

Boletín 99

GUÍA COMPLETA PARA EL DOBLAJE DE TUBERÍAS METÁLICAS PARA USO ELÉCTRICO

Boletín técnico N°99
PARTE 1
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

Guía completa para el doblaje de tuberías metálicas para uso eléctrico.

PARTE 1

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADEO Y VENTAS
División materiales eléctricos

1. General.

Este boletín tiene el objetivo suministrar las pautas más utilizadas a los electricistas y al personal de mantenimiento con el manejo seguro de las dobladoras manuales ubicadas en el comercio del ramo y deberá mantenerse siempre al alcance de dicho personal para su familiarización y consulta.

Antes de comenzar es importante tener presente que si no se ha leído o comprendido estas instrucciones de operación, no se estará calificado para manejar esta herramienta. Al no leerse ni entenderse estas instrucciones podrían presentarse accidentes y ocurrir lesiones personales.

Inspeccione antes de emplear la herramienta y verifique que no presenten daños o desgastes, de ser así, reemplace todas las partes averiadas o desgastadas. Si se utiliza una herramienta averiada o si no se la ensambla bien, ésta podría fallar, ocasionando lesiones personales o daños materiales.

Utilice esta herramienta únicamente para el propósito especificado para el cual fue fabricada, en este caso doblar tuberías metálicas eléctricas y conduits.

2. Herramientas para el doblaje de tubería metálica eléctrica.

Las herramientas básicas para el doblado de la tubería eléctrica son:

- Doblador manual de tubería eléctrica
- Corta tubos o Segueta
- Cinta métrica o elemento de medida

En la figura 1 podemos apreciar como es el doblador de tubería para uso eléctrico, de igual forma, estas herramientas manuales de doblaje de tubería se comercializan en dos tipos:

- Para tubería eléctrica metálica EMT
- Para tuberías conduits rígidos.

Vienen en varios tamaños para tuberías EMT de diámetros $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1" y 1 $\frac{1}{4}$ " siendo esta última rara vez o nunca empleada en algunos países. Para tubería conduit rígido se consiguen en $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y hasta 1".



Figura 1. Doblador manual de tubería eléctrica

Las herramientas de corte más comunes se muestran en la figura 2. El corta tubos realiza cortes rectos y definidos en tubos de cobre, latón, aluminio y acero de pared delgada. Con la segueta se pueden realizar los cortes tanto rectos con a cualquier ángulo sobre la tubería. Para ello, se requiere hojas de acero endurecido y templado para corte de hierro.



Figura 2. Herramientas de cortes

3. Formas de doblado de tuberías eléctricas.

Existen dos maneras de realizar el doblado de las tuberías, estas son:

- Dobladas en el piso
- Dobladas en el aire

Para ayudar a doblar cuando se realiza una curvatura en el piso o al aire, los dobladores son marcados con diferentes símbolos de alineación para ayudar al operador a crear las

curvas necesarias para llevar a cabo cualquier dichos dobleces.

La mayoría de los dobladores manuales de tubería para uso eléctrico están provistos de señalizaciones en relieve en su cuerpo, los símbolos y su aplicación que aparecen en estos dobladores generalmente son:

- **Flecha**
Indica el comienzo del doblez. Se usa para fragmentos y curvas de compensación.
- **Muesca del borde**
Ubica el centro del doblez del soporte.
- **Estrella**
Indica la parte posterior de un doblez a 90°.
- **Flechas de ángulo**
Indican el ángulo cuando se dobla en el piso. (Mirando el doblador con el mango hacia abajo)
- **Escalas de grados**
Indican el ángulo cuando se dobla en el aire. (Cuando se mira en línea con el tubo)

Estas marcas se encuentran en distintas partes del doblador tal como se aprecia en la figura 3.



Figura 3. Partes del doblador manual

3.1 Doblado en el piso.

A continuación veremos el procedimiento general para realizar este tipo de doblez:

1. Marque el tubo.
2. Inserte el tubo en el doblador de manera que la flecha quede alineada con la marca realizada previamente.

3. Pise sobre la dobladora tal como se muestra en la figura 4.
4. Presione con fuerza tanto el pie que tiene sobre el doblador como sobre la palanca, manténgalo presionado hasta que termine de realizar el doblez.
5. Deje de doblar hasta que haya obtenido el ángulo deseado.

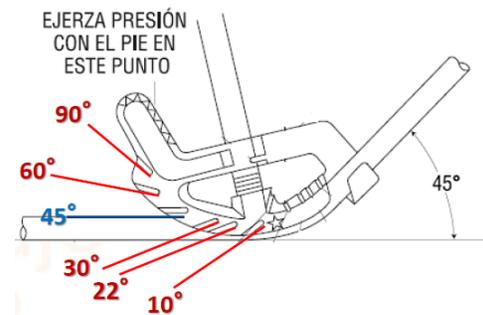


Figura 4. Doblaje en el piso

3.2 Doblado en el aire.

A continuación veremos el procedimiento general para realizar este tipo de doblez:

1. Marque el tubo.
2. Inserte el tubo en el doblador de manera que la flecha quede alineada con la marca realizada previamente.
3. Coloque el doblador como se muestra en la figura 5, acérquelo lo más posible a su cuerpo.
4. Con la manivela en ángulo a fin de evitar que se le resbale, aplique una presión constante sobre el tubo hasta que alcance el doblez requerido.
5. Deje de doblar hasta que el borde del tubo quede en línea.



