.

6.5 Control del estado y deterioro de las mallas

Las redes de seguridad llevan incluidas una cuerda/malla de ensayo para controlar el estado de la red debido a su envejecimiento natural. Esta malla de ensayo lleva el mismo número de matrícula que el de la red de seguridad.

La capacidad mínima de absorción de energía de la malla de ensayo que debe alcanzar la malla de ensayo viene indicada en la etiqueta de la red de seguridad. En caso de que el deterioro haya sido mayor por una exposición solar elevada, se recomienda sustituir la red de seguridad.

	PROCEDIMIENTO MONTAJE DE REDES DE SEGURIDAD, SISTEMA “TIPO S” PARA OBRAS CIVILES			
	Versión	Pág. 19/19		

6.6 Condiciones para su retirada del servicio

La red deberá ser retirada y sustituida por otra en los siguientes casos:

- Si esa red ya ha sufrido una caída de una persona
- Si se ha producido caída de elementos pesados y existe rotura de fibras y de trencillas.
- Si ya se ha sobrepasado la fecha de caducidad de un año. La retirada de la red de seguridad será supervisada por personal competente.

6.7 Otras advertencias sobre riesgos

- No someter la red a temperaturas extremas.
- No someter la red a la acción del fuego.
- Las redes deben ser protegidas de las radiaciones UV.
- Evitar el contacto con productos químicos o sustancias agresivas (ácidos, bases, disolventes,).
- En caso de que puedan entrar en contacto con partículas de soldadura, proteger mediante lonas ignífugas. (Ilo.org, 2014)

Metodología para identificar la capacidad de retener la fuerza de choque y capacidad máxima de retención de la red “Tipo S”.

1. Caída libre. Fuerza de choque

1.1 Fuerza de choque

Es la energía generada durante el proceso de detención de una caída cuando se utilizan sistemas de protección individual contra caídas de altura (arnés anticaída y/o absorbedores/subsistemas de conexión), es decir, al impacto que recibe la cadena de seguridad cuando se sufre una caída.

Para saber de dónde proviene esta energía basta con recordar a Lavoisier y su principio de conservación de la energía: “la materia (o energía) ni se crea ni se destruye, sólo se transforma”.

Esta energía pues, no es más que la transformación de la energía potencial (la que posee un cuerpo cuando se encuentra en altura, o sea, tú colgado a x metros del suelo) en energía cinética (velocidad que adquieres durante la caída) y finalmente fuerza de choque: cuando la velocidad es cero, la energía cinética desaparece y se transforma, principalmente, en deformación del cuerpo.

Esta fuerza de choque puede calcularse a través de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$F = mg + mg \sqrt{1 + \frac{2E \cdot S \cdot f}{mg}}$$

Dónde:

- F es la fuerza de choque
- m es la masa
- g es la aceleración de la gravedad (9,8 m/s²)
- E es el módulo de Young
- S es la sección de la cuerda
- f es el factor de caída.

Simplificando mucho esta fórmula, se puede afirmar que la fuerza de choque generada durante una caída depende principalmente de tres parámetros: masa, “elasticidad del sistema” y factor de caída.

1.2 Masa

La masa de un cuerpo es una propiedad intrínseca del mismo, la cantidad de materia de dicho cuerpo independientemente de la intensidad de la fuerza de la gravedad que actúa sobre él. Esta magnitud física se expresa en Kg y no debe ser confundida con el peso de un cuerpo. El peso no es una propiedad intrínseca de un cuerpo, pues depende de la intensidad de la fuerza de la gravedad que actúa sobre el cuerpo. A grandes rasgos se puede decir que el peso es la fuerza con la que el cuerpo es atraído por la tierra y la masa es la cantidad de materia que tiene el cuerpo.

$$\text{Peso} = \text{Masa} \times \text{Gravedad}$$

A modo de ejemplo, una masa de 80 kg tiene un peso mayor en la tierra que en la luna ya que la intensidad del campo gravitatorio de la primera es mayor que el de la segunda. Por supuesto, cuando se trata de calcular la fuerza de choque generada durante una caída, a mayor peso, mayor energía generada.

