



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

L.61

(07/2004)

SERIE L: CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y
PROTECCIÓN DE LOS CABLES Y OTROS
ELEMENTOS DE PLANTA EXTERIOR

**Instalación de cables de fibra óptica mediante la
técnica flotante**

Recomendación UIT-T L.61

Recomendación UIT-T L.61

Instalación de cables de fibra óptica mediante la técnica flotante

Resumen

En esta Recomendación se describe la técnica flotante para la instalación de cables de fibra óptica en conductos.

La técnica flotante que se describe en esta Recomendación se realiza siempre con agua.

Se proporcionan indicaciones sobre los equipos que han de utilizarse, consejos sobre las acciones que se han de realizar y sobre los procedimientos y las precauciones que hay que adoptar durante la instalación del cable.

Orígenes

La Recomendación UIT-T L.61 fue aprobada el 29 de julio de 2004 por la Comisión de Estudio 6 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

Palabras clave

Bomba de agua, compresor de aire, conducto, presión de gradiente, técnica flotante.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2005

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
2.1 Referencias normativas	1
2.2 Referencias informativas	1
3 Definiciones.....	1
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos.....	2
5 Introducción.....	2
6 Requisitos de la técnica flotante	2
7 Infraestructuras	3
7.1 Conductos	3
7.2 Cable.....	3
8 Equipo y requisitos de la técnica flotante.....	4
8.1 Bomba de agua	4
8.2 Tanque de agua.....	5
8.3 Dispositivo de empuje del cable (oruga).....	5
8.4 Control de velocidad del cable	5
9 Fases preliminares	5
10 Aspectos de la instalación.....	6
10.1 Configuración del conducto	6
10.2 Características del cable	6
11 Instalación del cable	6
Anexo A – Teoría.....	8
Apéndice I – Experiencia de Italia.....	9
I.2 Bibliografía.....	10

Recomendación UIT-T L.61

Instalación de cables de fibra óptica mediante la técnica flotante

1 Alcance

La presente Recomendación:

- da una descripción general de las máquinas y operaciones necesarias para instalar cables de fibra óptica como se define en la Rec. UIT-T L.10 dentro de conductos o galerías utilizando la técnica flotante;
- indica la infraestructura, equipo flotante y condiciones necesarias para la utilización de dicha técnica;
- aconseja sobre las acciones preliminares que han de realizarse;
- aconseja sobre los procedimientos y precauciones que hay que tener en cuenta durante la instalación del cable.

2 Referencias

2.1 Referencias normativas

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- Recomendación UIT-T L.1 (1988), *Construcción, instalación y protección de los cables de telecomunicación en redes públicas*.
- Recomendación UIT-T L.10 (2002), *Cables de fibra óptica para aplicaciones en conductos y en galerías*.
- Recomendación UIT-T L.35 (1998), *Instalación de cables de fibra óptica en la red de acceso*.
- Recomendación UIT-T L.57 (2003), *Instalación de cables de fibra óptica con aire a presión*.

2.2 Referencias informativas

- Manual del UIT-T, *Construcción, instalación, empalme y protección de cables de fibra óptica*.
- ISO 7611:1985, *Gas chromatographic method on capillary columns*.

3 Definiciones

Ninguna.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

Esta Recomendación utiliza las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

EKE	Polietileno – hilo de aramida – polietileno (<i>polyethylene – aramidic yarn – polyethylene</i>)
EVE	Polietileno – fibra de vidrio – polietileno (<i>polyethylene – fibre glass yarn – polyethylene</i>)
HDPE	Polietileno de alta densidad (<i>high density polyethylene</i>)
NPx	Presión nominal de x bar (<i>x bar value of nominal pressure</i>)

5 Introducción

La técnica flotante se basa en forzar con una bomba a lo largo de la ruta del cable un flujo de agua corriente adecuado. El agua en movimiento ejerce en el cable una acción distribuida que lo empuja hacia adelante a una velocidad de entre 30 y 40 m/minuto.