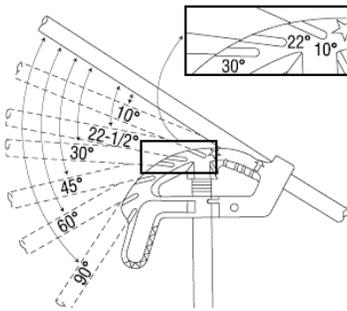


Figura 5. Doblaje en el aire

4. Doblaje más común en instalaciones eléctricas.

Existen 4 curvas que son las más comunes en instalaciones eléctricas, estos dobleces son:

- Dobleces en curvas a 90°
- Dobleces en paralelo (Back to Back)
- Dobleces en bayoneta o en "S" (offset)
- Dobleces ensillados. (Silla 3 dobleces)

Es común utilizar una combinación de las marcas del doblador cuando se hacen ciertos perfiles de tubo. Conocer el uso adecuado de la técnica y el método de hacer las curvas le permitirá realizar la mayoría de sus instalaciones eléctricas de manera eficiente.

5. Procedimientos de doblado según tipo de doblez.

Antes de comenzar con cada tipo de doblez sobre las tuberías, es necesario tener siempre presente lo siguiente:

1. Se hace una curva adecuada colocando el tubo en la cuna del doblador y empleando toda la presión del pie.
2. Emplee siempre el doblador de tubo manual con el tamaño correcto para que el tubo que será doblado.
3. Es posible que se requiera algo de flexión para permitir que el coeficiente de elasticidad de la tubería retorne a su condición de reposo, quedando la tubería en el ángulo final deseado.
4. Mida y señalice correctamente la tubería con el apoyo de las tablas e información que se suministra en este boletín.
5. Al realizar dobleces en piso, asegúrese que la tubería esté asegurada para que no se deslice antes de doblar.
6. Aplique una amplia presión del pie al talón del doblador mientras minimiza el uso del mango como palanca.

7. Al realizar dobleces en el aire, asegúrese de que la empuñadura de la manija esté asegurada en el suelo y esté reforzada por el pie u otra traba para que no se deslice hacia afuera.
8. Cerciórese de estar equilibrado y luego aplique fuerza cerca de la herramienta, teniendo presente que su cuerpo controle la tubería mientras que lo dobla alrededor del doblador.
9. Utilice siempre el tamaño adecuado de doblador para el correspondiente diámetro de tubería a doblar. De no ser así, la tubería no se doblará correctamente y se dañará si se utiliza un doblador incompatible.
10. Evite accidentes o lesiones, utilice siempre el equipo de protección correspondiente.

5.1 Dobleces en curva a 90°.

Cabe destacar, que esta curva es la más común en las instalaciones eléctricas. Los usos más comunes para este tipo de doblez son: en entradas a cajas de paso eléctricas, corriendo a través de las paredes, subiendo de los suelos, bajando de los techos, en los cruces de las esquinas tanto interior como exterior.

La curvatura se realiza doblando el tubo metálico para uso eléctrico en forma de L o en curva a 90° como sigue:

1. Determine mediante la medición con un metro, la altura total desde el punto a donde llegara el extremo del tubo hasta el punto más bajo donde reposara la curva de 90° que realizaremos.
2. Obtenida esta medida del alto total, realice la marcación sobre la tubería, este será la marca "A".
3. Apoyándonos en la tabla 1 denominada "Compensación Curva a 90°", tomamos de la columna Cantidad a restar de la medición "B" según la dimensión de la tubería utilizada, y le restamos este valor a la altura total para obtener la medida del punto "B".

Tabla 1 Compensación Curva a 90°		
Dimensiones tubería	Cantidad a restar de la medición "B"	
	cm	pulgadas
1/2" EMT	12,70	5"
3/4" EMT	15,14	6"
1" EMT	20,32	8"
1-1/4" EMT	27,94	11"

Ejemplo; si es un tubo EMT de 1/2" se le resta 12,70 mm o 5" según aplique, para tubería de 3/4" EMT 15,14 o 6" según aplique y para tubería de 1" EMT 20,32 mm o 8".

- En la tubería se mide desde el extremo para doblar el número calculado y se marca sobre la tubería el punto "B" tal como se aprecia en la figura 6.

