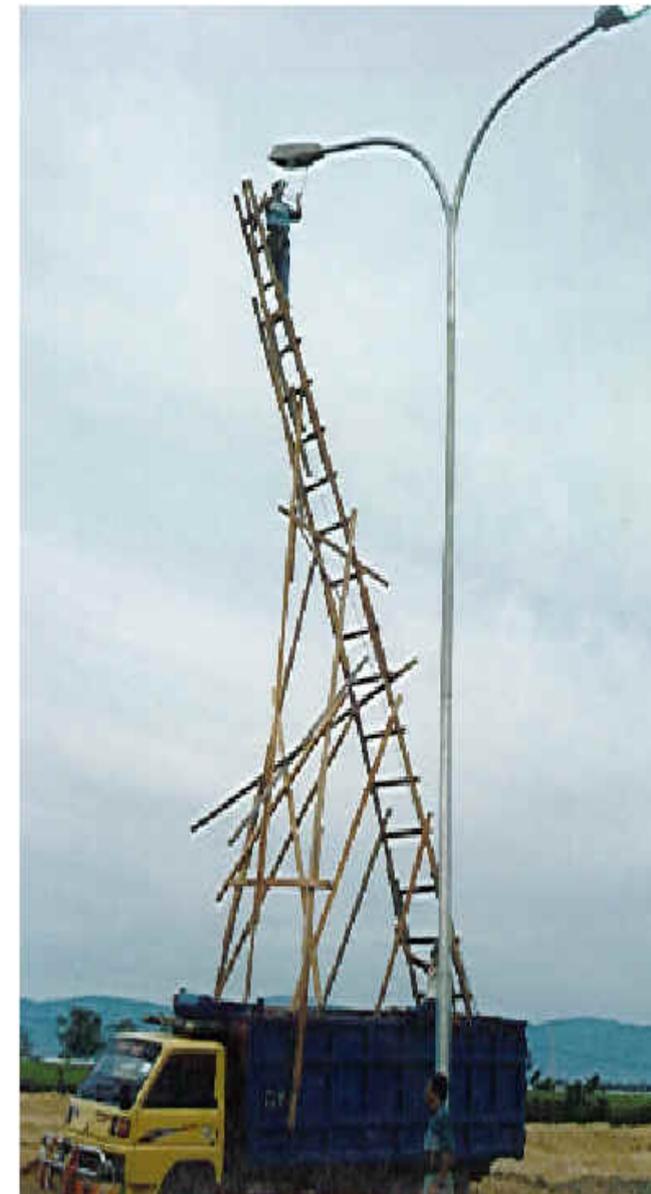




# PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS

*Ing. José Ramón Perurena*

Safety & Health Consultants,  
Inc.



# ¿Por qué es la protección contra caídas importante?

- Porque el trabajo en alturas es común en los sitios de trabajo.
- Porque las caídas son una de las mayores causas de muertes en la industria de la construcción.
- Porque es nuestro deber moral y legal proteger a los trabajadores.



# ¿Recuerdas esta ecuación?

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

Ecuación para el movimiento uniformemente acelerado experimentado en la caída libre:

$h$  = distancia de caída

$g$  = aceleración de la gravedad 32.2 ft/s<sup>2</sup> (9.81 m/s<sup>2</sup>)

$t$  = tiempo transcurrido durante la caída

# ¿Qué distancia cae una persona en “t”-segundos?

Tiempo (segundos)	Distancia de caída
0.5	?
1.0	?
1.5	?
2.0	?
2.5	?
3.0	?
4.0	?
6.0	?
10.0	?

# ¿Qué distancia cae una persona en “t”-segundos?

Tiempo	Distancia de caída	Distancia de caída
Segundos (s)	Pies (ft)	Metros (m)
0.5	4.0	1.2
1	16.1	4.9
1.5	36.2	11.0
2	64.4	19.6
2.5	100.6	30.7
3	144.9	44.1
4	257.6	78.5
6	579.6	176.6
10	1610.0	490.5

# Constitución Nacional

## ❖ Capítulo 6°: Salud, Seguridad Social y Asistencia Social

### ❖ Artículo 109:

- “Es función esencial del Estado **velar por la salud de la población** de la República.
- El individuo, como parte de la comunidad, tiene derecho a la promoción, protección, **conservación**, restitución y rehabilitación de la salud y la obligación de conservarla, entendida ésta como el completo bienestar físico, mental y social”.

# Código de Trabajo, Libro II, Título I

## Higiene y Seguridad en el Trabajo

### ❖ Artículo 282:

- “Todo empleador tiene la obligación de:
  - ✓ aplicar las medidas que sean necesarias para proteger eficazmente la vida y la salud de sus trabajadores;
  - ✓ garantizar su seguridad y
  - ✓ cuidar de su seguridad,...”
- ¿Cómo?
  - ✓ “...acondicionando locales y
  - ✓ proveyendo equipos de trabajo y
  - ✓ adoptando métodos para prevenir, reducir y eliminar los riesgos en los lugares de trabajo”

# Código de Trabajo, Libro II, Título I

## Higiene y Seguridad en el Trabajo

### ❖ Artículo 282 (con't):

- “...de conformidad con las normas que sobre el particular establezcan:
  - ✓ El Ministerio de Trabajo y Bienestar Social,
  - ✓ La Caja de Seguro Social y
  - ✓ Cualquier otro organismo competente”

# **D.E. 2 (Feb.15, 2008) – Reglamento de Seguridad en la Construcción**

DECRETO EJECUTIVO No. 2

(de 15 de febrero de 2008)

Por el cual se reglamenta la Seguridad, Salud e Higiene en la Industria de la Construcción

## TITULO I

DE LA ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE EN LA CONSTRUCCION

## CAPITULO I

### DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 1. Objeto y Campo de Aplicación.

Este reglamento tiene por objeto regular y promover la seguridad, salud e higiene en el trabajo de la construcción, a través de la aplicación y desarrollo de medidas y actividades necesarias, para la prevención de los factores de riesgos en las obras de construcción, tanto públicas como privadas. El mismo será de obligatorio cumplimiento en el territorio nacional, en concordancia con lo dispuesto en la legislación vigente en esta materia.

---

# D.E. 2 (Feb.15, 2008) – Reglamento de Seguridad en la Construcción

## CAPITULO V

### ANDAMIOS FIJOS

#### ARTICULO 226. . Provisión de andamios

*Se facilitará a los trabajadores un número suficiente de andamios apropiados para todos los trabajos que hayan de efectuarse en altura y que resulten peligrosos si se realizan con escaleras de mano u otros medios.*

#### *ARTICULO 227. Condiciones de andamios contruidos en la obra*

Todos los andamios contruidos en la obra cumplirán con los siguientes requisitos:

- a. La madera utilizada en la construcción de los andamios no tendrá defectos tales como: nudos, rajaduras, picaduras, carcomida, pudriciones, torceduras u otros defectos que afecten su resistencia. Además, no deben estar pintadas y deben estar libres de grasas y aceites.
- b. Los componentes de los andamios de tubos metálicos no estarán deteriorados ni deformados, y se mantendrán lubricados.
- c. Los tubos no deben tener defectos que afecten su resistencia tales como hendiduras, corrosión, fisuras, y todos sus elementos deben ser rectilíneos.
- d. La capacidad y estabilidad estructural de una andamiada no será verse afectada por la combinación de elementos de diferentes tipos no contemplados en el diseño.

# D.E. 2 (Feb.15, 2008) – Reglamento de Seguridad en la Construcción

## CAPITULO V

### ANDAMIOS FIJOS

#### ARTICULO 226. . Provisión de andamios

*Se facilitará a los trabajadores un número suficiente de andamios apropiados para todos los trabajos que hayan de efectuarse en altura y que resulten peligrosos si se realizan con escaleras de mano u otros medios.*

#### *ARTICULO 227. Condiciones de andamios construidos en la obra*

Todos los andamios construidos en la obra cumplirán con los siguientes requisitos:

- a. La madera utilizada en la construcción de los andamios no tendrá defectos tales como: nudos, rajaduras, picaduras, carcomida, pudriciones, torceduras u otros defectos que afecten su resistencia. Además, no deben estar pintadas y deben estar libres de grasas y aceites.
- b. Los componentes de los andamios de tubos metálicos no estarán deteriorados ni deformados, y se mantendrán lubricados.
- c. Los tubos no deben tener defectos que afecten su resistencia tales como hendiduras, corrosión, fisuras, y todos sus elementos deben ser rectilíneos.
- d. La capacidad y estabilidad estructural de una andamiada no será verse afectada por la combinación de elementos de diferentes tipos no contemplados en el diseño.

# D.E. 2 (Feb.15, 2008) – Reglamento de Seguridad en la Construcción

## CAPITULO VI

### TRABAJOS EN ALTURA

#### *ARTICULO 247. Medidas preventivas*

En los trabajos en altura se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

- a. Instalar protección colectiva e individual de seguridad, empleando barandales, mallas, arneses corporales u otro medio análogo.
- b. Se le proporcionará al trabajador un sistema individual de protección contra caídas.
- c. Se instalarán sistemas de protección colectiva para la circulación en escaleras, rampas y cualquiera otra área destinada para este propósito.
- d. El trabajador deberá tener una capacitación previa a cualquier actividad en altura.
- e. En aquellas losas donde no se esté laborando y no exista baranda de seguridad se restringirá el acceso, señalizándolo con mallas de advertencia u otro medio disponible. Las mallas de advertencia no se consideran un sistema de protección contra caídas.