No se aplica tensión en el extremo del cable, por lo que está absolutamente libre (no se le atan ni cuerdas ni otros dispositivos).

Además, el empuje del agua minimiza la fricción entre el cable y el conducto durante el proceso de instalación.

Dado que con esta técnica la fuerza aplicada sobre 1 metro de cable se acerca a los 0,10-0,15 N kg, la fuerza resultante aplicada en el cable es inferior a la que se aplica cuando se utilizan técnicas de tracción, reduciéndose así los peligros durante el tendido.

Por otro lado, la velocidad del fluido es tal que ejerce, en cada elemento del cable, una fuerza superior a la indicada anteriormente, por lo que las irregularidades de la ruta del cable afectan significativamente menos con esta técnica en comparación con la técnica de tracción. Una velocidad de fluido de 1 m/s es la más aconsejable para cables ópticos pesados (del orden de 300 kg/km).

Además, dado que la densidad del agua es superior a la del aire, para un determinado tipo de cable (peso y diámetro) es necesaria una menor presión de agua con respecto a las técnicas de aire a presión, lo que permite introducir cables en conductos diseñados para soportar una presión efectiva (NP) de 6 bar (por ejemplo, conductos HDPE NP6), para los que no resulta adecuado utilizar la técnica del aire a presión.

Los cables se instalan prácticamente sin esfuerzo, por lo que éste queda relajado en el conducto tras terminar la instalación.

Por último, el agua corriente no incrementa significativamente la temperatura del conducto, lo que supone otra ventaja con respecto a los sistemas que utilizan gas en el tendido.

6 Requisitos de la técnica flotante

La elección de la técnica flotante depende principalmente de:

- el tipo de cable (diámetro, peso, rigidez);
- el diámetro del conducto y las características del conducto con respecto a la presión;
- disponibilidad de agua;
- características de los empalmes del conducto con respecto a la presión interna;
- forma de la ruta (número de curvas, ubicación de las curvas, gradiente).

La longitud máxima del cable instalado, así como la velocidad de instalación, dependerán de los factores mencionados, y del equipo que se utiliza de acuerdo con la teoría que se muestra en el anexo A.

Para una ruta en pendiente hacia arriba deberá tenerse en cuenta el peso del agua que empuja el cable ladera arriba. Se recomienda incrementar la presión del agua de aproximadamente 1 bar por cada desnivel de 10 m.

Si la caída es importante, la presión del agua o su incremento pueden ser incompatible con la presión máxima que se utilizará en el conducto y los empalmes. En este caso, es conveniente proceder al tendido ladera abajo utilizando una cantidad limitada de agua para mantenerse en la gama permitida.

7 Infraestructuras

7.1 Conductos

El material de que estén hechos los conductos, así como su grosor, y los conectores impermeables entre ellos deberán adaptarse a la presión de agua utilizada. Se recomienda un valor de referencia de ≥ 6 bar.

Para evitar cualquier fricción imprevisible entre el conducto y la cobertura del cable es importante garantizar que el conducto esté en perfectas condiciones (deberá mantener su forma circular durante la instalación) y lo más limpio y despejado posible.

El diámetro máximo del conducto depende del tipo de máquina utilizada. En conductos HDPE con un diámetro exterior de $40 \div 50$ mm se han podido instalar hasta 6000 m de cable.

NOTA – Pueden utilizarse conductos HDPE con una presión efectiva inferior a 6 grados de NP, pero esta situación ha de analizarse teniendo en cuenta la aplicación real sobre el terreno (longitud de la ruta, tipo del cable, tendido de la ruta, diámetro interno del conducto, características del conducto con respecto a la presión).

7.2 Cable

La longitud de cable máxima que se puede instalar está determinada por la rigidez del cable. Un cable muy flexible (con un radio de curvatura mínimo durante la instalación inferior a 300 mm) puede instalarse con esta técnica sin resistencia, aunque haya en la ruta curvas superiores a dicho valor. Un cable rígido puede encontrar una resistencia durante el tendido en el conducto si dos curvas consecutivas no están lo suficientemente separadas (por ejemplo, 50 m).