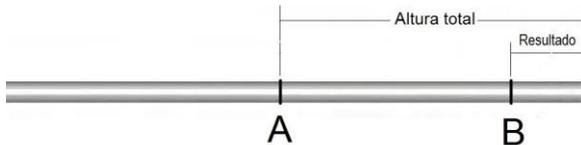


Figura 6. Marcado sobre la tubería

- Coloque el doblador en el tubo con el gancho apuntando hacia el extremo libre que se dobla hacia arriba, asegurándose de que la tubería está bien apoyada en el gancho del doblador y alinee el símbolo de flecha con la marca "B" que señalo. Tal como se aprecia en la figura 7.

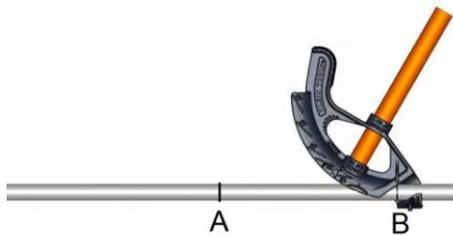


Figura 7. Colocación gancho del doblador

- Manteniendo el tubo plano, aplique suficiente presión con el pie en el doblador minimizando el uso del mango como palanca, hasta que el extremo libre alcance en la posición de 90° comprobando el grado con un nivel. Cuando se hace correctamente, el extremo libre estará a la altura deseada y la flecha estará a la altura del talón como se indica en la figura 8.



Figura 8. Doblado de tubería a 90°

El otro extremo de la tubería seguramente deberá ser recortada a otra longitud deseada para adaptarse a la canalización eléctrica requerida.

Es conveniente recalcar el empleo de un cortador de tubería de corte suave y preciso, posteriormente se debe remover las rebabas que hayan quedado del corte para garantizar la seguridad del cableado eléctrico cuando se realizan las actividades de halado de los cables a través de ellas.

5.1.1 Ejemplos prácticos de doblez en curva a 90°.

Ejemplo 1.

Como ejemplo, imaginemos que se requiere colocar un cajetín para interruptor a una altura total de 1,2 metros, desde el nivel de piso, tal como se aprecia en la figura 9.

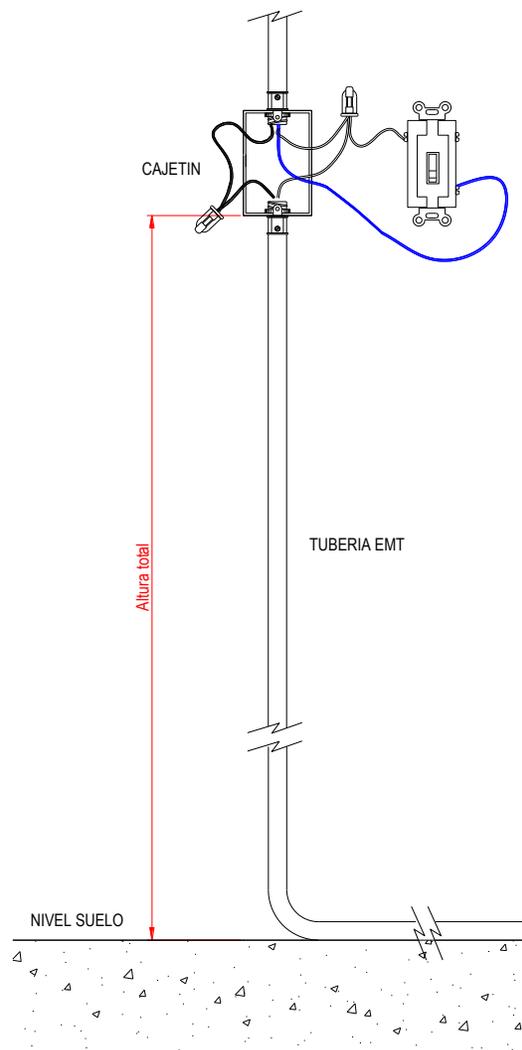


Figura 9. Ejemplo 1

Este tipo de aplicación normalmente emplea tubería metálica eléctrica EMT de ½”, como lo hemos visto realizamos el procedimiento para doblar en curva a 90° partiendo de los datos de este ejercicio donde:

- La altura máxima que requerimos es 120 cm (1,2 m) sitio donde va el cajetín, cabe acotar que esta es la altura típica para la colocación de cajetines con interruptores de luz.
- El diámetro de la tubería metálica eléctrica EMT típica para esta aplicación es de ½”
- De la tabla 1 denominada “Compensación Curva a 90°” tomamos de la columna Cantidad a restar de la medición “B” para tuberías de ½” el valor que corresponde siendo 12,70 cm.

Con los datos anteriores procedemos como se indicó en 5.1 **Doble en curva a 90°** como sigue:

En la tubería se mide desde el extremo para doblar los 120 cm (altura máxima) y se marca sobre la tubería el punto “A”

Posteriormente se marca el punto “B” dado por el resultado arrojado de la resta de la altura máxima menos el valor de la tabla para tubería de ½”, en nuestro caso:

$$120 \text{ cm} - 12,70 \text{ cm} = 107,30 \text{ cm}$$

Y lo señalamos en la tubería, recuerde que la distancia de A hasta B corresponde al radio de la curva, tal como se puede apreciar en la figura 10.

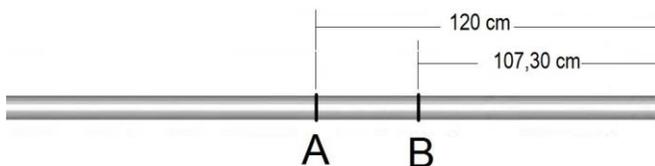


Figura 10. Marcado sobre la tubería

Colocamos el doblador en el tubo con el gancho apuntando hacia el extremo libre y se dobla hacia arriba, asegurándose de que la tubería está bien apoyada en el gancho del doblador y alineamos el símbolo de la flecha con la marca “B” que habíamos señalado. Tal como se aprecia en la figura 11.

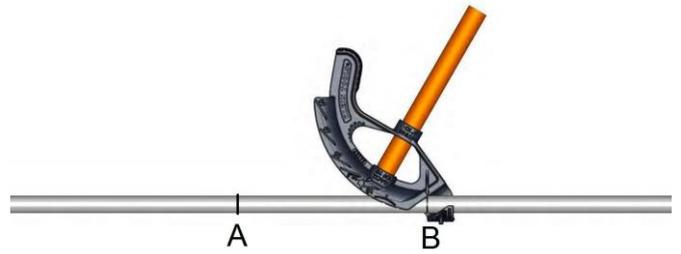


Figura 11. Colocación gancho del doblador

Manteniendo el tubo plano, aplicamos suficiente presión con el pie en el doblador minimizando el uso del mango como palanca, hasta que el extremo libre alcance en la posición de 90°

Si visualmente no se ve a 90° lo podemos comprobar con un nivel. Cuando se hace correctamente, el extremo libre estará a la altura deseada y la flecha estará a la altura del talón como se indica en la figura 12.



Figura 12. Doblado de tubería a 90°

El otro extremo de la tubería seguramente deberá ser recortada a otra longitud para adaptarse a la canalización eléctrica requerida.

Ejemplo 2.

Otro ejemplo típico en instalaciones eléctricas lo representan las tuberías asociadas a cajetines de tomacorriente, imaginemos ahora que se requiere colocar un cajetín para tomacorriente a una altura total de 30 cm, desde el nivel de piso, tal como se aprecia en la figura 13.

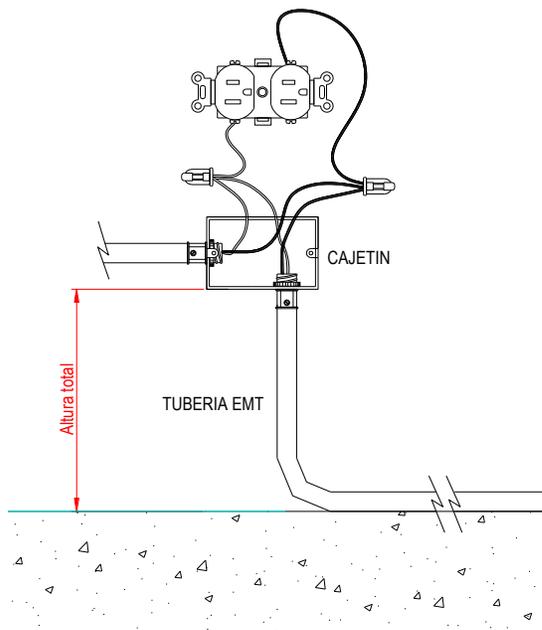


Figura 13. Ejemplo 2

Este tipo de aplicación normalmente emplea tubería metálica eléctrica EMT de 1/2", como lo hemos visto realizamos el procedimiento para doblar en curva a 90° partiendo de los datos de este ejercicio donde:

- La altura máxima que requerimos es 20 cm, sitio donde va el cajetín, cabe acotar que la altura recomendada de los cajetines para tomacorrientes de pared es de aproximadamente entre 30 hasta 45 cm (12-18 pulgadas) desde la parte superior del piso hasta la parte inferior de la caja del tomacorriente o receptáculo.

- El diámetro de la tubería metálica eléctrica EMT típica para esta aplicación es de 1/2"
- De la tabla 1 denominada "Compensación Curva a 90°" tomamos de la columna Cantidad a restar de la medición "B" para tuberías de 1/2" el valor que corresponde siendo 12,70 cm.

Con los datos anteriores procedemos como se indicó en 5.1 **Doble en curva a 90°** como sigue:

En la tubería se mide desde el extremo para doblar los 30 cm (altura máxima) y se marca sobre la tubería el punto "A"

Posteriormente se marca el punto "B" dado por el resultado arrojado de la resta de la altura máxima menos el valor de la tabla para tubería de 1/2", en nuestro caso:

$$30 \text{ cm} - 12,70 \text{ cm} = 17,30 \text{ cm}$$

Y lo señalamos en la tubería, recuerde que la distancia de A hasta B corresponde al radio de la curva, tal como se puede apreciar en la figura 14.

