

B	04-09-2026	Cliente	SEDIMA	C.Pedraza	O.Escorcia
Rev	Fecha	Emitido Para	Elaboró	Revisó	Aprobó

INGENIERÍA DETALLADA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN AUTÓNOMO PARA LA LÍNEA TEMPORAL SAMORÉ: CRUCE “LA CHINA”



MEMORIAS DE CÁLCULO DE CONDUCTORES (1749-MC-E-731)

CLIENTE:



+57 3507268200



info@sedima.com.co



www.sedima.com.co

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO	3
2. ALCANCE	3
3. MARCO NORMATIVO	3
4. MEMORIA DE CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES.....	4
5. MEMORIA DE CÁLCULO DE OCUPACIÓN DE LOS CONDUIT	6
7. CONTROL DE CAMBIOS.....	10

MEMORIA DE CÁLCULO DE CONDUCTORES

1. OBJETO

Presentar los criterios y resultados de cálculo para la selección de los cables y conductores considerados en la solución de ingeniería para implementar un sistema de protección autónomo para la línea temporal Samoré, a la altura del cruce aéreo “La China”.

2. ALCANCE

Cubrir las disciplinas de documentos generales, del área mecánica, procesos, instrumentación, tubería y eléctrica. Excluyendo los documentos administrativos tipo actas, cotizaciones, órdenes de compra y el área civil, la cual por decisión expresa del cliente será abordada por otro proveedor en un contrato de ejecución en paralelo.

3. MARCO NORMATIVO

El RETIE vigente en Colombia fue modificado mediante la Resolución 40284 del 23 de junio de 2026 y se encuentra organizado en cuatro libros; el Libro 3 corresponde a instalaciones. Para instalaciones en atmósferas potencialmente explosivas, IEC 60079-14:2024 establece requisitos específicos de diseño, selección, instalación e inspección inicial de equipos e instalaciones eléctricas Ex, adicionales a los requisitos de instalaciones no peligrosas. Como criterio internacional de dimensionamiento de canalizaciones se utiliza NEC Chapter 9 Table 1: 53 % para un conductor, 31 % para dos y 40 % para más de dos; el criterio debe armonizarse con RETIE y la norma técnica declarada por el proyecto.

En Oil & Gas debe además verificarse la clasificación de área del proyecto, el método de protección Ex, certificados de equipos/prensaestopas y requisitos de instalación aplicables. IEC 60079-14:2024 cubre expresamente la instalación de equipos Ex en atmósferas explosivas.

4. MEMORIA DE CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES

La solución industrial propuesta considera en su arquitectura de conexión eléctrico, los siguientes elementos y criterios:

- Fuente principal: 24 VDC regulada, con protección contra sobrecorriente por cada circuito.
- Cada cable multipolar deberá mantener su integridad de blindaje y radio de curvatura conforme al fabricante.
- El blindaje se conectará según la función del circuito: para instrumentación analógica/EMC, normalmente a tierra funcional en el extremo definido por el fabricante, filosofía de conexión o diagrama de lazo.
- En área clasificada, el conduit, accesorios, prensaestopas, cajas y entradas a equipos deben ser compatibles con la clasificación, grupo de gas y método de protección.

Selección preliminar del conductor

Se calculó la caída de tensión para un circuito de dos conductores de potencia, considerando una longitud de diseño máxima 10 m de ida y 10 m de retorno. Se utilizó resistividad del cobre a 20 °C de 0,017241 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ y corrección térmica del cobre con $\alpha = 0,00393/^\circ\text{C}$.

AWG	Sección aprox. mm^2	R circuito a 20 °C (Ω)	R circuito a 70 °C (Ω)
18	0.823	0.4190	0.5013
16	1.309	0.2634	0.3152

Ecuaciones empleadas:

$$R = \rho \cdot L/A; \quad R_{70} = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (70 - 20)]; \quad \Delta V = I \cdot R; \quad \% \Delta V = 100 \cdot \Delta V / 24$$

Para la longitud de recorrido estimada y considerando 3 % de caída máxima (0,72 V), la corriente máxima teórica resultante es:

Conductor	R70 Ω	I máx. a 3 %	Potencia a 3 %
2×18 AWG	0.5013	1.44 A	34.5 W
2×16 AWG	0.3152	2.28 A	54.8 W

Para 5 % de caída (1,20 V), los valores son:

Conductor	I máx. a 5 %	Potencia a 5 %
2×18 AWG	2.39 A	57.4 W
2×16 AWG	3.81 A	91.4 W