Por consiguiente, la fricción entre la cobertura del cable y la superficie interna del conducto puede ser otro parámetro importante en el caso de estructuras de cable rígido. Este parámetro será lo más bajo posible; un valor típico de coeficiente de fricción dinámica es 0,1.

Además, de acuerdo con la ecuación A.2 cuanto más ligero sea el cable más longitud podrá instalarse con esta técnica, aunque no hay relación lineal entre el peso del cable y la longitud flotante.

Para limitar las fuerzas de fricción entre el cable y el conducto, se recomienda evitar dos o más curvas de 90° consecutivas que estén distanciadas por menos de 20 m, o la rigidez del cable puede provocar una fricción excesiva en dichas curvas.

Para minimizar el efecto de la fricción, el diámetro del cable no superará el 50% del diámetro interior del conducto.

En el cuadro 1 se muestran las relaciones entre el peso de los cables, el tipo de conductos y la longitud máxima de cable instalable en una ruta lineal.

Cuadro 1/L.61 – Longitud de cable máxima relativa a los tipos de cable y de conductos

Peso del cable (kg/km)	Tipo de conducto (HDPE de 50 mm de diámetro exterior)	Longitud flotante máxima (m)
100	NP6	4000
100	NP10	6000
200	NP6	3000
200	NP10	4000
300	NP6	2000
300	NP10	3000

8 Equipo y requisitos de la técnica flotante

Las partes más importantes del sistema son:

- bomba de agua;
- tanque de agua;
- dispositivo de empuje del cable (oruga);
- dispositivo de acoplamiento agua/cable.

Se instalará un sistema de comunicaciones (generalmente un radioenlace o un teléfono móvil) para las comunicaciones entre los extremos de la ruta de cable.

En la figura 1 se muestra el ensamblaje de las partes de la máquina flotante.

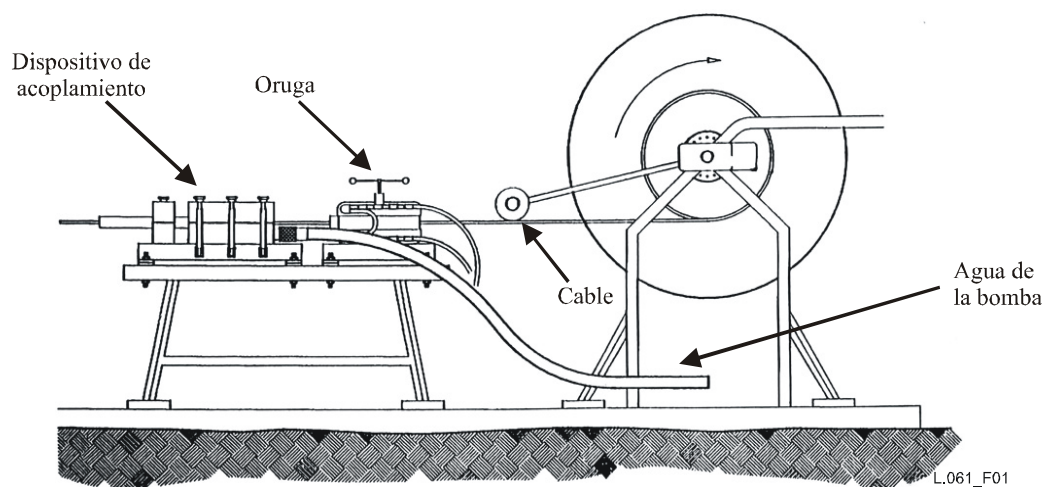


Figura 1/L.61 – Ensamblaje general de la máquina flotante

8.1 Bomba de agua

Se trata de una estación motriz montada en un camión que se utiliza para generar un flujo de agua de alta presión dentro del conducto.