1.3 Elasticidad del sistema

Se entiende por elasticidad del sistema de seguridad la capacidad de dicho sistema de “absorber” o disipar la fuerza generada por el impacto de la caída. Por poner un ejemplo, la fuerza de choque registrada durante la caída de una masa de 80 kg será mucho más elevada si el elemento de conexión que detiene la caída está fabricado en acero (una eslinga de cable, por ejemplo) que si es textil. Por tanto, a mayor capacidad de absorción de un sistema, menor fuerza de choque.

Los dispositivos con mayor capacidad de absorción a día de hoy son los bien llamados absorbedores de energía. En Europa, la (Norma equipos de protección individual contra caídas de altura UNE- EN 355, 2002) que los regula es la norma equipos de protección individual contra caídas de altura UNE- EN 355. Esta norma garantiza que la fuerza de choque generada durante una caída con estos dispositivos será siempre inferior a 6 KN para una masa de 100 kg.

Los elementos de conexión (cabos de anclaje) con menor capacidad de absorción serían, en este orden:

- Acero Polietileno (dyneema)
- Cinta de nailon
- Cuerda EN 1891 (semiestática)
- Cuerda EN 892 (dinámica)

Por ello, en situaciones con riesgo de caída, debemos usar siempre absorbedores de energía.

1.4 Factor de caída

El factor de caída es un número adimensional y expresa la severidad de una caída. Su valor, comprendido entre 0 y 2 en condiciones de trabajo normales, se calcula dividiendo la altura de la caída entre la longitud de cuerda/elemento de amarre utilizados.

$$FC = \frac{\text{Longitud de la caída}}{\text{Longitud del amarre}}$$

A continuación, se presenta un ejemplo: un trabajador situado sobre una plataforma se conecta a un punto de anclaje ubicado a la altura de sus pies mediante un elemento de amarre de 1 metro de longitud: en caso de caída ésta será de 2 metros. El factor de caída sería entonces 2 metros de caída / 1 metro de elemento de amarre = 2 (Ilo.org, 2014)

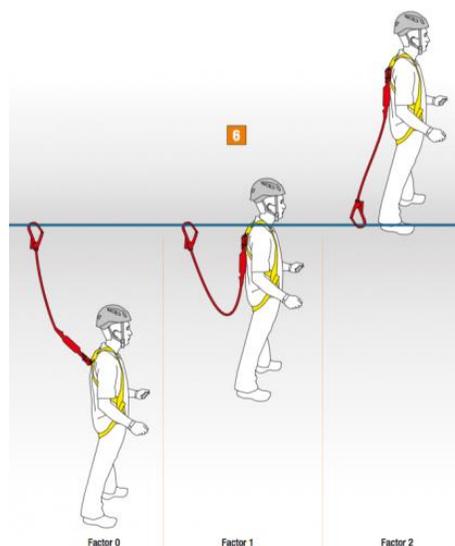


Figura 9 Factor de caída fuerza de choque
Fuente: (Ilo.org, 2014)

Al repetir la operación, esta vez con un elemento de amarre de 2 metros, la caída sería de 4 metros, es decir, el doble que en el ejemplo anterior. Sin embargo, el factor de caída permanece invariable: 2 (caída/amarre). En el caso de los trabajos verticales, al estar suspendidos por debajo del punto de anclaje al que están fijadas las cuerdas, las situaciones de factor 2 son prácticamente inexistentes (no imposibles, ojo).

A menudo se habla erróneamente de situaciones de factor 2 cuando el dispositivo anticaída deslizante corre por debajo del trabajador en realidad, en caso de caída, la longitud de cuerda activa sería la suma del elemento de amarre que conecta el arnés con el anticaídas deslizante + la longitud de cuerda situada entre este último y el anclaje al que está fijada.