# Regulaciones de OSHA sobre Protección contra Caídas

- ❖ 1926 Subpart M - Protección contra caídas
  - 1926.500 - Alcance, aplicación y definiciones aplicables a esta subparte
  - 1926.501 - Deber de contar con protección contra caídas
  - 1926.502 - Criterios y prácticas de sistemas de protección contra caídas
  - 1926.503 - Requisitos de entrenamiento

# Regulaciones de OSHA sobre Protección contra Caídas

## ❖ 1926 Subpart L - Andamios

- 1926.450 - Alcance, aplicación y definiciones aplicables a esta subparte
- 1926.451 - Requisitos generales
- 1926.452 - Requisitos adicionales aplicables a tipos específicos de andamios
- 1926.453 - Elevadores aéreos
- 1926.454 - Requisitos de entrenamiento

# Regulaciones de OSHA sobre Protección contra Caídas

- ❖ 1910 Subpart D - Superficios para caminar y de trabajo
  - 1910.22 - Requisitos generales
  - 1910.23 - Protección de aperturas y agujeros en piso y pared
  - 1910.24 - Escaleras industriales fijas
  - 1910.25 - Escaleras portátiles de madera
  - 1910.26 - PEscaleras portátiles de metal

# Regulaciones de OSHA sobre Protección contra Caídas

- ❖ 1910 Subpart D - Superficios para caminar y de trabajo
  - 1910.27 - Escaleras verticales fijas
  - 1910.28 - Requisitos de seguridad para andamios
  - 1910.29 - Soportes de escaleras y andamios (torres) de propulsión manual
  - 1910.30 - Otras superficies de trabajo

# Regulaciones de OSHA sobre Protección contra Caídas

- ❖ 1910 Subpart F - Plataformas Motorizadas, Elevadores de Personal y Plataformas de Trabajo Montadas sobre Vehículos
  - 1910.66 - Plataformas motorizadas para el mantenimiento de edificios
    - ✓ 1910.66 App C - Sistema de Protección Personal contra Caídas
      - Section I es Obligatoria
    - ✓ 1910.66 App D - Instalaciones Existentes (Obligatorio)
  - 1910.67 - Elevadores y plataformas de trabajo giratorias montadas sobre vehículos

# Regulaciones de OSHA sobre Protección contra Caídas

## ❖ Requisitos básicos de protección contra caídas de OSHA

- Se requiere PPC por encima de:
  - ✓ 4 ft para la industria general (actividades de mantenimiento)
  - ✓ 6 ft para la industria de la construcción (actividades de construcción)
- Los barandales tendrán la siguiente capacidad:
  - ✓ 200 lbs. riel superior a 42" +/- 3" sobre el piso (sp).
  - ✓ 150 lbs. riel intermedio approx. 21" sp.
  - ✓ 50 lbs. rodapie cuando haya gente debajo. 18

# Regulaciones de OSHA sobre Protección contra Caídas

- ❖ Requisitos básicos de protección contra caídas de OSHA
  - Los Sistemas Personales de Detención de Caídas (SPDC) de OSHA tendrán:
    - ✓ Componentes compatibles
    - ✓ Limitarán la caída libre a 6ft (1.8 m)
    - ✓ Longitud máx. de la línea salvavidas de 6ft (1.8 m)
    - ✓ Límite de fuerza transferida al trabajador - 1800 lbs.
    - ✓ Despliegue máx. del amortiguador de 42" (1.07 m.)
    - ✓ Capacidad mínima del punto de anclaje - 5000 lbs

# STANDARDS REFERENCE

## FALL PROTECTION CODE



AMERICAN SOCIETY OF  
SAFETY ENGINEERS



# STANDARDS REFERENCE

## American National Standards Institute

Z359.0 Definiciones

Z359.1 SPCC y Componentes

Z359.2 Programa Administrado de Protección contra Caídas

Z359.3 Posicionamiento y Restricción de Recorridos

Z359.4 Componentes de Sistemas de Rescate Asistido y Sistemas de Auto-Rescate

## ❖ Requisitos Principales

- Los Sistemas Personales de Detención de Caídas (SPDC) de ANSI/ASSE tendrán:
  - ✓ Componentes compatibles
  - ✓ Limitarán la caída libre a 6ft (1.8 m) o 12 ft. (3.6 m.)
  - ✓ Longitud máx. de la línea salvavidas de 6ft (1.8 m)
  - ✓ Límites de fuerzas transferidas al trabajador - 900 lbs y 1350 lbs
  - ✓ Despliegue máx. del amortiguador de 48" (1.21 m.) and 60" (1.52 m)
  - ✓ Capacidad mínima del punto de anclaje - 5000 lbs

# AMORTIGUADORES

## ANSI Z359 Amortiguadores de Energía

Tipo	Capacidad (lbs/kg)	Distancia máxima de caída libre (ft/m)	Fuerza Promedio de Detención de Caída (lbs/kN)	Fuerza Máxima de Detención de Caída (lbs/kN)	Despliegue Máximo de Línea Salvavidas (inch/m)	Fuerza Residual (lbs/kN)
6 ft FF	130–310 lb 60–140 kg	6 ft 1.8 m	900 lbs 4 kN	1800 lbs 8 kN	48 pulgadas 1.2 m	5000 lbs 22.2 kN
12 ft FF	130–310 lb 60–140 kg	12 ft 3.6 m	1350 lbs 6 kN	1800 lbs 8 kN	60 pulgadas 1.5 m	5000 lbs 22.2 kN

# ENERGY ABSORBERS

## 6' FF Energy Absorbers

**Warning: Maximum User Weight 130-310 lbs.**

**6ft. 900lbs.**

**Maximum Free Fall**

**Average Arresting Force**

**Forces may increase when cold and/or wet**

**Read Instructions Before Use**

# ENERGY ABSORBERS

## 12' FF Energy Absorber

**Warning: Maximum User Weight 130-310 lbs.**

**12ft. 1350lbs.**

**Maximum Free Fall**

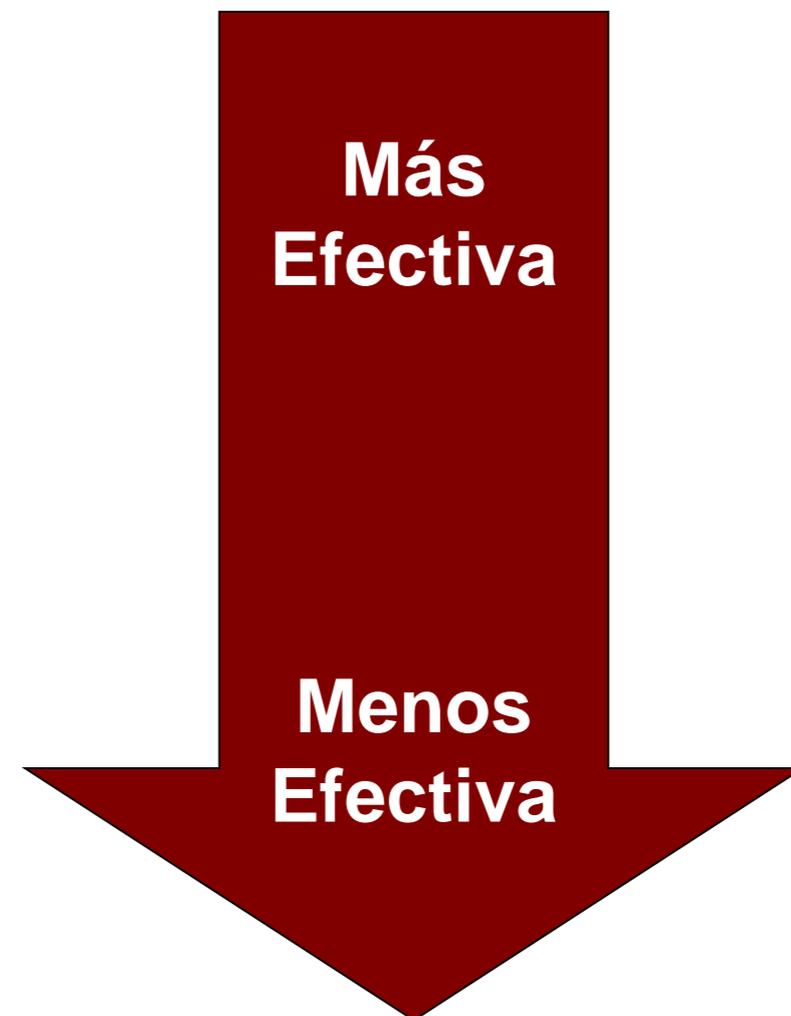
**Average Arresting Force**

**Forces may increase when cold and/or wet**

**Read Instructions Before Use**

# Jerarquía de Sistemas de Protección contra Caídas (SPCC)

- ❖ Eliminación
- ❖ Prevención
- ❖ Detención
- ❖ Advertencia



# Jerarquía de SPCC

## ❖ Eliminación del Peligro del trabajo en alturas (TA)

- Planifica trabajar a nivel de piso tanto como puedas.
- Sé creativo...
  - ✓ Trae el trabajo al piso en vez de subir al trabajador
    - Torres que descienden
    - Estructuras deslizantes para lámparas
  - ✓ Piensa más allá de lo común
    - Letreros LED



# Jerarquía de SPCC

## ❖ Prevención – Sistemas de Protección Pasiva

### ■ Barandales típicos

- ✓ 42" riel superior
  - Capaz de soportar 200 lbs
- ✓ 21" riel intermedio
  - Capaz de soportar 150 lbs
- ✓ 4" toe board
  - Capaz de soportar 50 lbs, si hay personas o equipo que requiera de mantenimiento debajo.