La bomba genera un flujo de agua que empuja el cable por el conducto.

Gracias a la ecuación A.4 es posible calcular la correlación entre la velocidad del agua y su presión.

La presión máxima que se aplicará dependerá de las características del conducto (véase ISO 7611).

Los valores de presión práctica se sitúan en la gama de $4 \div 10$ bar. La presión que se utilizará deberá ser conforme con las características del conducto (véase 7.1).

8.2 Tanque de agua

La capacidad del tanque deberá ser tal que pueda proporcionar suficiente agua para la longitud máxima de cable que se instalará teniendo en cuenta:

- el diámetro interior del conducto;
- la longitud del conducto;
- el diámetro del cable;
- la velocidad de instalación del cable;
- la velocidad del fluido.

Por ejemplo, en una instalación de 6000 m, serán necesarios unos 6000 litros de agua para llenar el conducto antes de comenzar la instalación y otros 2000 litros para el tendido.

Se necesita un camión con un tanque de agua de cerca de 8000 litros conectado al controlador de la maquinaria y a la bobina de cable. Se utilizará un segundo tanque para recuperar el agua en el extremo de salida del conductor.

De acuerdo con las normas locales, el agua dentro del conducto se recuperará al final de la instalación del cable (es decir, mediante un compresor de aire).

8.3 Dispositivo de empuje del cable (oruga)

El flujo de agua y el cable se unirán en una "recámara de flujo" para ejercer en el cable la fuerza de propulsión.

El sistema de sala de flujo se utilizará para acoplar el cable y el fluido a alta presión en el conducto. Este sistema se ubica en el extremo de entrada del tendido de cable lo más cerca posible del primer registro del conducto.

Se utilizará una oruga para comenzar la instalación del cable y regular la velocidad, ya que la velocidad de instalación del cable, originada por la fuerza motriz del flujo de agua, suele ser demasiado alta. La oruga tiene la capacidad de detener el tendido del cable y recomenzar o incluso invertir el procedimiento.

En la figura I.1 se muestra un ejemplo de mecanismo de acoplamiento entre un flujo de agua y un cable.

8.4 Control de velocidad del cable

La velocidad del cable se controlará gracias a un dispositivo mecánico (oruga) que aplica una fuerza sobre el cable y lo empuja dentro del conducto a una velocidad controlada. En la figura I.2 se muestra un ejemplo de oruga.

Este dispositivo deberá estar motorizado, y disponer de un dispositivo de arranque-parada manual y automático.

También se utilizará un motor de velocidad variable para igualar la velocidad de la bobina del cable con la velocidad de tendido requerida (la velocidad de tendido recomendada es de 40 m/minuto).

9 Fases preliminares

Cuando se realicen instalaciones utilizando la técnica flotante se adoptarán todas las precauciones requeridas con otras técnicas de instalación, como el tratamiento de bobinas, cables, personal de seguridad, almacenamiento de cables en los puntos de empalme, etc.

Para conseguir una adaptación óptima entre la máquina y la ruta del cable, deberá determinarse cuál es la mejor ubicación para la máquina flotante. Por ejemplo, para minimizar la fricción causada por la cercanía de curvas en un extremo de la ruta, puede resultar adecuado comenzar la instalación del cable desde el otro extremo. También deberá tenerse en cuenta la presencia a lo largo de la ruta de gradientes gravitacionales favorables. En algunos casos, la presión de gradiente puede ser demasiado extrema para el conducto.

10 Aspectos de la instalación

10.1 Configuración del conducto

El conducto estará conectado con todos los registros/cajas de registro gracias a un conducto y a conectores impermeables con el grado de NP adecuado. Se recomienda instalar un trozo de conducto en la pared y dejarlo para uso futuro; en caso contrario habría que eliminarlo después del tendido.

La presión máxima que puede soportar el conducto durante cortos periodos no superará el triple del grado NP del conducto HDPE (véase ISO 7611). Evidentemente, los empalmes del conducto también deberán soportar dicha presión máxima.