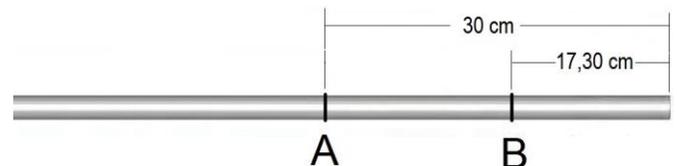


Figura 14. Marcado sobre la tubería

Colocamos el doblador en el tubo con el gancho apuntando hacia el extremo libre y se dobla hacia arriba, asegurándose de que la tubería está bien apoyada en el gancho del doblador y alineamos el símbolo de la flecha con la marca "B" que habíamos señalado. Tal como se aprecia en la figura 15.

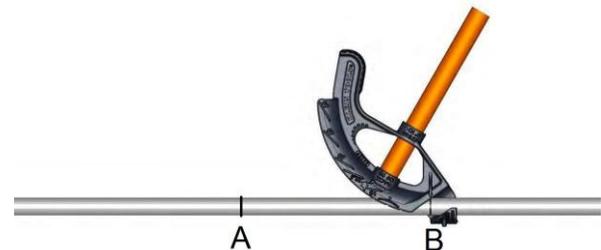


Figura 15. Colocación gancho del doblador

Manteniendo el tubo plano, aplicamos suficiente presión con el pie en el doblador minimizando el uso del mango como palanca, hasta que el extremo libre alcance en la posición de 90°

Si visualmente no se ve a 90° lo podemos comprobar con un nivel. Cuando se hace correctamente, el extremo libre estará a la altura deseada y la flecha estará a la altura del talón como se indica en la figura 16.



Figura 16. Doblado de tubería a 90°

El otro extremo de la tubería seguramente deberá ser recortada a otra longitud para adaptarse a la canalización eléctrica requerida.

5.2 Doble curva en paralelo. (Back to Back).

La curva en paralelo, también denominada curva doble de 90° o en inglés back to back, es el siguiente estilo de curvatura que se emplea en canalizaciones mediante tuberías eléctricas metálicas. El curvado de la tubería back to back produce una forma de "U" en una sola longitud del tubo, es decir, no hay desvío en la misma.

Se necesita conocer este método de curvar la tubería cuando se requiere colocar el tubo conduit entre dos superficies que estén paralelas o dos cajetines que estén paralelos aunque sea en la misma pared. Tenga presente que para hacer un back to back se utiliza la flecha estampada en el doblador manual para realizar la primera curva de 90 grados y luego la estrella del doblador manual o Bender en inglés para efectuar la segunda curva que también será de 90 grados.

Para realizar esta curvatura procedemos como sigue:

1. Se determinan la distancia entre las dos superficies paralelas para obtener la separación entre ambas. Tal como se observa en la figura 17.

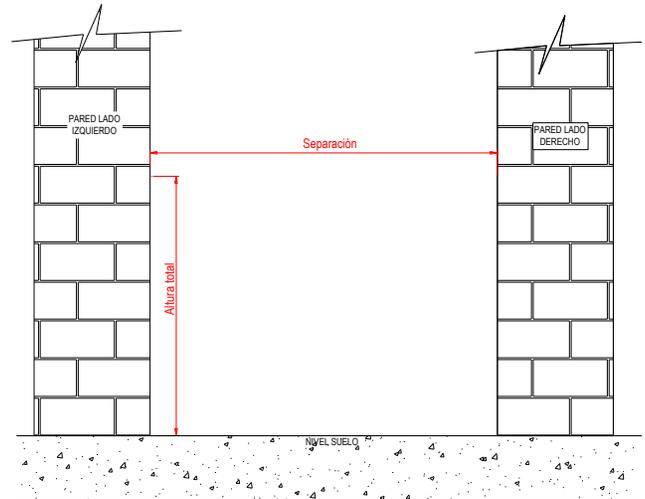


Figura 17. Separación entre paredes

2. La primera curva que compone este tipo de curvatura back to back o curvatura en paralelo es una curva a 90°. La cual se realiza siguiendo los pasos descritos en la sección 5.1 Doble curva en paralelo para crear la curva ideal para la conexión en el lado izquierdo.
3. Se mide desde el borde del cajetín hacia el piso o donde se requiere elaborar el primer ángulo de 90°, se señala y ese será el punto A.
4. Se sustrae el valor indicado en la tabla 1 denominada "Compensación Curva a 90°" tomando de la columna Cantidad a restar de la medición "B" el valor para el diámetro de la tubería de que corresponda. Se marca el punto B donde se pondrá la del doblador manual para realizar el primer ángulo de 90 grados. Recuerde que la parte de adelante del doblador manual se ubica mirando hacia donde está el principio del tubo, como se aprecia en la figura 18.



Figura 18. Doblado de tubería a 90°

5. Realizada la primera curva de 90°, se mide desde la parte posterior de la misma hasta la pared ubicada a la derecha donde estará ubicado el segundo cajetín y se señaliza como el punto "C". Como se ve en la figura 19.

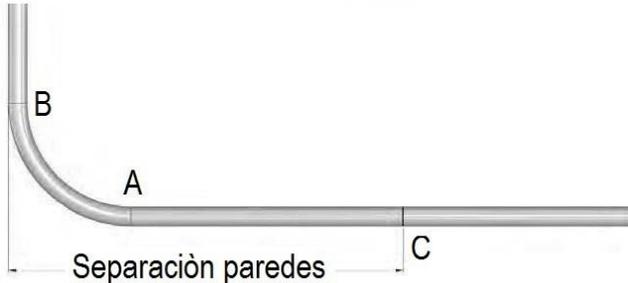


Figura 19. Marcaje punto C

6. Alinear esta marca o punto "C" sobre la tubería con el punto de la estrella que trae estampado el doblador o bender en inglés y doblar hasta 90 grados teniendo presente esta vez, que será al contrario al ángulo anterior. Es decir, se ubica el principio del doblador dirigido hacia el final de la tubería o hacia la pared donde está ubicado el segundo cajetín o hacia la curva que vamos a hacer. Como se observa en la figura 20.

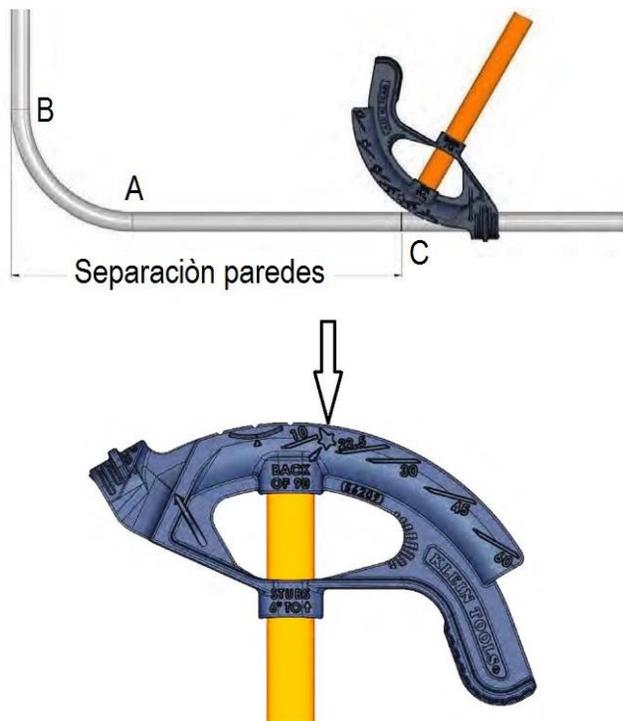


Figura 20. Posición de la estrella del doblador

Tenga presente que para realizar la segunda curva de 90° no se sustrae ninguna distancia medida, es decir, no se

resta ningún valor de la tabla 1 denominada "Compensación Curva a 90°". Lo anterior es debido a que empleando la estrella del doblador manual no hay pérdidas de distancia aunque si existe de todas formas el encogimiento por causa de la curva.

7. Manteniendo el tubo totalmente plano, aplique suficiente presión del pie en el doblador minimizando el uso del mango como palanca. Es muy importante mantener la primera curva de 90° en el mismo plano que la nueva curva. Cuando la curvatura se hace correctamente, el tubo quedará plano y encajará dentro de las dos paredes. Tal como aprecia en la figura 21.



Figura 21. Doblaje de la segunda curva de 90°

8. En función de la canalización proyectada, es posible que se requiera recortar el lado no doblado del tubo a otra longitud deseada para adaptarse a la instalación. Utilice un cortador de tubo para un corte suave y preciso y la remoción de rebabas para garantizar la seguridad del cableado eléctrico cuando se tira a través.

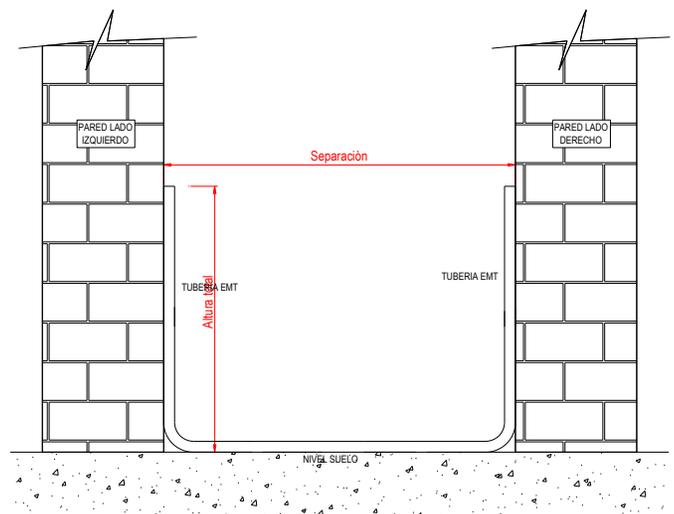


Figura 22. Doble back to back completo

5.2.1 Ejemplos prácticos de doblez curva en paralelo o Back to Back.

Ejemplo 1.