# Jerarquía de SPCC

## ❖ Prevención – Sistemas de Restricción de Movimiento (SRM)

- Un SRM es cualquier sistema que limite los movimientos del trabajador para que no pueda caer al vacío inadvertidamente.
- Ventajas
  - ✓ Resistencia de anclaje es de solo 1000 lbs.
  - ✓ NO se requiere de un Plan, ni de Equipos de Rescate



# Jerarquía de SPCC

## ❖ Detención– Sistema Personal de Detención de Caídas (SPDC)

- Evitará que el trabajador choque contra el piso, si se calcula bien la ventana de caída.
- Desventajas
  - ✓ El trabajador cayó y hay que rescatarlo.
  - ✓ Los componentes múltiples requieren ser compatibles: **anclaje** , **conector** y **arnés**
  - ✓ Resistencia Alta de anclaje (5000 lbs).
  - ✓ Requiere de entrenamiento documentado.
  - ✓ Requiere de inspecciones de equipo documentadas.
  - ✓ Requiere de un Plan de Rescate



# Jerarquía de SPCC

## ❖ Detención – Sistema Redes

- Evitará que el trabajador choque contra el piso.
- Desventajas
  - ✓ El trabajador cayó.
  - ✓ Los componentes múltiples requieren ser compatibles: **anclajes, conectores y red.**
  - ✓ Prueba con saco de 400 lbs desde el punto más alto.
  - ✓ Resistencia a ruptura de 5000 lbs
  - ✓ Problemas con escombros
  - ✓ Movimiento frecuente, pues los trabajadores no deben estar jamás a más de 30 ft. de la red.



# Jerarquía de SPCO

## ❖ Controles Administrativos –

### ■ Sistemas de Advertencia

✓ Procura mantener al trabajador alerta del peligro.

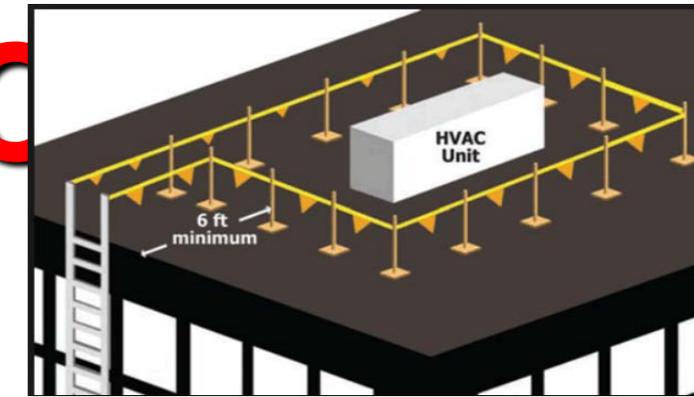
- Monitor(es) Humano(s)
- Línea de Advertencia
- Zonas de Acceso Controlado



### ■ Sistema del Primer Hombre que Sube (First Man Up)

### ■ Desventajas

- ✓ No impedirá la caída del trabajador
- ✓ Requiere que una Persona Calificada certifique que NO hay otra forma viable para proteger a los trabajadores.