A continuación, se menciona otro ejemplo: cuando se emplea un anticaídas deslizante que va conectado a la anilla esternal del arnés mediante un elemento de amarre de 1 m y el trabajador sufre una caída a 20 metros del anclaje de cabecera (superior) el factor de caída máximo se calcularía del siguiente modo:

Caída: 2 metros (*1m + 1m del elemento de amarre*) / longitud de cuerda activa (22 m: *1m + 1m del elemento de amarre*) + 20 metros de cuerda, es decir $2/22 = 0,09$. (Ilo.org, 2014)

Por supuesto, el valor del factor de caída irá en aumento cuanto más cerca del anclaje superior sobrevenga la caída, llegando prácticamente al factor 2 en caso de encontrarse en la parte superior de la cuerda. (Ilo.org, 2014)

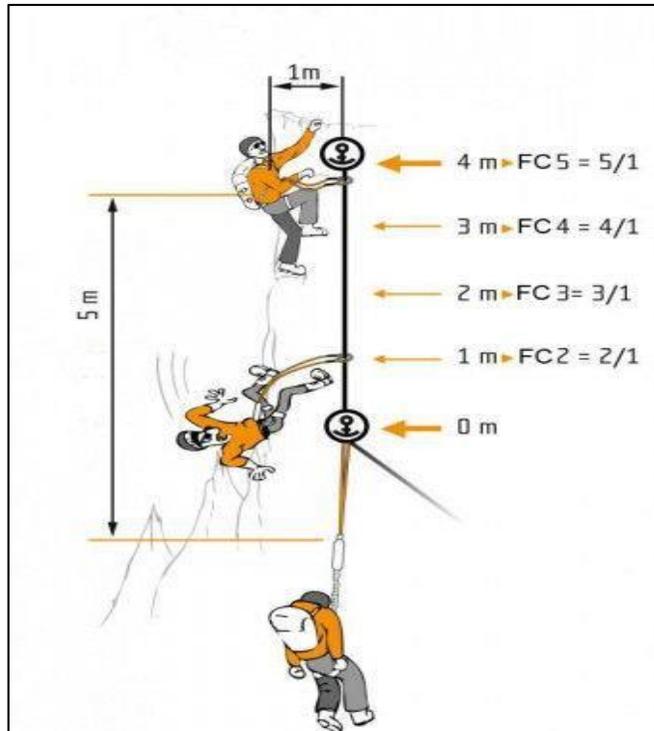


Figura 10 Factor de caída máximo

Fuente: (llo.org, 2014)

2. Capacidad de Retención en el Sistema S

Este sistema de redes de “Tipo S” se utiliza en la construcción de naves industriales, viaductos, puentes, pasos elevados, etc., habitualmente se confeccionan a medida, según el área de trabajo que se haya de cubrir.

Para la instalación de las redes se deberá tener en cuenta los siguientes parámetros:

Alturas de Caída: (Hi, He, Hr)

Altura de caída “Hi” es la distancia vertical entre la red de seguridad y el punto de trabajo superior. (Figura 2)

Altura de caída “He” es la distancia vertical entre la red de seguridad y el punto de trabajo superior, en el borde del área de trabajo.

Altura de caída “Hr” es la distancia vertical entre la red de seguridad y el punto de trabajo superior, a una distancia horizontal de 2,0 m desde los puntos de anclaje.

Anchura de recogida: La anchura de recogida b es la distancia horizontal entre el borde del área de trabajo y el borde de la red de seguridad, dependiendo de la altura de caída, la anchura de recogida b de la red no será inferior a los siguientes valores:

Las redes de seguridad deben ser instaladas lo más cerca posible por debajo del nivel de trabajo. Las alturas de caída H_i y H_e no excederán los 6 m.

Si el puesto de trabajo se encuentra sobre una superficie con una inclinación superior a 20° , la anchura de recogida b será al menos de 3 m. La distancia t entre el punto de trabajo en el extremo y el punto más bajo del borde de la red de seguridad no excederá los 3 m. (Ilo.org, 2014)

Tabla 2 Características de la altura, anchura de la red “Tipo S”

Altura de caída H_e	$\leq 1,0$ m	$\leq 3,0$ m	$\leq 6,0$ m
Anchura de recogida	$\geq 2,0$ m	$\geq 2,5$ m	$\geq 3,0$ m

Fuente: (Ilo.org, 2014)

b : Ancho de retención

t : Máxima distancia entre canto de caída inferior y borde de la red

H : Punto más bajo del borde de la red.