Como ejemplo, imaginemos que se requiere colocar varios cajetines para tomacorrientes una altura total de 30 cm, desde el nivel de piso, distanciados 2 metros entre sí, tal como se aprecia en la figura 23.

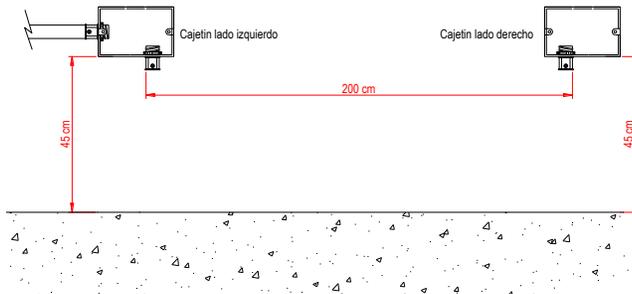


Figura 23. Ejemplo 1

Este tipo de aplicación normalmente emplea tubería metálica eléctrica EMT de 1/2", como lo hemos visto realizamos el procedimiento para doblez curva en paralelo o Back to Back, partiendo de los datos de este ejercicio donde:

- La altura máxima que requerimos es 45 cm al sitio donde va el cajetín, cabe acotar que la altura típica para la colocación de cajetines con tomacorrientes va entre 30 cm hasta 45 cm.
- El diámetro de la tubería metálica eléctrica EMT típica para esta aplicación es de 1/2" sin que esto no signifique que no se pueda usar la de 3/4".
- De la tabla 1 denominada "Compensación Curva a 90°" tomamos de la columna Cantidad a restar de la medición "B" para tuberías de 1/2" el valor que corresponde siendo 12,70 cm.

Con los datos anteriores procedemos como se indicó en 5.1 **Doblez en curva a 90°** como sigue:

En la tubería se mide desde el extremo para doblar los 45 cm (altura máxima) y se marca sobre la tubería el punto "A". Posteriormente se marca el punto "B" dado por el resultado

arrojado de la resta de la altura máxima menos el valor de la tabla para tubería de 1/2", en nuestro caso:

$$45 \text{ cm} - 12,70 \text{ cm} = 32,30 \text{ cm}$$

Y lo señalamos en la tubería, recuerde que la distancia de A hasta B corresponde al radio de la curva, tal como se puede apreciar en la figura 24.

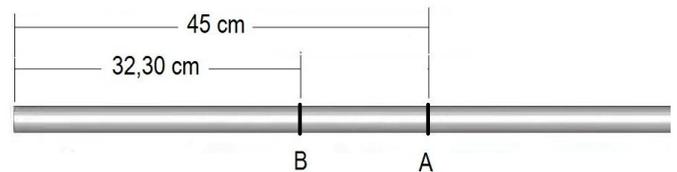


Figura 24. Marcado sobre la tubería

Colocamos el doblador en el tubo con el gancho apuntando hacia el extremo libre y se dobla hacia arriba, asegurándose de que la tubería está bien apoyada en el gancho del doblador y alineamos el símbolo de la flecha con la marca "B" que habíamos señalado. Tal como se aprecia en la figura 25.

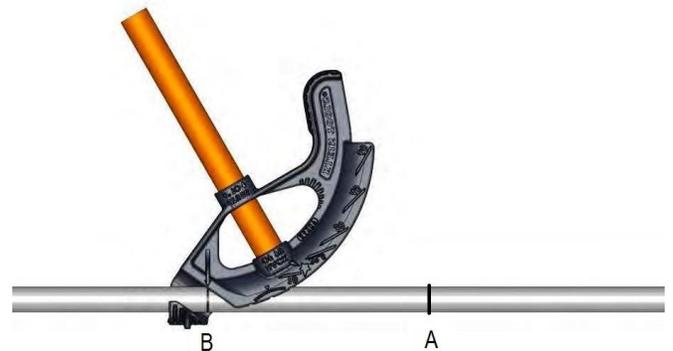


Figura 25. Colocación gancho del doblador

Manteniendo el tubo plano, aplicamos suficiente presión con el pie en el doblador minimizando el uso del mango como palanca, hasta que el extremo libre alcance en la posición de 90°.

Si visualmente no se ve a 90° lo podemos comprobar con un nivel. Cuando se hace correctamente, el extremo libre estará a la altura deseada y la flecha estará a la altura del talón como se indica en la figura 26.



Figura 26. Doblado de tubería a 90°

Realizada la primera curva de 90°, se mide desde la parte posterior de la misma hasta 200 cm, donde estará ubicado el segundo cajetín y se señaliza como el punto "C". Como se ve en la figura 27.