# Jerarquía de SPCC

## ❖ 1. Eliminación del TA



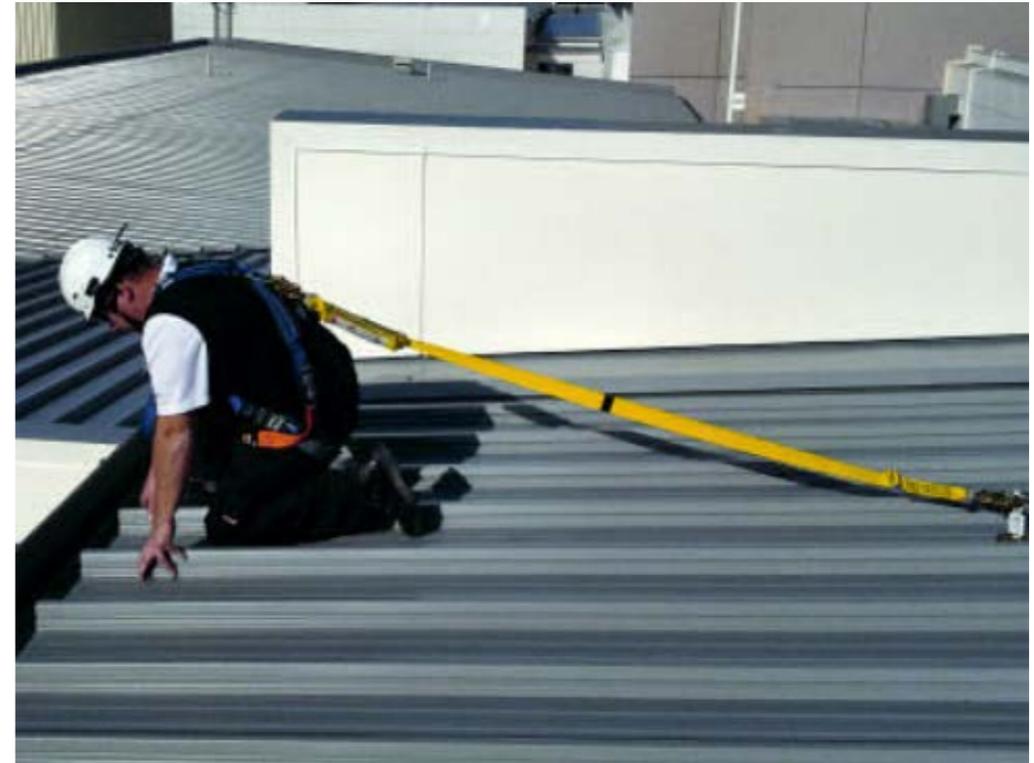
# Jerarquía de SPCC

## ❖ 2. Prevención



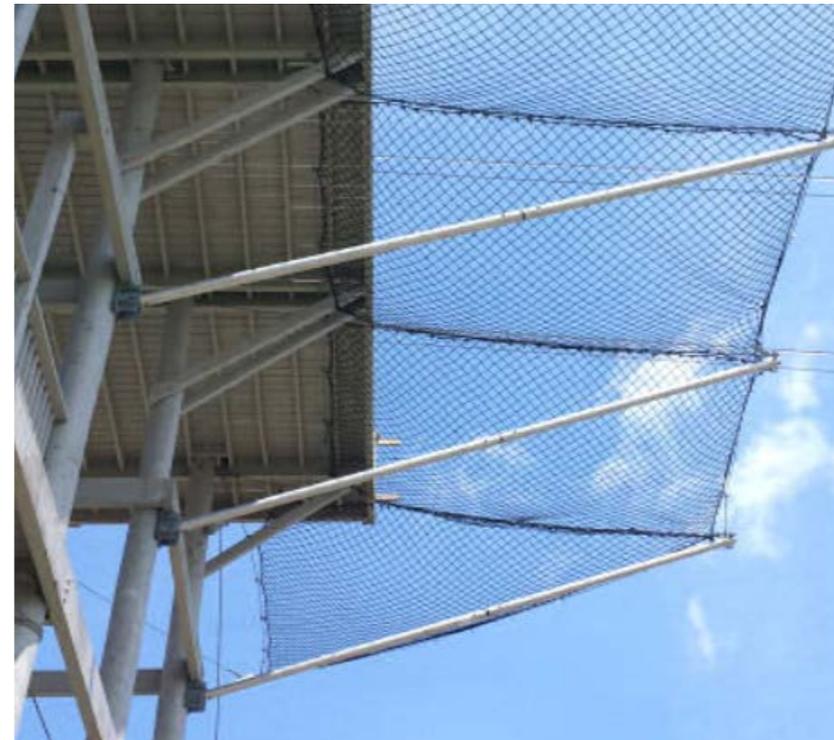
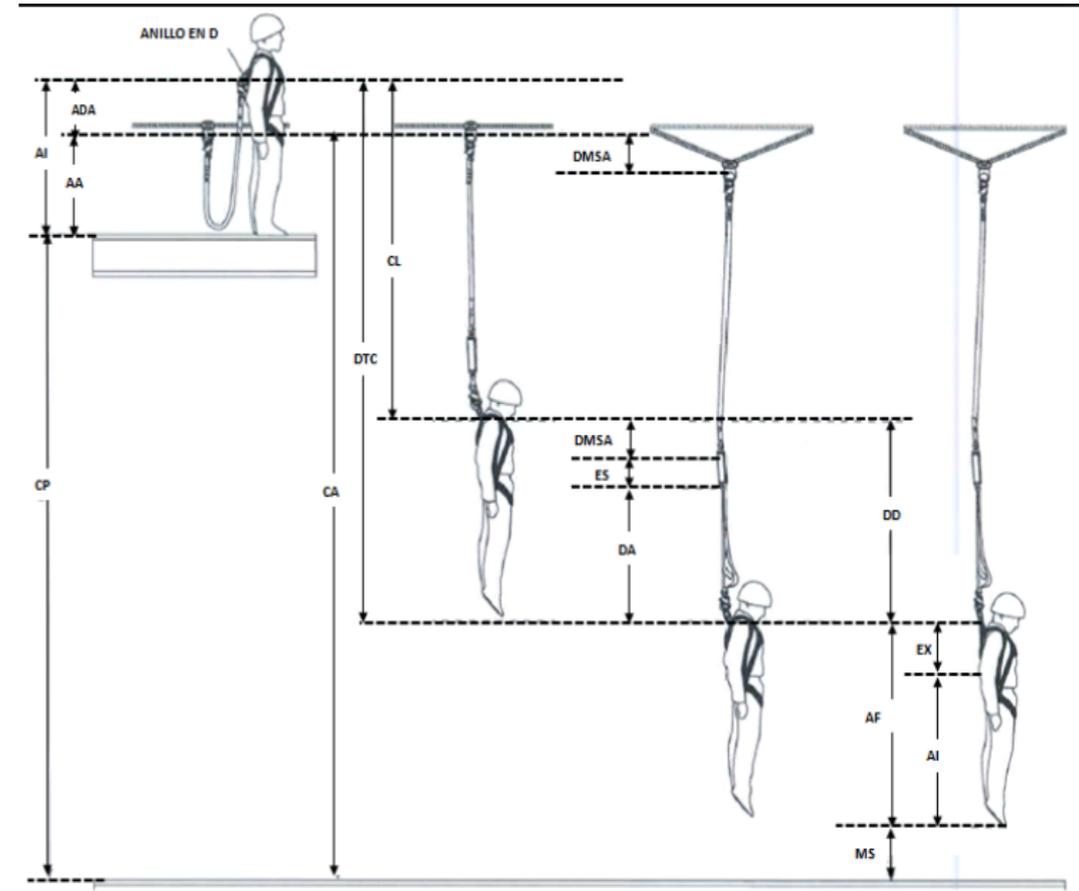
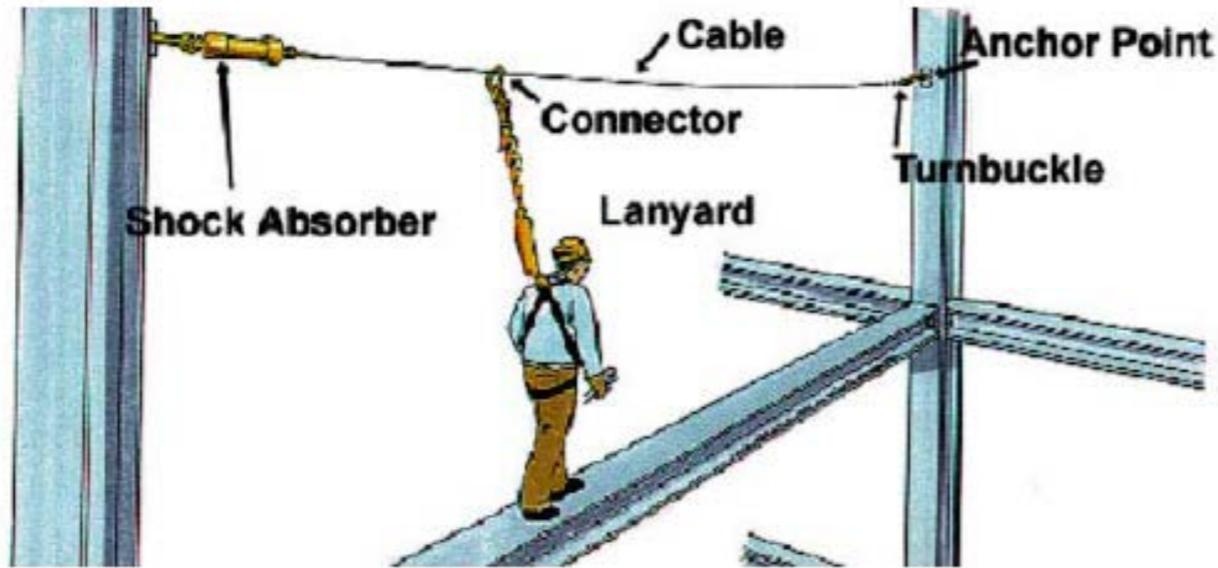
# Jerarquía de SPCC

## ❖ 2. Prevención - Restricción de Movimiento



# Jerarquía de SPCC

## ❖ 3. Detención de Caída



# Jerarquía de SPCC

- ❖ **Errores conceptuales en cuanto a la Jerarquía de SPCC.**
  - Muchas personas creen que se puede simplemente escoger **CUALQUIER** opción de SPCC; ¡esto es **INCORRECTO!**
  - Para proteger adecuadamente a los trabajadores, **Personas Competentes** deben **seleccionar el SPCC más efectivo** que sea viable.
    - ✓ 1 – **Eliminación** debe ser la **Primera** opción.
    - ✓ 2 – **Prevención** debe ser la **Segunda** opción.
    - ✓ 3 – **Detención** debe ser la **Tercera** opción.
    - ✓ 4 – **Advertencia** debe ser la **Última** opción.

# Jerarquía de SPCC

- ❖ **Errores conceptuales en cuanto a la Jerarquía de SPCC.**
  - Demasiados supervisores saltan SPCC más efectivos y seleccionan los sistemas personales de detención de caídas (SPDC - anclaje, líneas salvavidas y arneses) porque piensan que es menos costoso y más rápido; sin embargo están equivocados. Se requiere:
    - ✓ Entrenamiento adecuado para personal autorizado,
    - ✓ Equipos que cumplan con ANSI
    - ✓ Inspecciones de equipos documentadas
    - ✓ Plan de Rescate.
  - Al final, el uso de SPDC es quizás más costoso.