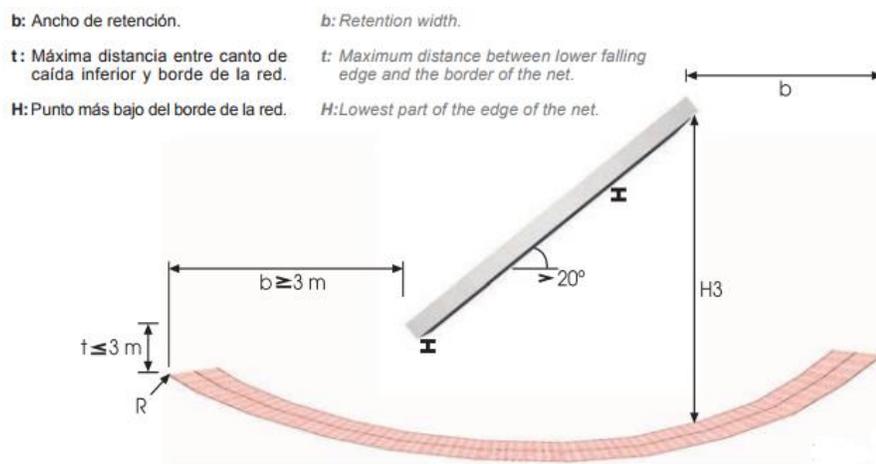


Figura 11 Características de la altura, anchura de la red “Tipo S”

Fuente: (Ilo.org, 2014)

2.1 Resistencia dinámica de redes de seguridad del “Tipo S” (Red con cuerda perimetral)

Las redes de seguridad del “Tipo S” (Red con cuerda perimetral) deberán ser ensayadas de acuerdo con el apartado 7.8 de la norma Equipamiento para trabajos temporales de obra. Redes de seguridad UNE- EN 1263-1 Parte 1: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo La flecha máxima de la red bajo esfuerzo dinámico no excederá del 75% de la longitud del lado menor de la red, la masa de ensayo deberá ser recogida por la red en todos los ensayos, se permite deformaciones permanentes. Normativa (Norma equipos de protección individual contra caídas de altura UNE- EN 355, 2002)

A continuación, se va a mencionar el ensayo dinámico de resistencia de redes de seguridad del “Tipo S” (red con cuerdas perimetrales)

1. Selección de la muestra de ensayo: para el ensayo dinámico de resistencia se utilizara una muestra de redes de seguridad del “Tipo S” de $(5 \pm 0,1)$ m (medidas de lado)
2. Masas de ensayo; la masa de ensayo será una esfera de acero como la que se describe en el punto 7.7.2 titulado equipo y masa de ensayo donde se ha identificado que:

La masa de ensayo será: Una esfera de acero de superficie lisa de (500 ± 10) mm de diámetro y una masa de (100 ± 1) kg.

El equipo de ensayo consistirá en:

- Un dispositivo de tracción con una potencia de tracción de como mínimo 50 Kn a una velocidad máxima de 1m/ min.
- Una construcción horizontal de tubo de acero con un \varnothing mínimo de 48,3 mm y un espesor mínimo de 2,9 el cual estará fijo a un marco estable.
- Un dinamómetro capaz de registrar desde 0 a 50 Kn con una precisión de $\pm 1\%$.
- Un instrumento de medición de la Energía Cinética capaz de registrar desde 0 hasta 2,5 con una precisión de $\pm 1\%$.