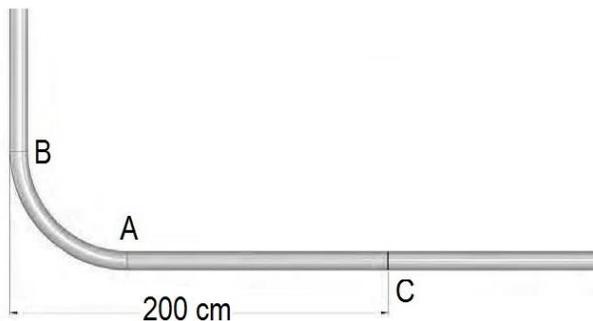


Figura 27. Marcaje punto C

Alinear esta marca o punto "C" sobre la tubería con el punto de la estrella que trae estampado el doblador o bender en inglés y doblar hasta 90° teniendo presente esta vez, que será al contrario al ángulo anterior. Es decir, se ubica el principio del doblador dirigido hacia el final de la tubería o hacia la pared donde está ubicado el segundo cajetín o hacia la curva que vamos a hacer. Como se observa en la figura 28.

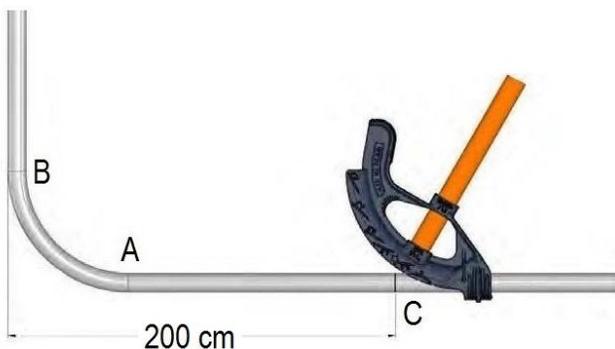


Figura 28. Posición de la estrella del doblador

Como fue comentado para realizar la segunda curva de 90° no se sustrae ninguna distancia medida, es decir, no se resta ningún valor de la tabla 1 denominada "Compensación Curva a 90°". Lo anterior es debido a que empleando la estrella del doblador manual no hay pérdidas de distancia aunque si existe de todas formas el encogimiento por causa de la curva.

Manteniendo el tubo totalmente plano, aplique suficiente presión del pie en el doblador minimizando el uso del mango como palanca. Es muy importante mantener la primera curva de 90° en el mismo plano que la nueva curva. Cuando la curvatura se hace correctamente, el tubo quedará plano y encajará dentro de las dos paredes. Tal como aprecia en la figura 29.

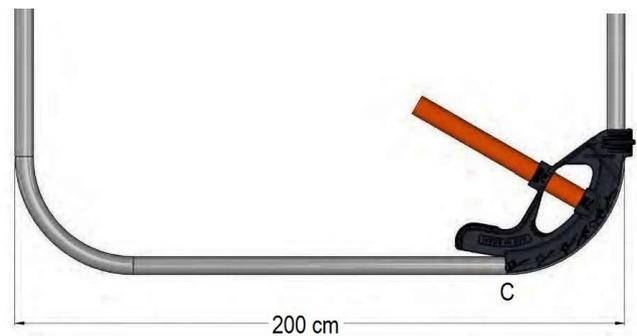


Figura 29. Doblaje de la segunda curva de 90°

Para la canalización de este ejemplo, se requerirá recortar en el lado de la última curva de 90° una sección del tubo para obtener los 45 cm de la altura correspondiente a ese lado, es recomendable el uso de un cortador de tubo para un corte suave y preciso y la remoción de rebabas para garantizar la seguridad del cableado eléctrico cuando se tira a través.

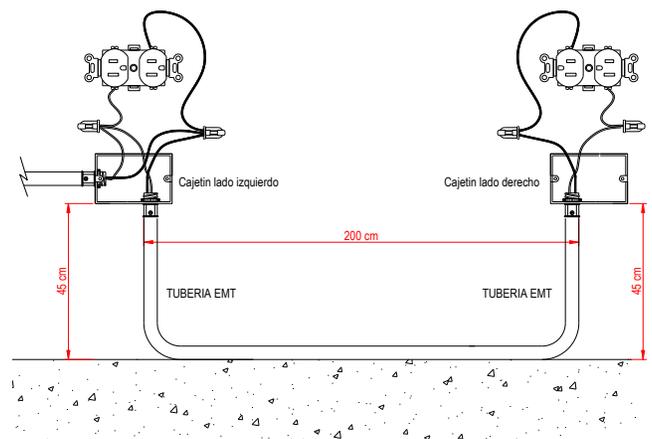


Figura 30. Dobles back to back completo

Hemos visto las dos primeras de las cuatro técnicas de doblajes de tuberías en instalaciones eléctricas más comunes, en el próximo boletín técnico continuaremos con los ejemplos y las otras técnicas:

- Dobleces en bayoneta o en "S" (offset)
- Dobleces ensillados. (Silla 3 dobleces)