El conducto se controlará y verificará gracias a un sistema capaz de realizar la prueba "pasa/no pasa" en el diámetro interno real del conducto mismo. Pueden utilizarse diversos métodos. El más ampliamente utilizado consiste en introducir en el conducto un pistón o bola del diámetro adecuado (aproximadamente el 80% del diámetro nominal del interior del conducto).

En el caso de rutas largas con muchas curvas, se recomienda introducir en el conducto un lubricante adecuado antes de instalar el cable.

10.2 Características del cable

Antes de tender el cable, se probará el flujo de agua para controlar la continuidad del conducto y la posibilidad de aplicar la técnica flotante. El agua llenará completamente el conducto eliminando cualquier bolsa de aire.

El cable, cerrado en su extremo con una cobertura termosellada se insertará en el conducto sin ejercerse una fuerza de tracción gracias a un gran volumen de agua corriente al que se habrá acoplado en la recámara de flujo.

Al atravesar el conducto, el agua ejerce un empuje en la cobertura del cable causada por la fricción entre las partículas de agua y la cobertura del cable.

Para alcanzar los mejores resultados con la técnica flotante, el compresor tendrá una capacidad adecuada al tamaño del conducto y a su longitud (por ejemplo, para llenar un conducto de 4000 m con un diámetro interno de 43 mm, de conformidad con el cuadro 1, será necesario contar con 5800 litros de agua).

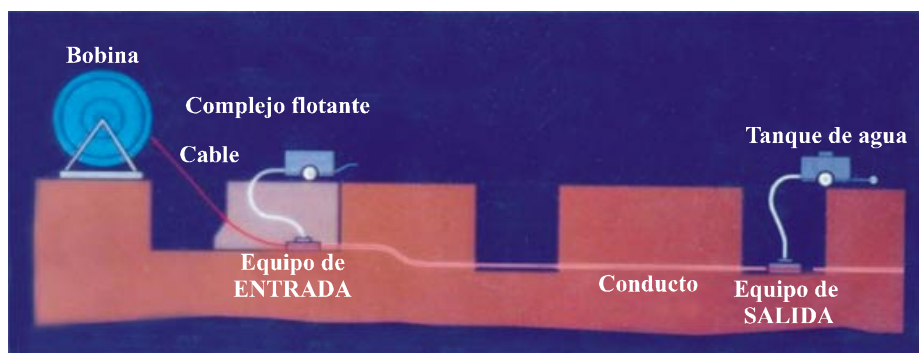
11 Instalación del cable

Ha de tenerse en cuenta que, al menos, son necesarias cuatro personas para instalar el cable: una de ellas se ocupa de la bobina del cable y la máquina flotante; otra inserta y controla el cable en la recámara de flujo, otra se sitúa en el punto de recepción del cable y la última gestiona todas las operaciones (véase la figura 2).

Una vez adoptadas todas las precauciones descritas en los párrafos anteriores y ubicadas las máquinas flotantes adecuadamente, se recomienda:

- Preparar el conducto para adaptar la técnica al conducto.

- Verificar que el agua llega al extremo distante de la ruta llenando la sección extrema del conducto.
- Adaptar los elementos de empuje del cabestrante de la máquina flotante al diámetro del cable.
- Introducir el cable en los elementos de empuje del cable de la máquina (oruga).
- Introducir el cable en la cámara flotante.
- Introducir el cable en el conducto.
- Conectar los elementos de empuje del cable de la máquina al cable.
- Conectar el conducto al dispositivo de empuje con un conector. Garantizar que se utiliza el conector adecuado para evitar pérdidas de agua durante el proceso.
- Encender la máquina. El flujo de agua generado por el compresor empezará a empujar el cable dentro del conducto.
- En el extremo distante del conducto se recibirá el cable. Se protegerá y almacenará como de costumbre una sección de cable para realizar los empalmes necesarios.
- Instalar una primera sección del cable en una dirección, cuando los cables se instalan a partir de un punto intermedio. Una vez terminado, eliminar la parte restante del cable del tambor y dejarla en el suelo en forma de ocho. Ha de tenerse especial cuidado en evitar que durante esta fase el cable se ensucie. A continuación, situar la máquina flotante de manera que se permita la instalación en la dirección opuesta y proceder de igual manera.
- Siempre que sea necesario, el cable podrá instalarse a partir de un punto intermedio de la ruta.
- En ubicaciones difíciles, el camión que contenga la maquinaria flotante se conectará al registro más cercano al punto de inicio mediante una sección del conducto correspondiente.