# Sistemas Personales de Detención de Caídas (SPDC)

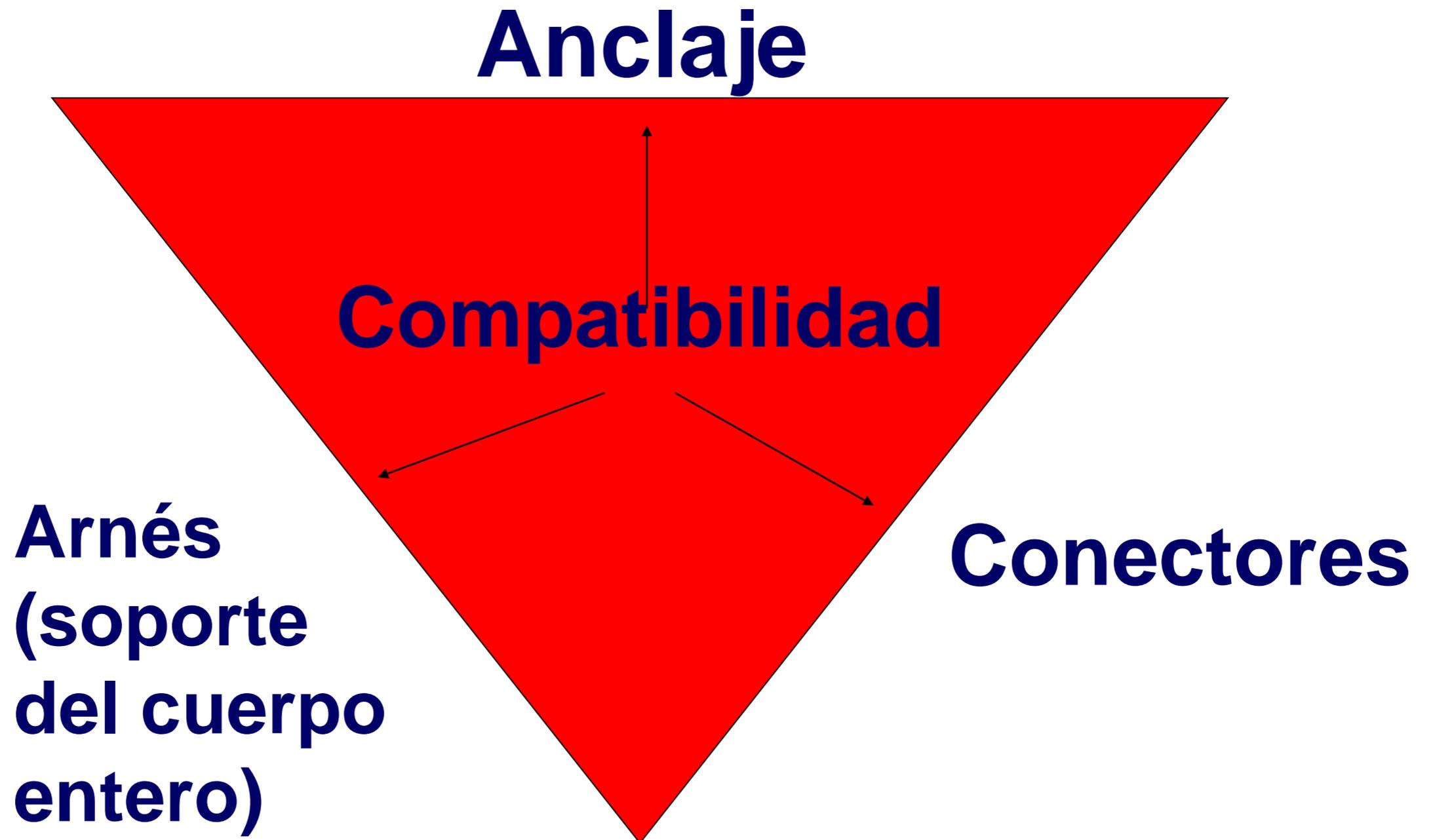
## ❖ Componentes de los SPDC

- Anclaje
- Conector
- Arnés

❖ Todos los componentes requieren ser compatibles.

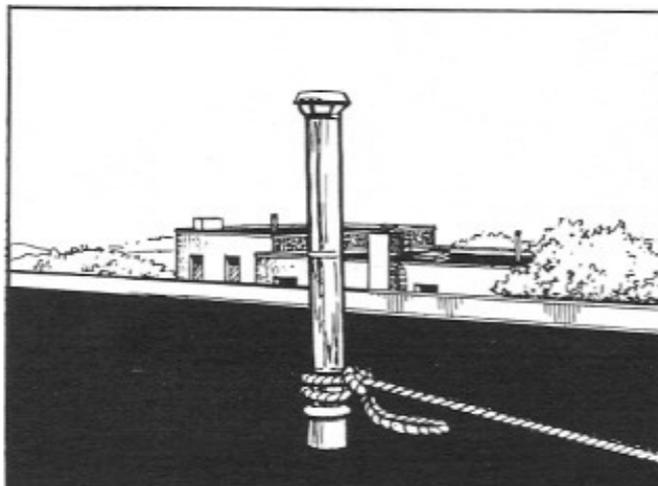


# Triángulo de Compatibilidad



# Asuntos de Compatibilidad (SPDC)

- ❖ Asuntos con Anclajes
  - Superficie de anclaje
  - Aristas vivas
  - Deslizamiento
  - Podrá soportar 5000 lbs.?
  - Conector de anclaje inadecuado



# Asuntos de Compatibilidad (SPDC)

## ❖ Asuntos con conectores

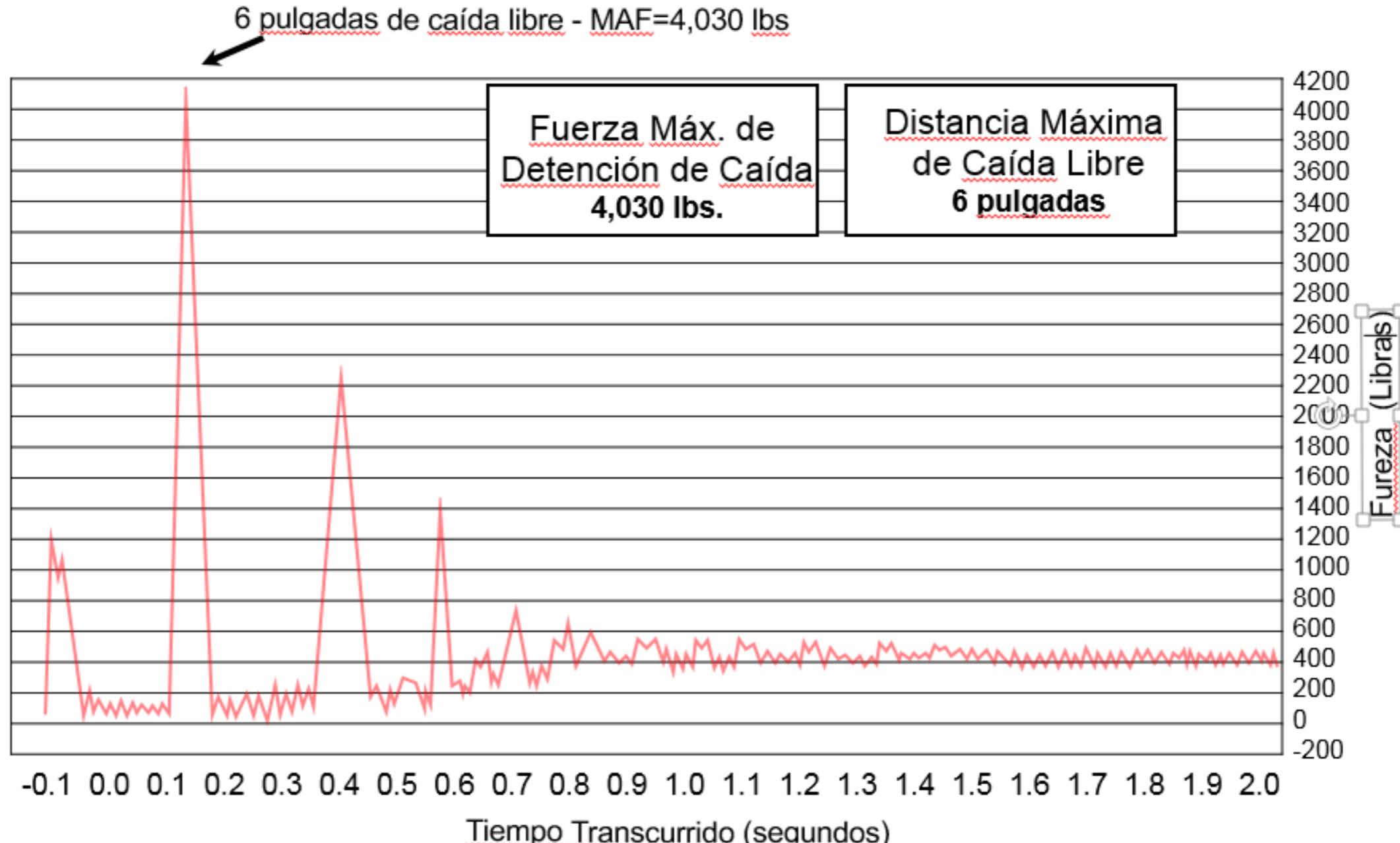
- Carga en compuertas,
- Torcedura de compuertas,
- Conector equivocado
- Línea salvavidas deteriorada
- Amortiguadores desplegados/impactados o parcialmente impactados