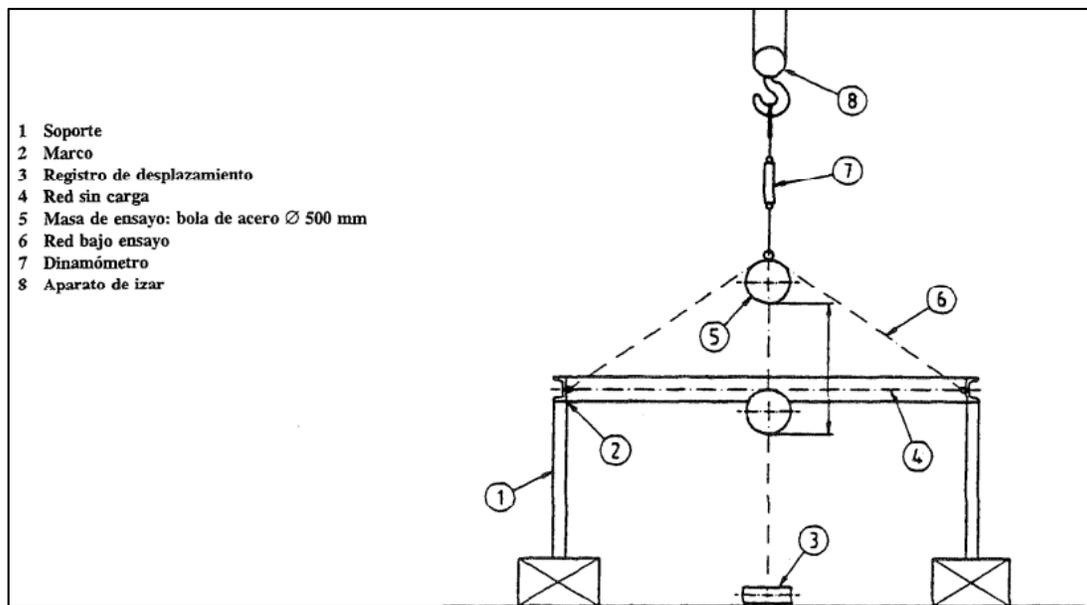


Figura 12 ensayo estático de absorción de energía para redes

Fuente: normativa UNE-EN –1263-1

3. Procedimiento: La muestra de ensayo será suspendida por sus cuatro vértices mediante la cuerda perimetral tal como se expone en la figura. Se aplicará una fuerza de tensado inicial de 500 N en cada punto de anclaje con una precisión de $\pm 10\%$. Se medirá la flecha de la muestra en estado descargado.

La masa de ensayo se dejará caer dos veces en el centro de la muestra de ensayo, la altura de caída será seleccionado para que la energía cinética sea de 7kg con una precisión de $\pm 1\%$ después de cada ensayo el desplazamiento máximo será comparado con el valor determinado en el apartado 6.4 de la normativa UNE-EN –1263-1.

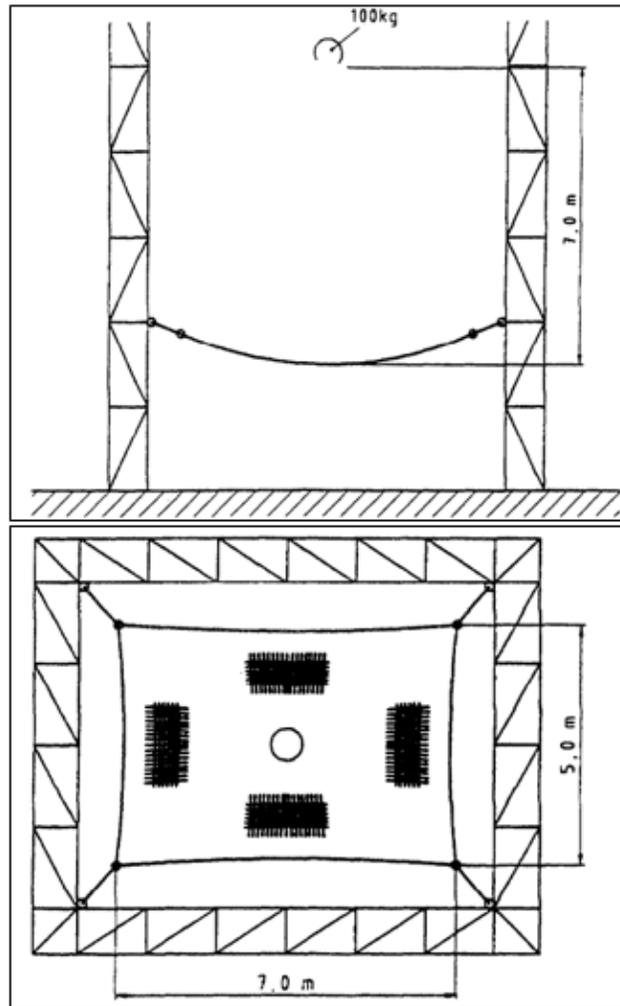


Figura 13 Método de ensayo dinámico para las redes de seguridad del “Tipo S”