NOTA TÉCNICA: La selección definitiva debe usar la corriente máxima real de cada equipo y la resistencia DC máxima publicada por el fabricante del cable a la temperatura de operación. La tabla demuestra que, para la longitud de diseño estimada (10 m), 2×16 AWG ofrece aproximadamente 59 % más corriente admisible por caída de tensión que 2×18 AWG, sin embargo este último también maneja el 100% de los requerimiento, tal como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla de caída de tensión para corrientes de referencia

AWG	Corriente A	ΔV V	Caída %	V equipo
18	0.25	0.125	0.52%	23.875
18	0.50	0.251	1.04%	23.749
18	1.00	0.501	2.09%	23.499
18	1.50	0.752	3.13%	23.248
18	2.00	1.003	4.18%	22.997
16	0.25	0.079	0.33%	23.921
16	0.50	0.158	0.66%	23.842
16	1.00	0.315	1.31%	23.685
16	1.50	0.473	1.97%	23.527
16	2.00	0.630	2.63%	23.370

Memoria de cálculo del cable 3×18 AWG

Se mantiene el cálculo anterior. Se toma sección de cobre aproximada $A = 0,823 \text{ mm}^2$, resistividad del cobre a 20 °C $\rho = 0,017241 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ y $\alpha = 0,00393/^\circ\text{C}$.

Para 10 m de ida + 10 m de retorno:

$$R_{20} = \rho \cdot L / A = 0,017241 \times 20 / 0,823 \approx 0,419 \Omega$$

$$R_{70} = R_{20} \cdot [1 + \alpha(70-20)] \approx 0,501 \Omega$$

A 24 VDC y criterio de 3 % de caída (0,72 V): $I_{\text{max}} \approx 0,72 / 0,501 = 1,44 \text{ A}$

Corriente	ΔV a 70 °C	Caída porcentual	V en equipo
0,25 A	0,125 V	0,52 %	23,875 V
0,50 A	0,251 V	1,05 %	23,749 V
1,00 A	0,501 V	2,09 %	23,499 V
1,44 A	0,720 V	3,00 %	23,280 V

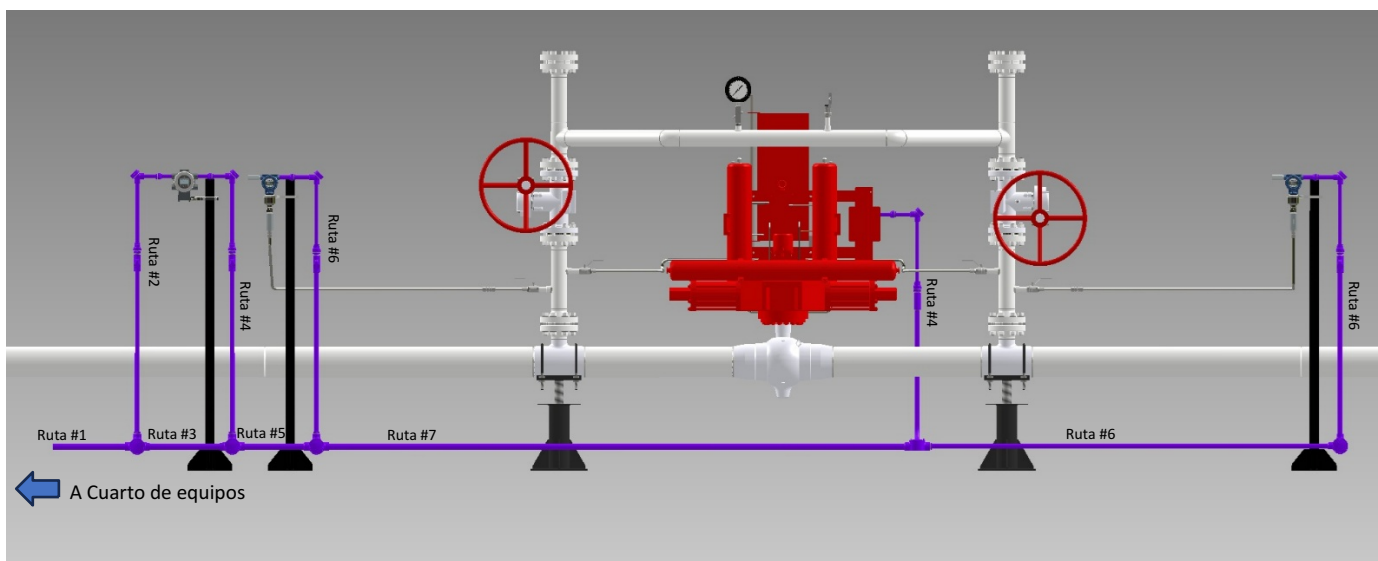
NOTA TÉCNICA: El valor 1,44 A es un límite de diseño por caída de tensión, no una restricción normativa del cable ni un valor automático de fusible. La ampacidad final debe verificarse con la ficha del cable, temperatura, agrupamiento y método de instalación.

Es de anotar que las señales analógicas manejan corrientes de orden de los 4 a 20 mA y las discretas, potencias inferiores a 6 W, por lo tanto se ratifica la conveniencia selectiva del cable 2 x AWG calibre 18.

5. MEMORIA DE CÁLCULO DE OCUPACIÓN DE LOS CONDUIT

- CASO ESDV-101 / EDSV-211 (CONEXIÓN DE UNA VÁLVULA)**

Para efectos de dimensionamiento normativo, a continuación se mostrará el diseño de rutas planteadas para el diseño funcional del proyecto, lo anterior con el propósito de definir el adecuado dimensionamiento de cada una de las rutas Conduit, así:



Datos y supuestos de diseño

Parámetro	Valor
Sistema	24 VDC
Cable de alimentación/control	2×18 AWG + shield
OD adoptado 2×18 AWG + shield	6,0 mm
Cable de comunicación	RS-232/RS-485
OD adoptado COM	6,0 mm
Conduit 3/4" de referencia	ID 20,93 mm
Conduit 1" de referencia	ID 26,64 mm
Límite de ocupación	40 % para >2 cables

NOTA TÉCNICA: Los 6,0 mm son un supuesto conservador de prediseño para ambos tipos de cable. Para emisión IFC/compra deben sustituirse por el OD máximo de las fichas técnicas de los cables específicos.

Área exterior de cada cable:

$$A_c = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$A_c = \pi \cdot (6,0)^2 / 4 = 28.27 \text{ mm}^2$$

Área interna del conduit:

$$3/4": A = \pi \cdot (20,93)^2 / 4 = 344.06 \text{ mm}^2$$

$$1": A = \pi \cdot (26,64)^2 / 4 = 557.39 \text{ mm}^2$$

Área máxima admisible al 40 %:

$$3/4": 0,40 \cdot 344.06 = 137.62 \text{ mm}^2$$

$$1": 0,40 \cdot 557.39 = 222.96 \text{ mm}^2$$

Dimensionamiento de las siete rutas

Ruta	Configuración	Nº cables	Área total mm²	Ocup. 3/4"	3/4"	Ocup. 1"	Recomendado
1	Cuatro cables 2×18 AWG + shield + un cable COM RS-232/485	5	141.37	41.1%	NO	25.4%	1"
2	Un cable 2×18 AWG + shield + un cable COM RS-232/485	2	56.55	16.4%	CUMPLE	10.1%	3/4"
3	Tres cables 2×18 AWG + shield	3	84.82	24.7%	CUMPLE	15.2%	3/4" 1"

Ruta	Configuración	N° cables	Área total mm²	Ocup. 3/4"	3/4"	Ocup. 1"	Recomendado
4	Cuatro cables 2×18 AWG + shield	4	113.10	32.9%	CUMPLE	20.3%	3/4"
5	Siete cables 2×18 AWG + shield	7	197.92	57.5%	NO	35.5%	1"
6	Dos cables 2×18 AWG + shield	2	56.55	16.4%	CUMPLE	10.1%	3/4"
7	Cinco cables 2×18 AWG + shield	5	141.37	41.1%	NO	25.4%	1"

Ruta 1

Cuatro cables 2×18 AWG + shield + un cable COM RS-232/485.

$$A_{\text{total}} = (4+1) \times 28.27 = 141.37 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Conduit } 3/4": 141.37/344.06 \times 100 = 41.09 \% \rightarrow \text{NO CUMPLE.}$$

$$\text{Conduit } 1": 141.37/557.39 \times 100 = 25.36 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$$

Selección preliminar: conduit 1".

NOTA TÉCNICA: La ruta supera el 40 % en 3/4" bajo los diámetros adoptados.

Ruta 2

Un cable 2×18 AWG + shield + un cable COM RS-232/485.

$$A_{\text{total}} = (1+1) \times 28.27 = 56.55 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Conduit } 3/4": 56.55/344.06 \times 100 = 16.44 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$$

$$\text{Conduit } 1": 56.55/557.39 \times 100 = 10.15 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$$

Selección preliminar: conduit 3/4".

Ruta 3

Tres cables 2×18 AWG + shield.

$$A_{\text{total}} = (3+0) \times 28.27 = 84.82 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Conduit } 3/4": 84.82/344.06 \times 100 = 24.65 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$$

$$\text{Conduit } 1": 84.82/557.39 \times 100 = 15.22 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$$

Selección preliminar: conduit 3/4".

Ruta 4

Cuatro cables 2×18 AWG + shield.

$$A_{\text{total}} = (4+0) \times 28.27 = 113.10 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Conduit } 3/4": 113.10/344.06 \times 100 = 32.87 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$$

$$\text{Conduit } 1": 113.10/557.39 \times 100 = 20.29 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$$

Selección preliminar: conduit 3/4".

Ruta 5

Siete cables 2×18 AWG + shield.

$$A_{\text{total}} = (7+0) \times 28.27 = 197.92 \text{ mm}^2.$$

Conduit 3/4": $197.92/344.06 \times 100 = 57.53 \% \rightarrow \text{NO CUMPLE.}$

Conduit 1": $197.92/557.39 \times 100 = 35.51 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$

Selección preliminar: conduit 1".

NOTA TÉCNICA: La ruta supera el 40 % en 3/4" bajo los diámetros adoptados.

Ruta 6

Dos cables 2×18 AWG + shield.

$$A_{\text{total}} = (2+0) \times 28.27 = 56.55 \text{ mm}^2.$$

Conduit 3/4": $56.55/344.06 \times 100 = 16.44 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$

Conduit 1": $56.55/557.39 \times 100 = 10.15 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$

Selección preliminar: conduit 3/4".

Ahora bien, dada la conexión en 1/2" del instrumento, una configuración en el terminal de conexión a pie de instrumento que se debe validar en la Ruta 6, es la viabilidad de conexión en 1/2", por tanto :

2 cables 2×18 AWG + shield

OD adoptado: 6,0 mm por cable

Conduit: EMT 1/2"

Área interna: aproximadamente 196,1 mm²

Área ocupada por los dos cables: 56,55 mm²

Como son exactamente dos cables, se aplica el límite de ocupación del 31 %, no el 40 %. NEC Capítulo 9, Tabla 1 establece 31 % para dos cables; para EMT 1/2", la Tabla 4 reporta un área interna de 0,304 in² y 0,094 in² al 31 %.

$$\text{Ocupación} = 196,1 / 56,55 \times 100 = 28,8\%$$

Por tanto: 28,8% < 31% Cumple, por lo tanto se justifica y se soporta técnicamente la transición de 3/4" a 1/2" en esa ruta #6 para conectar la terminal del instrumento en 1/2".

Ruta 7

Cinco cables 2×18 AWG + shield.

$$A_{\text{total}} = (5+0) \times 28.27 = 141.37 \text{ mm}^2.$$

Conduit 3/4": $141.37/344.06 \times 100 = 41.09 \% \rightarrow \text{NO CUMPLE.}$

Conduit 1": $141.37/557.39 \times 100 = 25.36 \% \rightarrow \text{CUMPLE.}$

Selección preliminar: conduit 1".

NOTA TÉCNICA: La ruta supera el 40 % en 3/4" bajo los diámetros adoptados.

RESULTADOS

Con los supuestos adoptados, las rutas 2, 3, 4 y 6 pueden utilizar 3/4". Las rutas 1, 5 y 7 requieren 1" para cumplir con margen el criterio del 40 %.

Ruta	Configuración	3/4"	1"	Selección
1	4×2×18 + 1×COM	41,1 % — NO	25,4 % — SÍ	1"
2	1×2×18 + 1×COM	16,4 % — SÍ	8,2 % — SÍ	3/4"
3	3×2×18	24,7 % — SÍ	15,2 % — SÍ	1"
4	4×2×18	32,9 % — SÍ	20,3 % — SÍ	3/4"
5	7×2×18	57,5 % — NO	35,5 % — SÍ	1"
6	2×2×18	16,4 % — SÍ	8,2 % — SÍ	3/4" -1/2"*
7	5×2×18	41,1 % — NO	25,4 % — SÍ	1"

*Nota. Para la ruta 6, los resultados de cálculos validan que el terminal de conexión al instrumento puede hacerse en 1/2".

7. CONTROL DE CAMBIOS.

REVISIÓN	FECHA	EMITIDO PARA
Rev A.	14/08/2026	Revisión interna
Rev B.	04/09/2026	Revisión cliente