# Asuntos de Compatibilidad (SPDC)

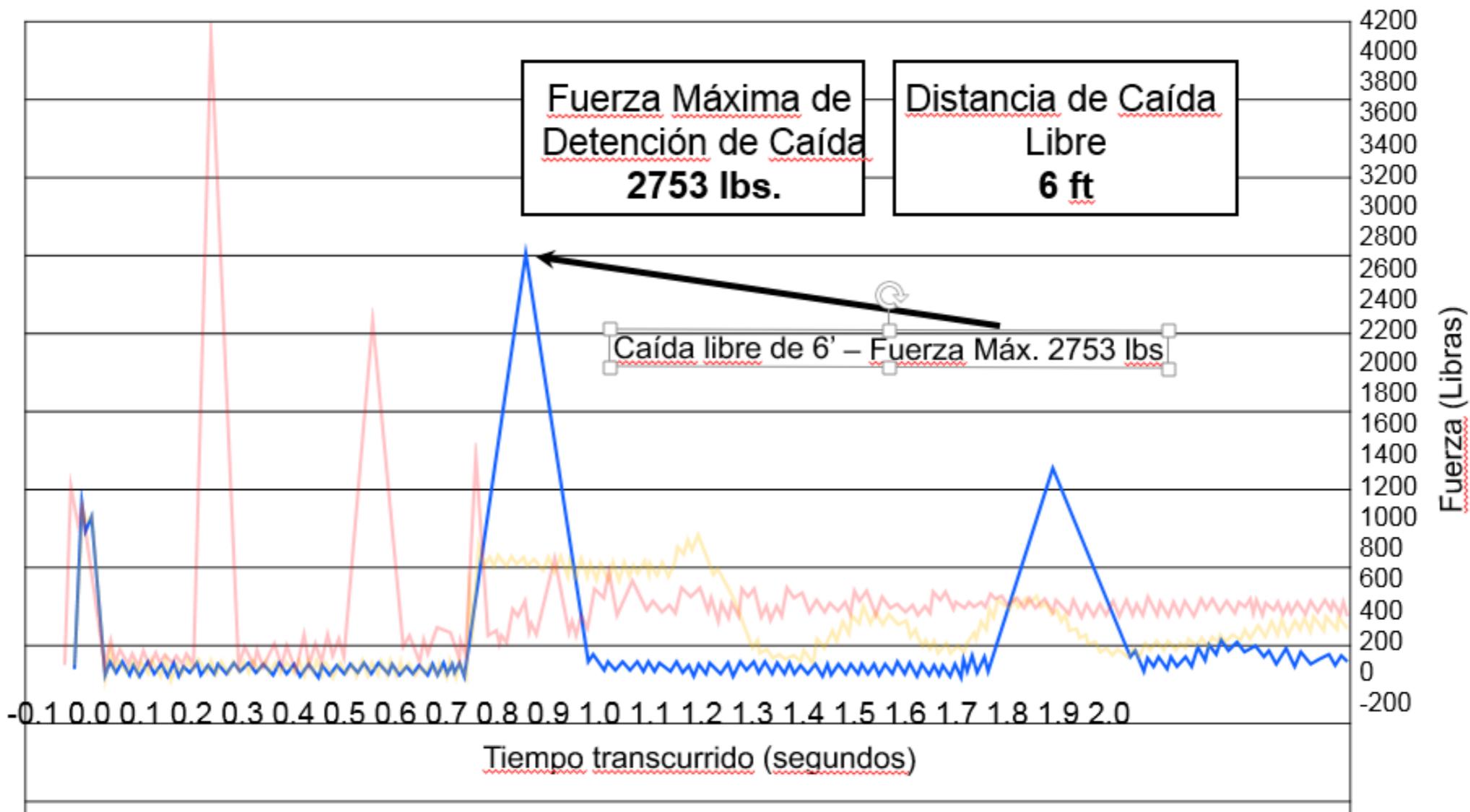
## ❖ Asuntos con conectores

- NO use cables de acero como línea salvavidas.



# Asuntos de Compatibilidad (SPDC)

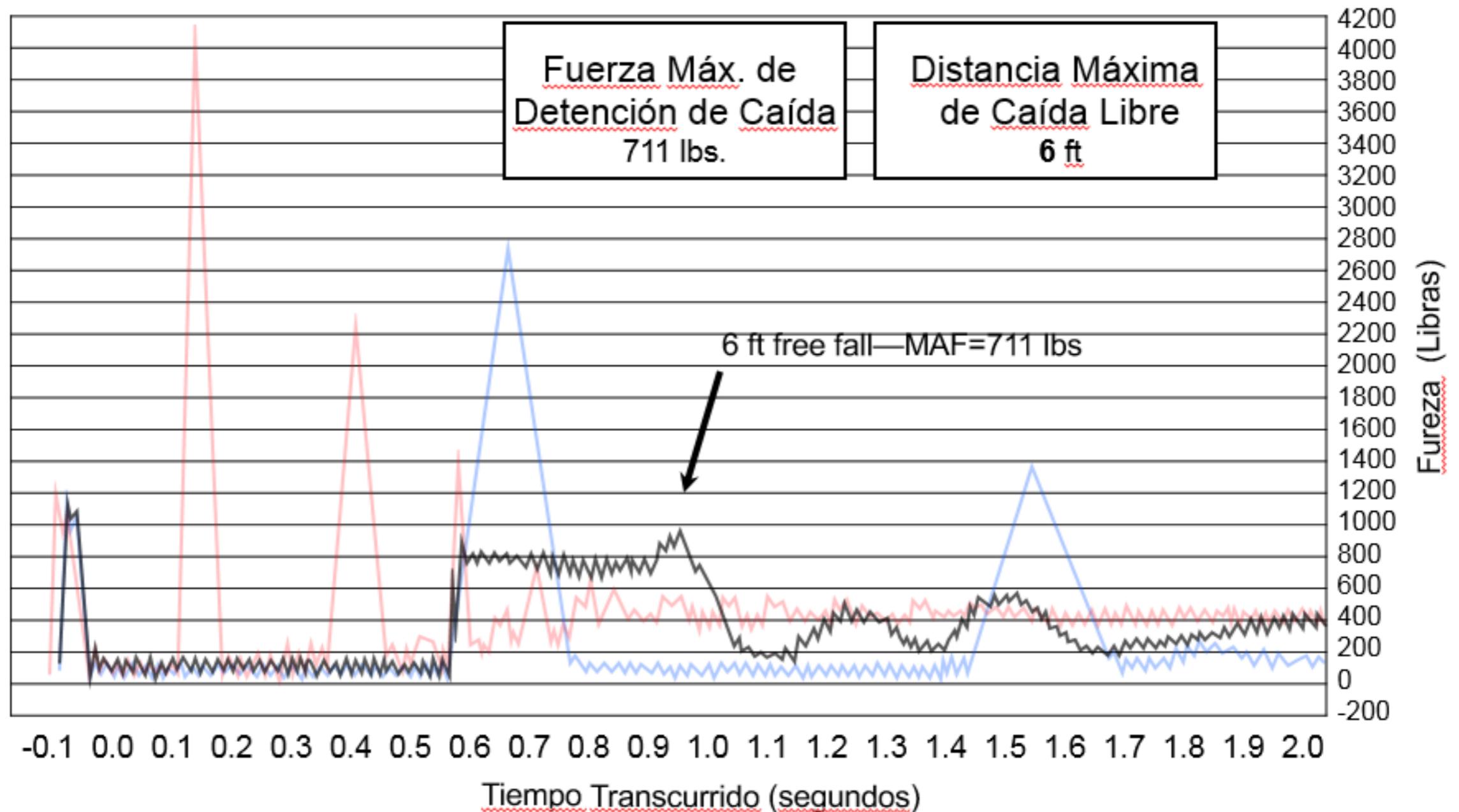
- ❖ Asuntos con conectores
  - NO use líneas salvavidas sin amortiguamiento.



# Asuntos de Compatibilidad (SPDC)

## ❖ Asuntos con conectores

- Use líneas salvavidas con amortiguamiento.



# Asuntos de Compatibilidad (SPDC)

- ❖ Ganchos de acción sencilla vs ganchos de doble acción
  - Los ganchos de doble acción requieren de dos acciones secuenciales para abrirse.
  - Los ganchos de acción sencilla se pueden abrir durante caídas.
  - Es preciso evitar usar ganchos grandes con ojales pequeños para evitar cargar la compuerta.



# Asuntos de Compatibilidad (SPDC)

## ❖ Asuntos con arneses

- Tamaño inadecuado
- Mal puestos
- Arnesees dañados/impactados
- Arnesees sin inspeccionar
- Arnesees deteriorados o mal cuidados
- ✓ Tirados en el vagón de una camioneta o dentro de una caja de herramientas
- ✓ Deterioro químico
- ✓ Quemaduras



Broken Stretched

# Asuntos de Compatibilidad (SPDC)

## ❖ Características de conexiones compatibles

- Conectores de calidad
  - ✓ Ganchos de doble acción
  - ✓ Capacidad de carga de 3600 lbs para las compuertas
  - ✓ Mosquetones auto-cerrantes y con seguro automático
- Anclajes del tamaño adecuado



# Asuntos de Compatibilidad (SPDC)

- ❖ Características de conexiones compatibles
  - Ubicación correcta del conector en relación al anclaje
    - ✓ Gancho asentado debajo del anclaje
    - ✓ Mosquetón alineado a lo largo del eje mayor
    - ✓ Carabiner aligned along major axis
  - Anclaje alineado y flexible.



# ¿Cómo ponerse un arnés?

**1**

1. Sujete el arnés por el anillo "D" posterior. Verificar que las bandas NO estén torcidas ó dañadas.



**2**

2. Coloque el arnés sobre los brazos y hombros.



**3**

3. Sujete las bandas de las piernas y conecte las hebillas. Realice el ajuste en cada pierna y el sobrante de las bandas colóquelo en la presilla plástica.



**4**

4. Coloque la banda de pecho y ajuste las hebillas. Esta banda debe estar a la altura del esternón.



**5**

5. Para ajustar las bandas laterales, jale con uniformidad. Para aflojar, empuje hacia abajo el ajuste. Las correas deben ajustarse a la misma longitud.



**6**

6. El anillo "D" de la espalda debe estar centrado entre los homóplatos. Revise la posición del anillo "D" tomándolo con su mano por arriba de los hombros.



**7**

7. Un arnés con un ajuste correcto, permite realizar movimientos con normalidad.



**SAFETY**

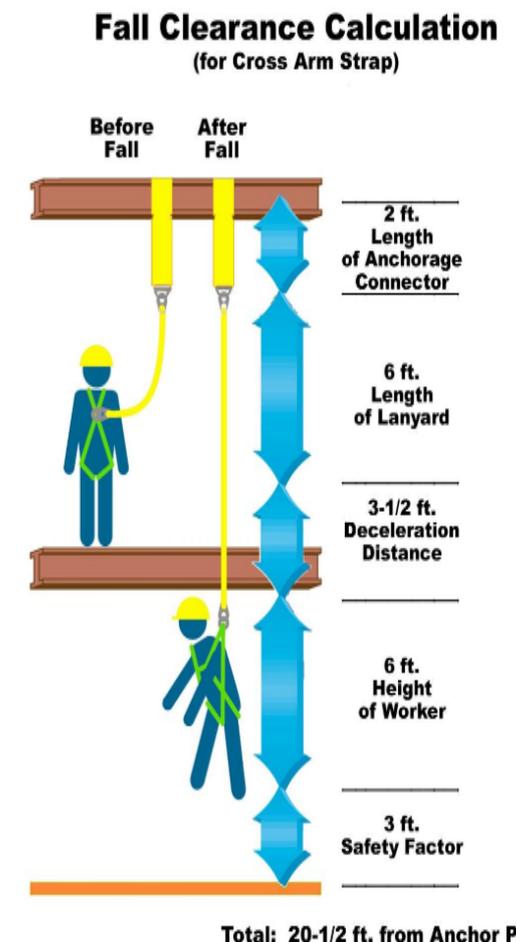
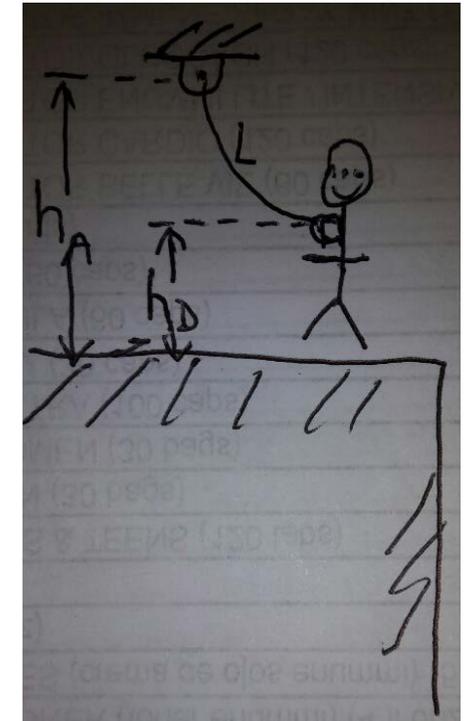
[www.GoldenEagle.com.mx](http://www.GoldenEagle.com.mx)

# Otras Precauciones

- ❖ Características de conexiones compatibles
  - Ubicación correcta del conector en relación al anclaje
    - ✓ Gancho asentado debajo del anclaje
    - ✓ Mosquetón alineado a lo largo del eje mayor
    - ✓ Carabiner aligned along major axis
  - Anclaje alineado y flexible.

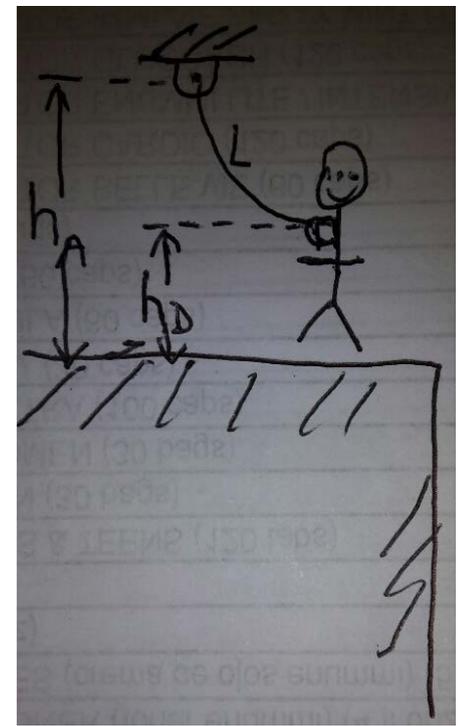
# Otras Precauciones

- ❖ Que la Caída libre ( $C_L$ ) NO exceda 6' (OSHA) y que NO exceda 6'/12' para líneas salvavidas ANSI Z359 6'FF/12'FF (lanyards)
  - Limitar la fuerza transmitida al cuerpo del trabajador a 1800 lbs.
- ❖ Asegurar que NO hayan objetos contundentes o punzo-cortantes cerca del trabajador, si se llegase a caer.
  - La distancia segura se denomina Ventana de Caída ( $V_c$ ).



# Cálculo de la Distancia de Caída Libre

$$C_L = h_D + L - h_A$$

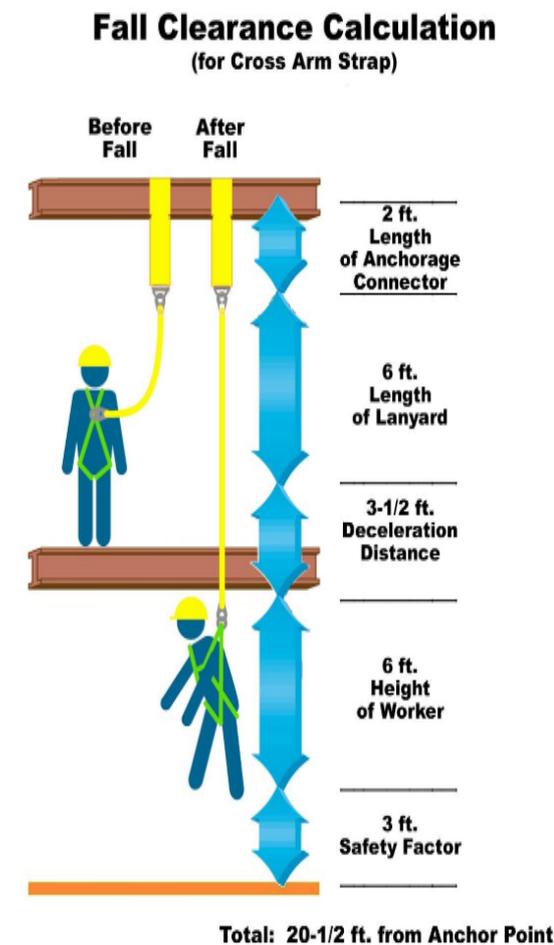


- ❖  $C_L$  = Distancia de Caída libre (FF)
  - No debe exceder 6'/12' según OSHA/ANSI
- ❖  $h_D$  = Altura de la argolla "D"
  - Centrado entre los homoplatos
- ❖  $L$  = Longitud de la línea salvavidas
  - No debe exceder 6' según OSHA/ANSI
- ❖  $h_A$  = Altura del punto de anclaje
  - Mientras más alto mejor

# Cálculo de la Ventana de Caída

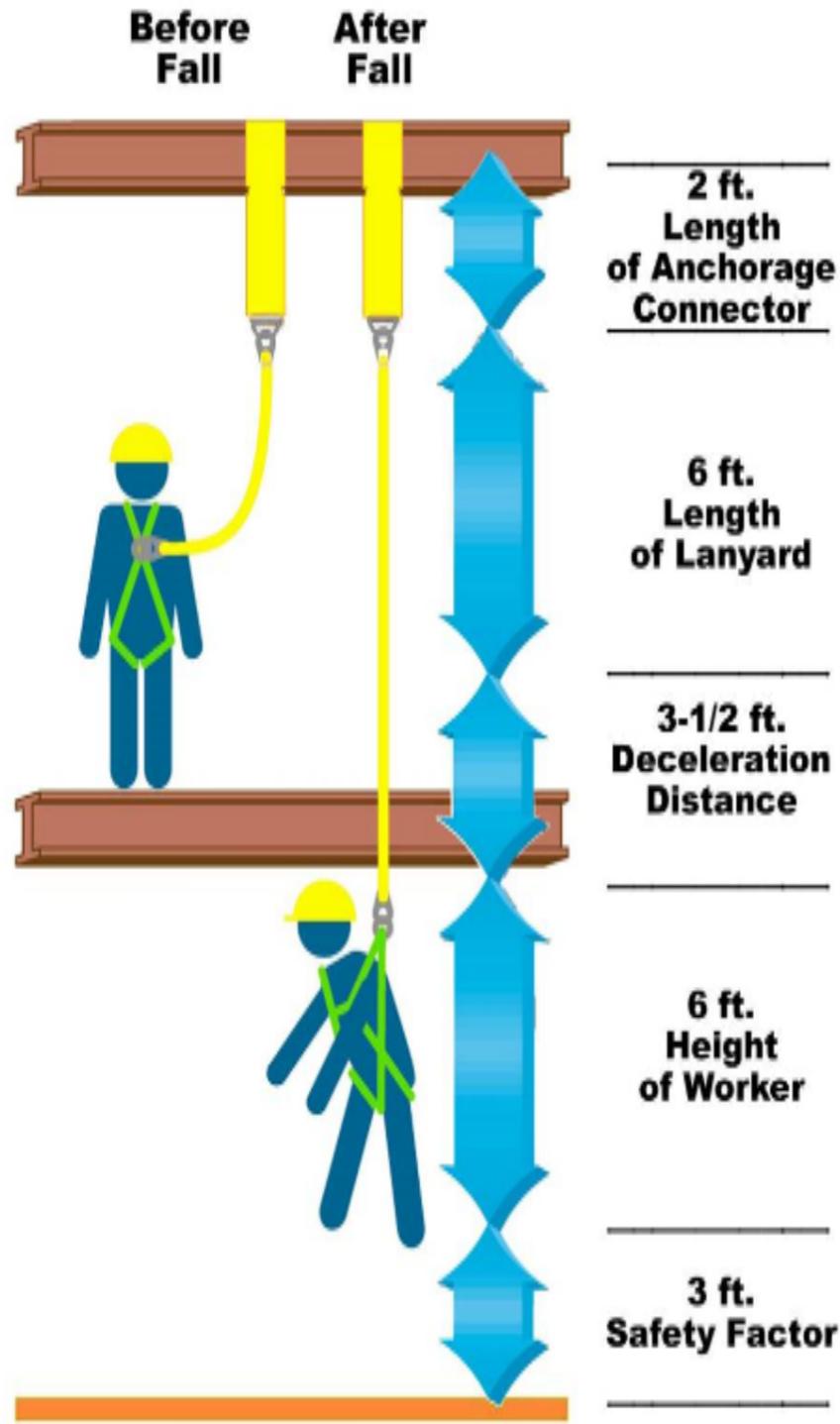
$$V_C = C_L + I_A + d_a + fs$$

- ❖  $V_C$  = Ventana de Caída
- ❖  $C_L$  = Caída libre ( $C_L = h_D + L - h_A$ )
- ❖  $I_A$  = Longitud del amortiguador desplegado
  - 42" (OSHA) y 48" (6'FF)/60" (12'FF) [ANSI]
- ❖  $d_a$  = Desplazamiento del arnés
  - Típicamente 1'
- ❖  $fs$  = Factor de seguridad
  - Típicamente 3'



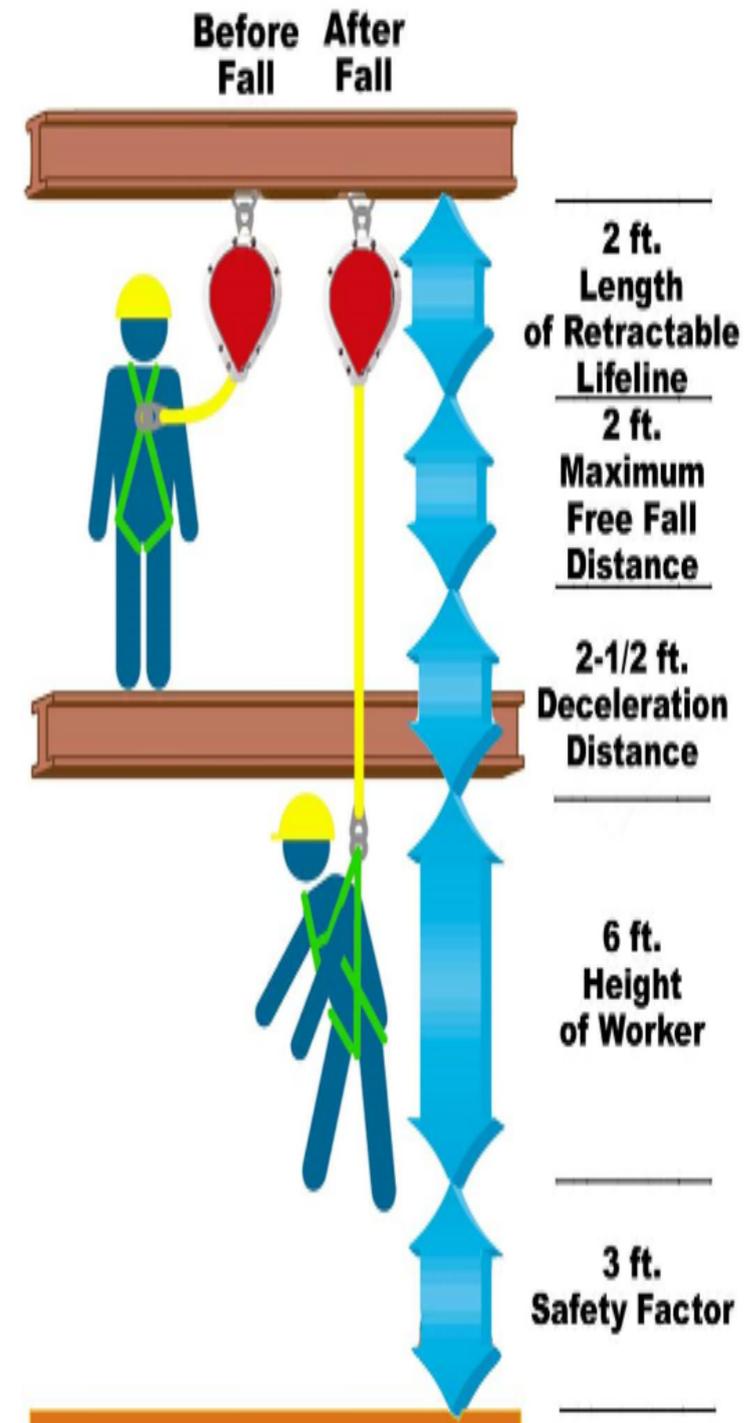
# Cálculo de la Ventana de Caída

## Fall Clearance Calculation (for Cross Arm Strap)



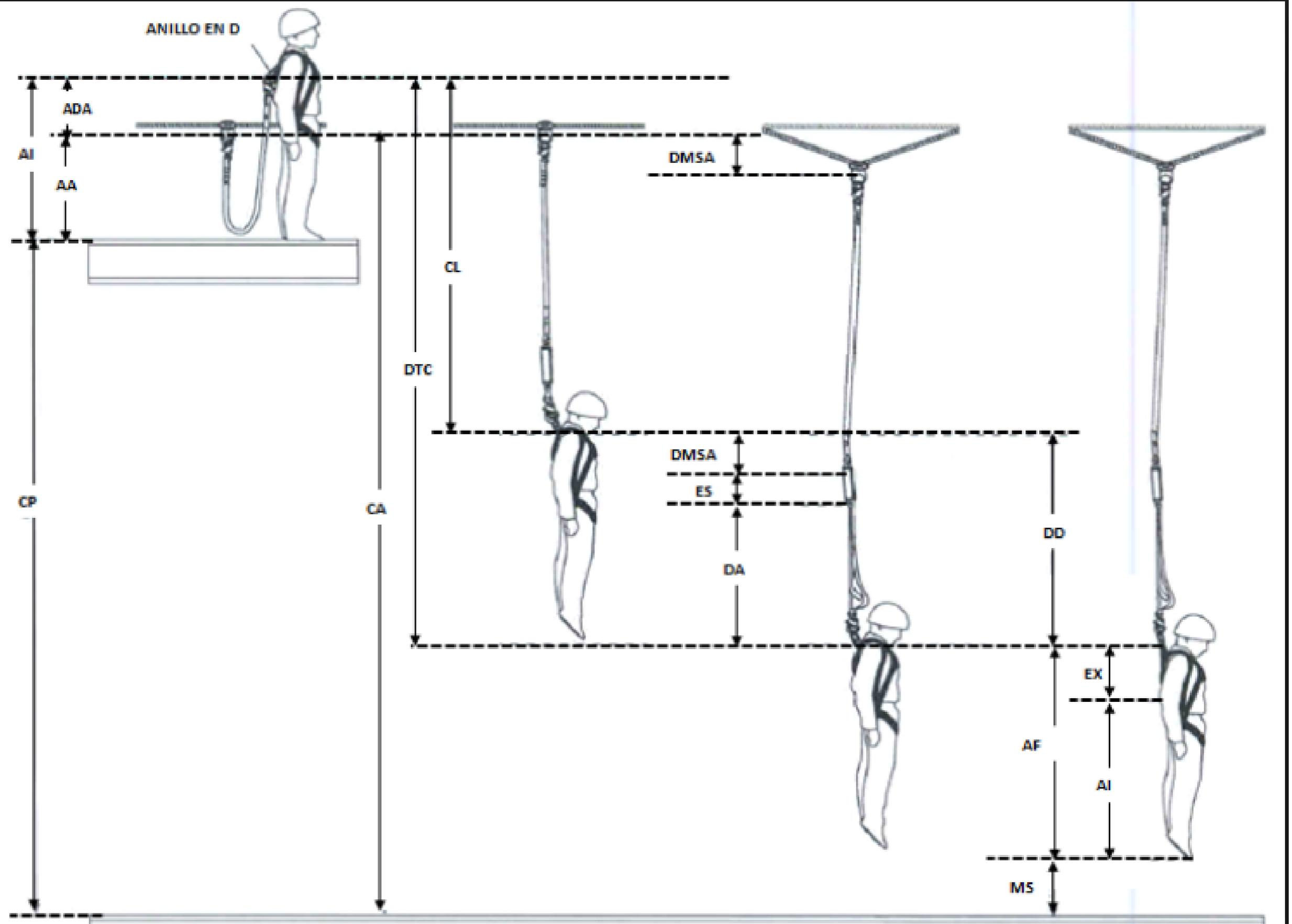
**Total: 20-1/2 ft. from Anchor Point**

## Fall Clearance Calculation (for Retractable Lifeline)



**Total: 15-1/2 ft. from Anchor Point**

# Cálculo de la Ventana de Caída



***¡Gracias!***