L.061_F02

Figura 2/L.61 – Esquema de disposición

Anexo A

Teoría

La velocidad del flujo de agua necesaria para mover el cable a través de un conducto depende de las características mecánicas y físicas del conducto y del cable.

El empuje vertical (F_q) que ejerce el agua en un cable sumergido es:

$$F_q = \gamma \cdot \pi \cdot (d/2)^2 \cdot l \cdot g \quad [\text{N}] \quad (\text{A.1})$$

donde:

d = diámetro del cable (m)

γ = densidad del agua (kg/m^3)

l = longitud del cable (m)

g = aceleración gravitacional = $9,8 \text{ m/s}^2$

La fuerza de tracción elemental para mover el cable es:

$$F_t = \mu \cdot [(p \cdot l \cdot g) - F_q] \quad [\text{N}] \quad (\text{A.2})$$

donde:

μ = coeficiente de fricción residual entre la cobertura del cable y el conducto

p = masa del cable por unidad de longitud (kg/m)

Esta fórmula muestra cómo el agua es más eficaz que un gas en tanto que fluido de tendido ya que: F_q del agua \gg F_q del gas.

El empuje horizontal que ejerce el agua sobre el cable es:

$$F_s = Q \cdot (v - c) = S \cdot \gamma \cdot v \cdot (v - c) \quad [\text{N}] \quad (\text{A.3})$$

donde:

Q = velocidad de flujo (kg/s)

v = velocidad del agua (m/s)

c = velocidad de tendido (m/s)

S = área efectiva (sección del conducto menos la sección del cable), (m^2).

El cable flota cuando: $F_s = F_t$

$$\mu \cdot [(p \cdot l \cdot g) - F_q] = S \cdot \gamma \cdot v \cdot (v - c) \quad (\text{A.4})$$

gracias a la ecuación A.4 es posible conocer el valor de v **min** que permite la flotación del cable.

Por ejemplo, utilizando:

$\mu = 0,1$

diámetro interno del conducto = 50 mm

diámetro del cable = 20 mm

$c = 0,5 \text{ m/s}$

$p = 0,200 \text{ kg/m}$

se obtiene la velocidad mínima efectiva del agua:

$$v \text{ min} = 0,61 \text{ m/s}$$

El sistema flotante debe poder generar un flujo de agua con una velocidad superior a v **min**.

Asumiendo que v **min** = $0,61 \text{ m/s}$ en la ecuación A.4 se obtiene que: $F_s = 0,11 \text{ N}$.

Apéndice I

Experiencia de Italia

I.1 A finales de 2003 en Italia se habían instalado cerca de 6000 km de cables utilizando la técnica flotante.

Las características más importantes de estas instalaciones son:

- Tipo de conducto: conducto HDPE de 50 mm de diámetro externo de grado NP6 o NP10.
- Tipo de cable: diámetro: $12 \div 20$ mm; radio de curvatura mínimo de instalación: 20 veces el diámetro; peso: $0,1 \div 0,2$ kg/m. Estructuras de protección: EKE, EVE, etc.
- Longitud flotante (sin el procedimiento de ocho): 4000 m de cable.
- Presión constante aplicada: < 6 bar para NP6 y < 10 bar para NP10.
- Presión a corto plazo aplicada: 10 bar para NP6.
- Presión máxima de la bomba: $\gg 10$ bar para tener la posibilidad de aplicar una presión efectiva máxima de 10 bar al principio del conducto.
- Maquinaria y dispositivos flotantes.

En las figuras I.1, I.2 y I.3 se muestran los mecanismos de acoplamiento, dispositivos y sistemas de flotación más importantes, respectivamente.

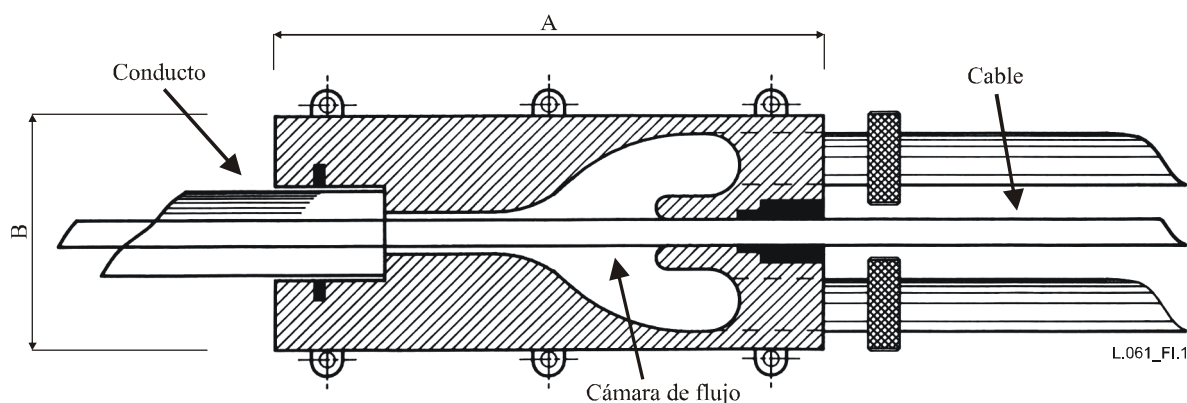


Figura I.1/L.61 – Mecanismo de acoplamiento entre el flujo de agua y el cable

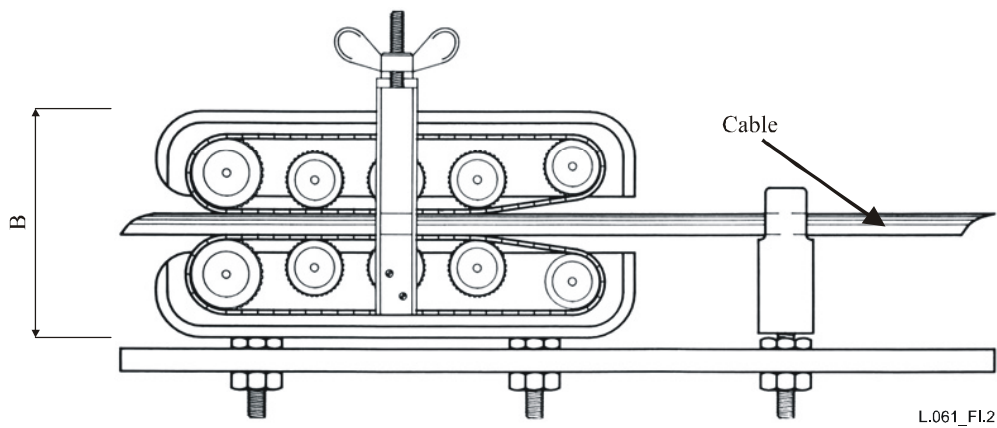


Figura I.2/L.61 – Oruga que aplica la fuerza en el cable y lo empuja dentro del conducto



Figura I.3/L.61 – Sistema flotante en el extremo de inicio

I.2 Bibliografía

El proceso de instalación se ha realizado de acuerdo con las directrices de CIS, "Procedimento de apparecchiatura per la posa di cavi entro tubi a mezzo di un fluido idraulico a pressione (1991-1992)".

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación