

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
REGISTRO SÍSMICO OFFSHORE “3D”
ÁREAS CAN_100, CAN_108 Y CAN_114, ARGENTINA

CAPÍTULO 6 – MODELACIÓN ACÚSTICA

ANEXO II – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA PERDIDA POR
TRANSMISIÓN DEL SONIDO – CAN_100-108

MARZO 2021

ÍNDICE

1	SENSIBILIDAD A LA DENSIDAD Y VELOCIDAD DEL SONIDO MENSUAL	2
2	SENSIBILIDAD AL PUNTO DE UBICACIÓN Y TIPO DE SUELO.	17
3	SENSIBILIDAD A LA BATIMETRÍA VARIABLE	30
4	SENSIBILIDAD AL PERFIL OCEANOGRÁFICO CON BATIMETRÍA VARIABLE	39
5	SENSIBILIDAD A LOS PARÁMETROS DEL SUELO	45
7	CONCLUSIONES	57



1 SENSIBILIDAD A LA DENSIDAD Y VELOCIDAD DEL SONIDO MENSUAL

Considerando la conveniencia de emplear perfiles de temperatura y salinidad provistos por el Programa Copernicus para calcular los perfiles de densidad y velocidad del sonido, se extrajeron perfiles representativos de cada mes según se explica en el Anexo 1 del Capítulo 6.

Se consideraron los diferentes meses del año en los que se puede realizar la prospección:

- Octubre y noviembre en la subzona más hacia el Norte.
- Enero, febrero y marzo en la subzona más hacia el Sur.

Los análisis de sensibilidad se realizaron para frecuencias características de 20, 40, 80, 160 y 320 Hz. Simultáneamente se analizó la sensibilidad a las siguientes combinaciones de suelos posibles en la zona:

- Fango sobre arena (FB - AB)
- Fango sobre grava (FB - GB)
- Arena sobre grava (AB - GB)

Finalmente, los puntos de análisis considerados (Figura 1) fueron:

- Punto SO. Profundidad 1000 m.
- Punto SE. Profundidad 3000 m.
- Punto E. Profundidad 4000 m.
- Punto O. Profundidad 1500 m.
- Punto N. Profundidad 2500 m.

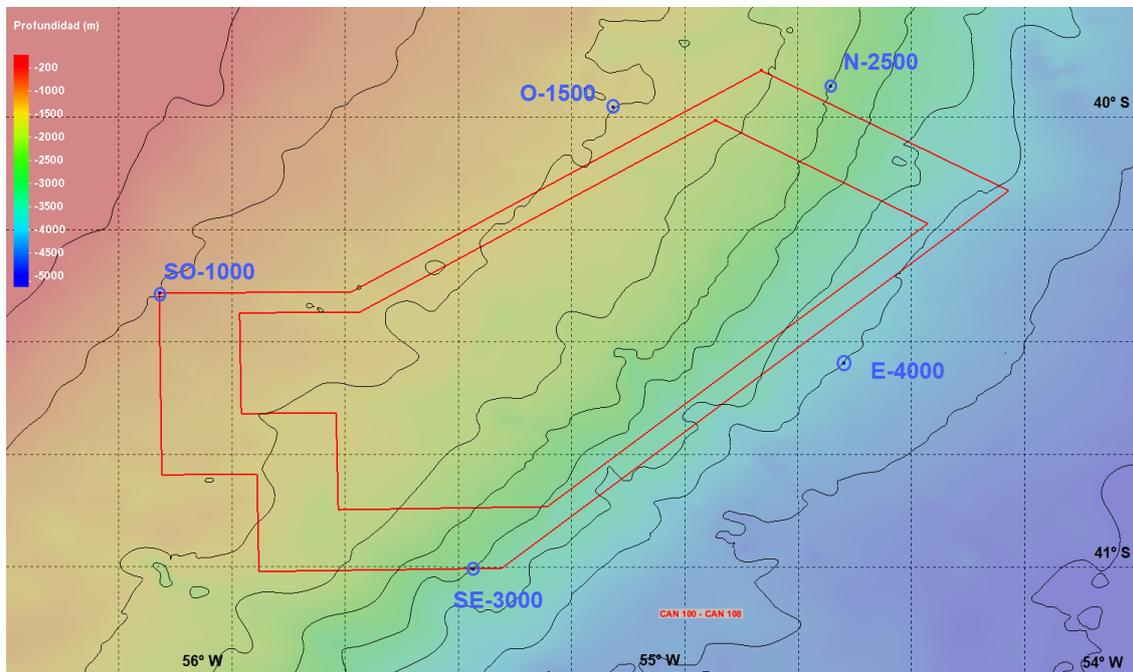


Figura 1. Ubicación de los puntos para el análisis de sensibilidad.

Como se indica en el Capítulo 6, los valores de las velocidades compresionales y de corte en los sedimentos y las atenuaciones de las mismas tienen grandes variaciones dependiendo del tipo de sedimento de fondo.



La siguiente tabla indica los valores característicos de las propiedades geoacústicas de los sedimentos de fondo que se encuentran en lechos marinos y plataformas continentales. En la Tabla 1, se muestran estos parámetros, donde p : porosidad (%), ρ_b/ρ_w : densidad del sedimento sobre densidad del agua ($\rho_w=1000\text{ kg/m}^3$), C_p/C_w : Velocidad compresional sobre velocidad del sonido media en agua ($C_w=1500\text{ m/s}$), C_p : velocidad compresional, C_s =Velocidad de corte, α_p : Atenuación asociada a la onda compresional, α_s : Atenuación asociada a la onda de corte. Para limos, arenas y gravas el valor de C_s depende del espesor z de la capa superficial de sedimentos.

La porosidad p se relaciona de una manera directa con la densidad del material y las velocidades de onda, es decir, una porosidad menor da como resultado una densidad mayor y velocidades de onda más altas. Las atenuaciones de onda, generalmente se indican en unidades de dB por longitud de onda, lo que muestra que la atenuación aumenta linealmente con la frecuencia. Los materiales del fondo tienen pérdidas de tres a cuatro órdenes de magnitud mayores que el agua de mar.

Tabla 1. Tabla de propiedades geoacústicas de los sedimentos de fondo. Fuente: Jensen et al., 2014.

Table 1.3 Geoacoustic properties of continental shelf and slope environments

Bottom type	p (%)	ρ_b/ρ_w –	C_p/C_w –	C_p (m/s)	C_s (m/s)	α_p (dB/ λ_p)	α_s (dB/ λ_s)
Clay	70	1.5	1.00	1500	<100	0.2	1.0
Silt	55	1.7	1.05	1575	$c_s^{(1)}$	1.0	1.5
Sand	45	1.9	1.1	1650	$c_s^{(2)}$	0.8	2.5
Gravel	35	2.0	1.2	1800	$c_s^{(3)}$	0.6	1.5
Moraine	25	2.1	1.3	1950	600	0.4	1.0
Chalk	–	2.2	1.6	2400	1000	0.2	0.5
Limestone	–	2.4	2.0	3000	1500	0.1	0.2
Basalt	–	2.7	3.5	5250	2500	0.1	0.2

$$c_s^{(1)} = 80 z^{0.3} \quad c_w = 1500\text{ m/s}, \quad \rho_w = 1000\text{ kg/m}^3$$

$$c_s^{(2)} = 110 z^{0.3}$$

$$c_s^{(3)} = 180 z^{0.3}$$

Para las áreas de exploración el material predominante es fango, el cual es una acumulación de limos y arcillas.

Según Hamilton (1979) para este tipo de materiales se puede emplear la siguiente ecuación para estimar la velocidad de corte:

$$C_s = 116 + 4,65 z$$

Los “Parámetros Base” adoptados para Fangos (FB) y Gravas (GB) son los siguientes:

Identificación	FB	GB
Parámetro	Fangos superiores Cs Hamilton	Gravas por debajo Cs Jensen
Espesor capa z (m)	15	30
C_p (m/s)	1.500	1.800
ρ (kg/m ³)	1.500	2.000
C_s (m/s)	186	499
C_s adoptado (m/s)	186	500
A_p (dB/ λ_p)	0,2	0,6
A_s (dB/ λ_s)	1,0	1,5

Se realizaron modelaciones para cada punto de análisis, representativo de la zona de estudio, habiendo considerado las frecuencias, tipos de suelo y meses del año en los que puede realizarse la prospección, según fue mencionado previamente.

Se muestra como ejemplo, a continuación, la tabla con la nomenclatura y condiciones de modelación, para el punto de análisis SO. La misma secuencia fue repetida para analizar los puntos SE, O, N y E, modificando la profundidad de la batimetría y los perfiles oceanográficos según correspondiese, con el fin de seleccionar el perfil de velocidad de sonido y densidad mas conservativo.

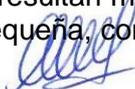
Nomenclatura	Batimetría / profund.	Perfil sonido	Frecuencias (FFF)	Z espesor capa (m)	Cp (m/s)	ρ (kg/m3)	Cs (m/s)	Ap (dB/ λ)	As (dB/wlen)	Tipo Capa (Superior / Inferior)
SO-1000-ENE-AB-GB	Uniforme 1000 m	SO-1000- Enero	Octavas 20; 40; 80; 160; 320	15	1.650	1.900	250	0,8	2,5	Arena par. base -AB
				30	1.800	2.000	500	0,6	1,5	Grava par. base-GB
SO-1000-FEB-AB-GB	Uniforme 1000 m	SO-1000- Febrero	Octavas 20; 40; 80; 160; 320	15	1.650	1.900	250	0,8	2,5	Arena par. base -AB
				30	1.800	2.000	500	0,6	1,5	Grava par. base-GB
SO-1000-MAR-AB-GB	Uniforme 1000 m	SO-1000- Marzo	Octavas 20; 40; 80; 160; 320	15	1.650	1.900	250	0,8	2,5	Arena par. base -AB
				30	1.800	2.000	500	0,6	1,5	Grava par. base-GB
SO-1000-ENE-FB-GB	Uniforme 1000 m	SO-1000- Enero	Octavas 20; 40; 80; 160; 320	15	1.500	1.500	186	0,2	1	Fango par. base -FB
				30	1.800	2.000	500	0,6	1,5	Grava par. base-GB
SO-1000-FEB-FB-GB	Uniforme 1000 m	SO-1000- Febrero	Octavas 20; 40; 80; 160; 320	15	1.500	1.500	186	0,2	1	Fango par. base -FB
				30	1.800	2.000	500	0,6	1,5	Grava par. base-GB
SO-1000-MAR-FB-GB	Uniforme 1000 m	SO-1000- Marzo	Octavas 20; 40; 80; 160; 320	15	1.500	1.500	186	0,2	1	Fango par. base -FB
				30	1.800	2.000	500	0,6	1,5	Grava par. base-GB
SO-1000-ENE-FB-AB	Uniforme 1000 m	SO-1000- Enero	Octavas 20; 40; 80; 160; 320	15	1.500	1.500	186	0,2	1	Fango par. base -FB
				30	1.650	1.900	250	0,8	2,5	Arena par. base-AB
SO-1000-FEB-FB-AB	Uniforme 1000 m	SO-1000- Febrero	Octavas 20; 40; 80; 160; 320	15	1.500	1.500	186	0,2	1	Fango par. base -FB
				30	1.650	1.900	250	0,8	2,5	Arena par. base-AB
SO-1000-MAR-FB-AB	Uniforme 1000 m	SO-1000- Marzo	Octavas 20; 40; 80; 160; 320	15	1.500	1.500	186	0,2	1	Fango par. base -FB
				30	1.650	1.900	250	0,8	2,5	Arena par. base-AB

Se presentan en las figuras a continuación los resultados de Pérdida de Transmisión para las modelaciones de sensibilidad a los perfiles de velocidad del sonido y densidad, y tipo de suelo, según el punto de análisis y frecuencia. Dado que se han generado centenares de imágenes bidimensionales, se incluye una selección de las mismas, con el objeto de ilustrar como influyen las diferentes condiciones de cómputo, que en algunos casos prácticamente no cambian el resultado, mientras que en otros sí se producen variaciones.

Se puede observar en los resultados, para todos los puntos de análisis, que para frecuencias menores a 80 Hz el tipo de suelo FB-GB (Fangos sobre Gravas), resulta más conservativo que los otros tipos analizados para todos los perfiles oceanográficos considerados. A partir de los 160 Hz se invierte esta tendencia y se observa que el tipo de suelo AB-GB (Arena sobre Grava) se convierte en el más conservativo, para todos los perfiles oceanográficos. Las diferencias se producen en distancias en general superiores a unos 4 a 10 km según el punto y la frecuencia, dado que para distancias menores a 1 a 3 km los resultados son prácticamente idénticos.

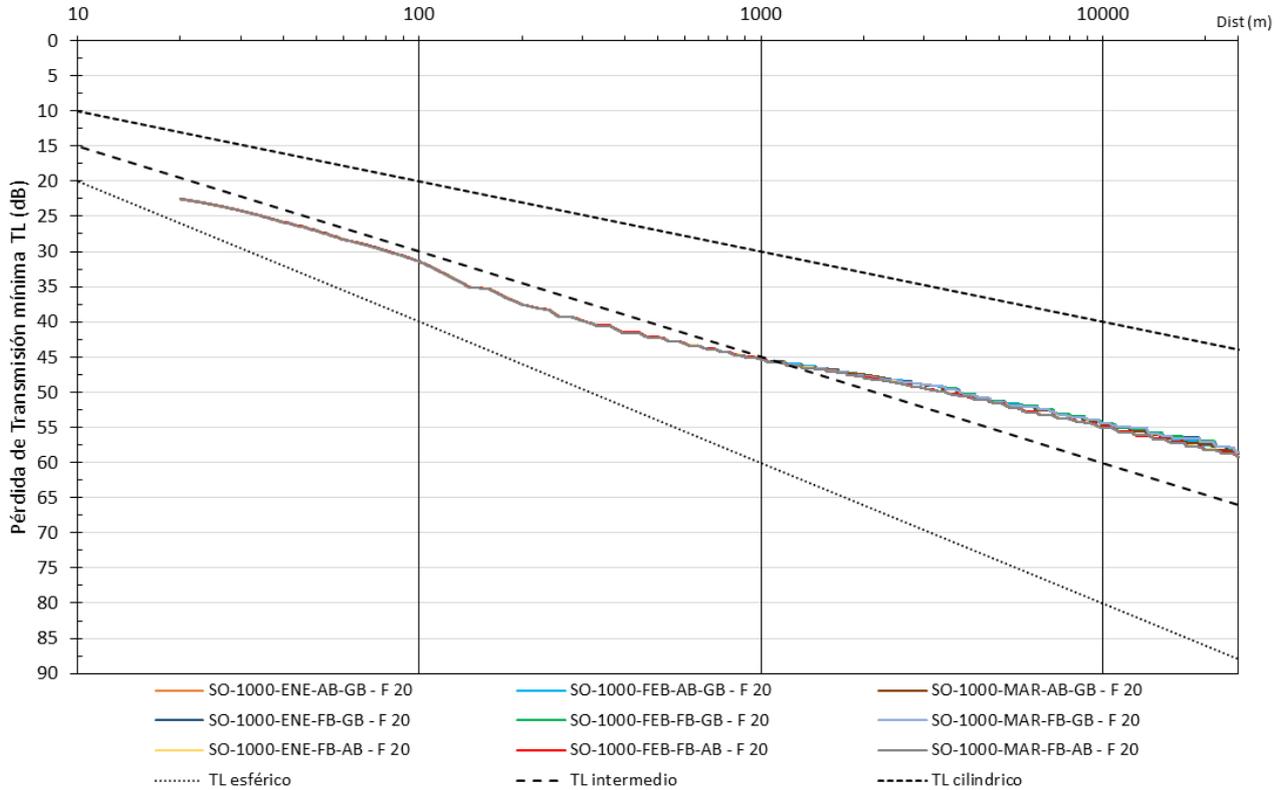
Este último hecho muestra que las diferencias en los resultados de TL se manifiestan recién en distancias del orden o superiores a la profundidad de agua, dependiendo entonces mucho más del tipo de suelo que de los perfiles oceanográficos.

También se advierte de los resultados que los perfiles de Enero en la subzona más hacia el Sur y Octubre en la subzona más hacia el Norte, resultan mas conservativos, sin embargo, la diferencia entre perfiles oceanográficos resulta muy pequeña, con diferencias apenas perceptibles.

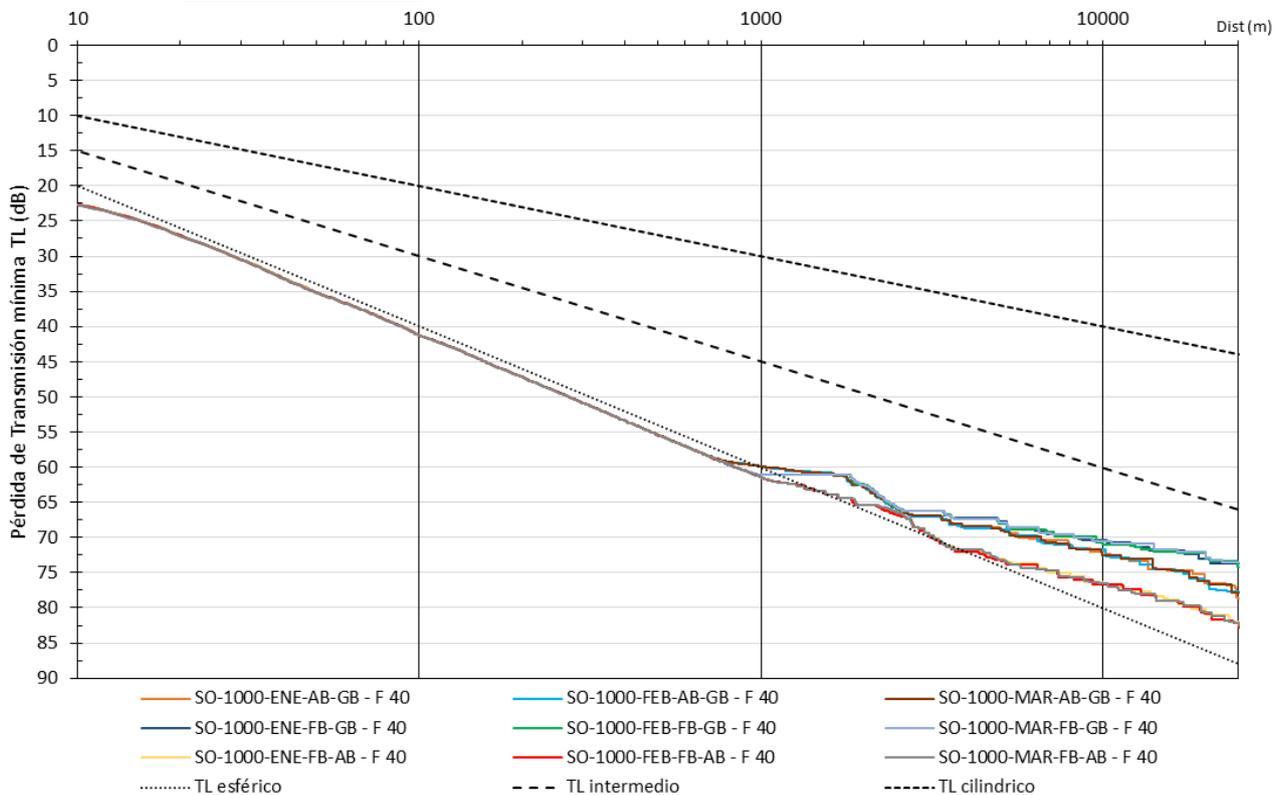


1. Punto SO. Profundidad 1000 m

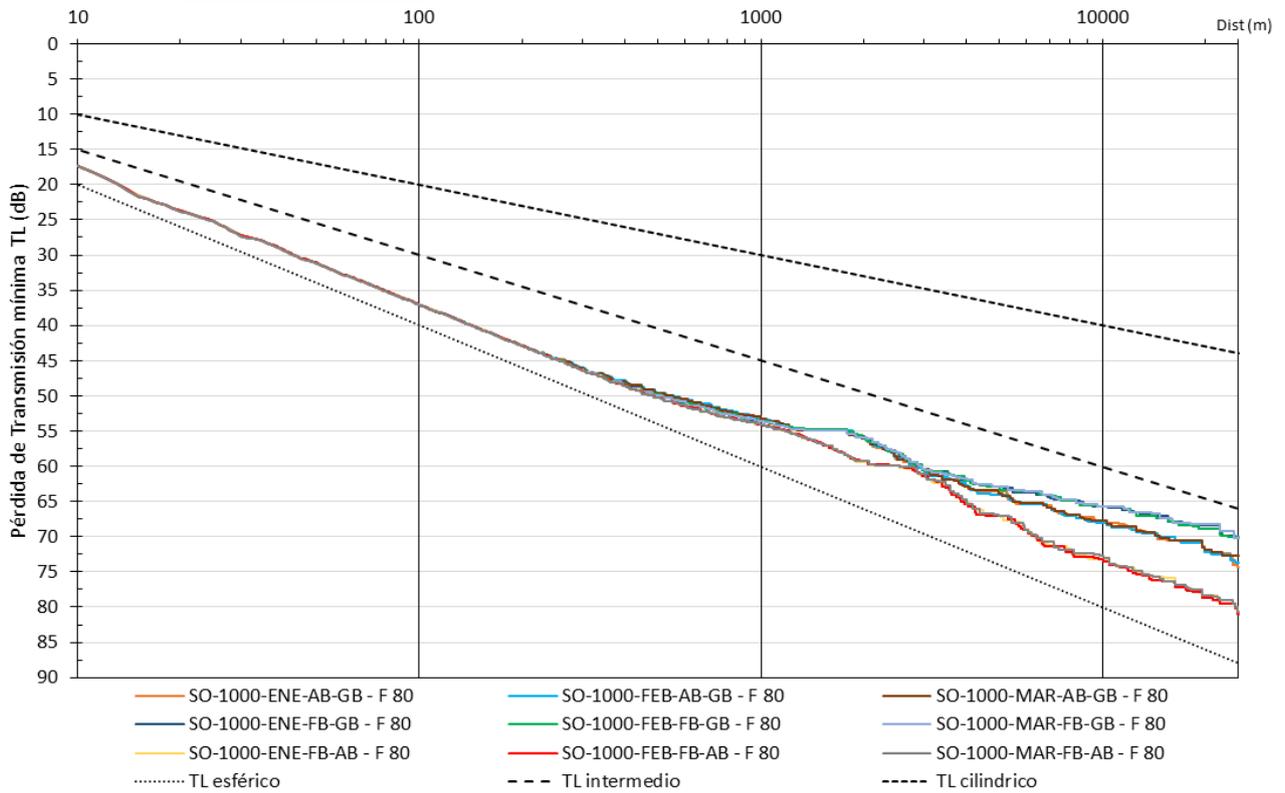
a. Frecuencia 20 Hz.



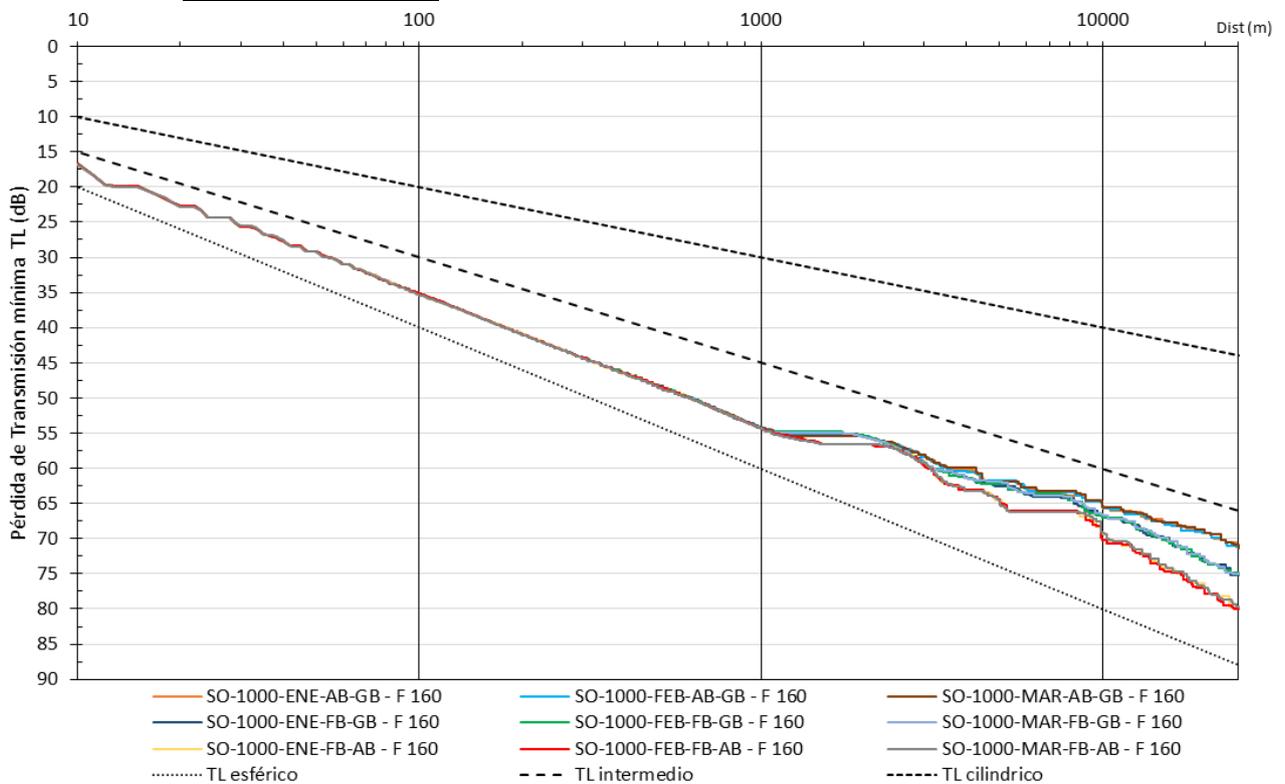
b. Frecuencia 40 Hz.



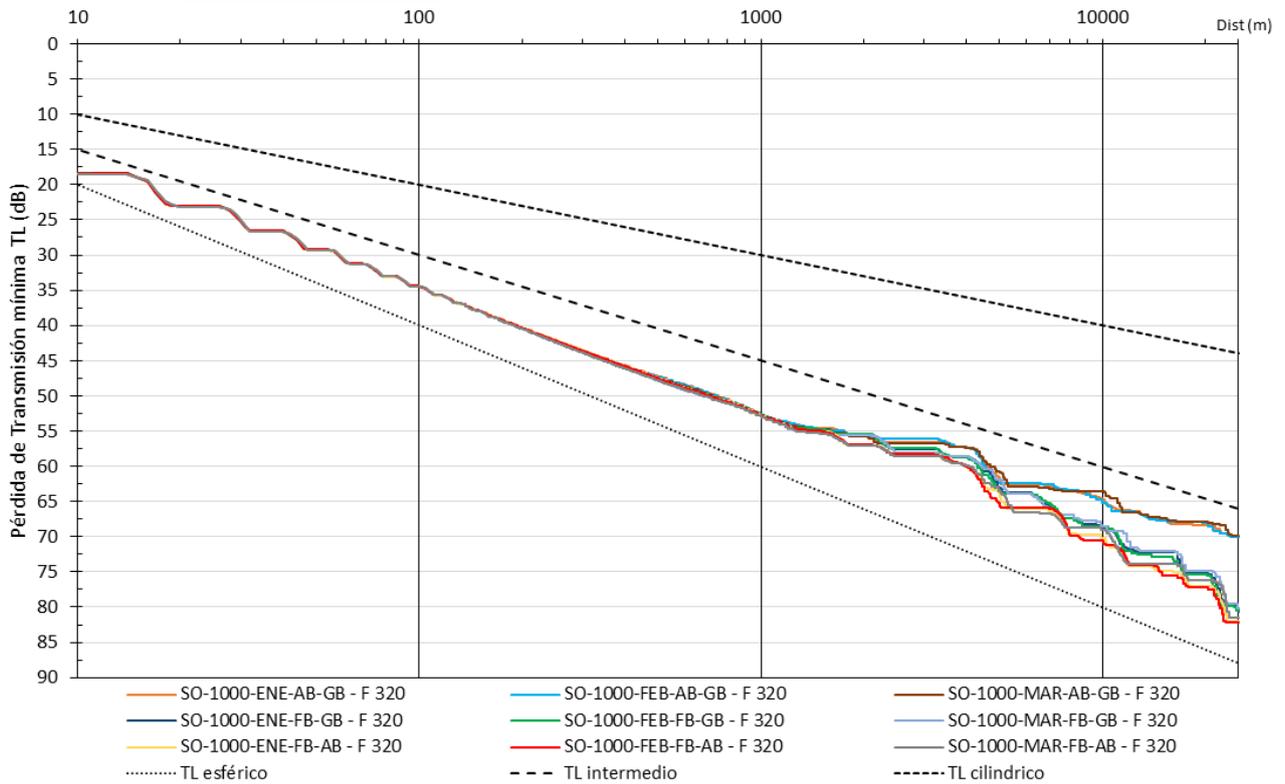

c. Frecuencia 80 Hz.



d. Frecuencia 160 Hz.

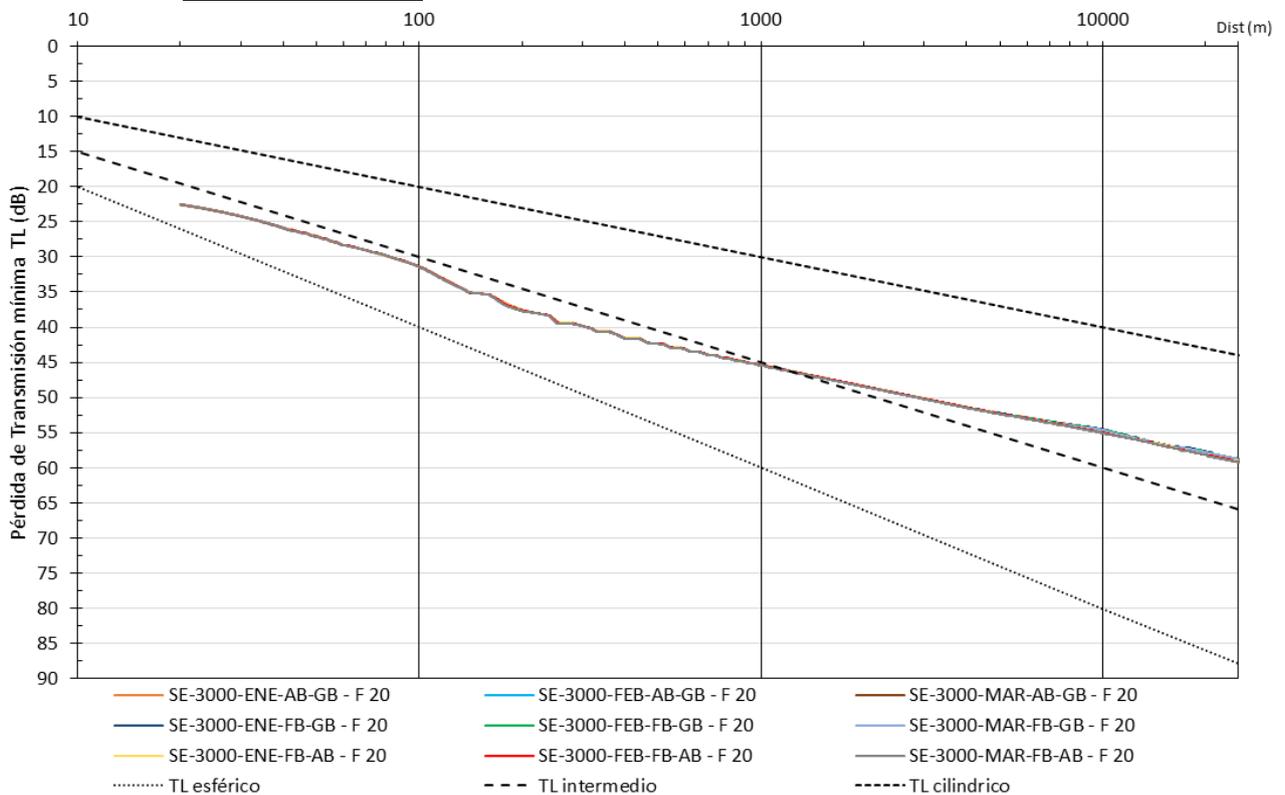



e. Frecuencia 320 Hz.

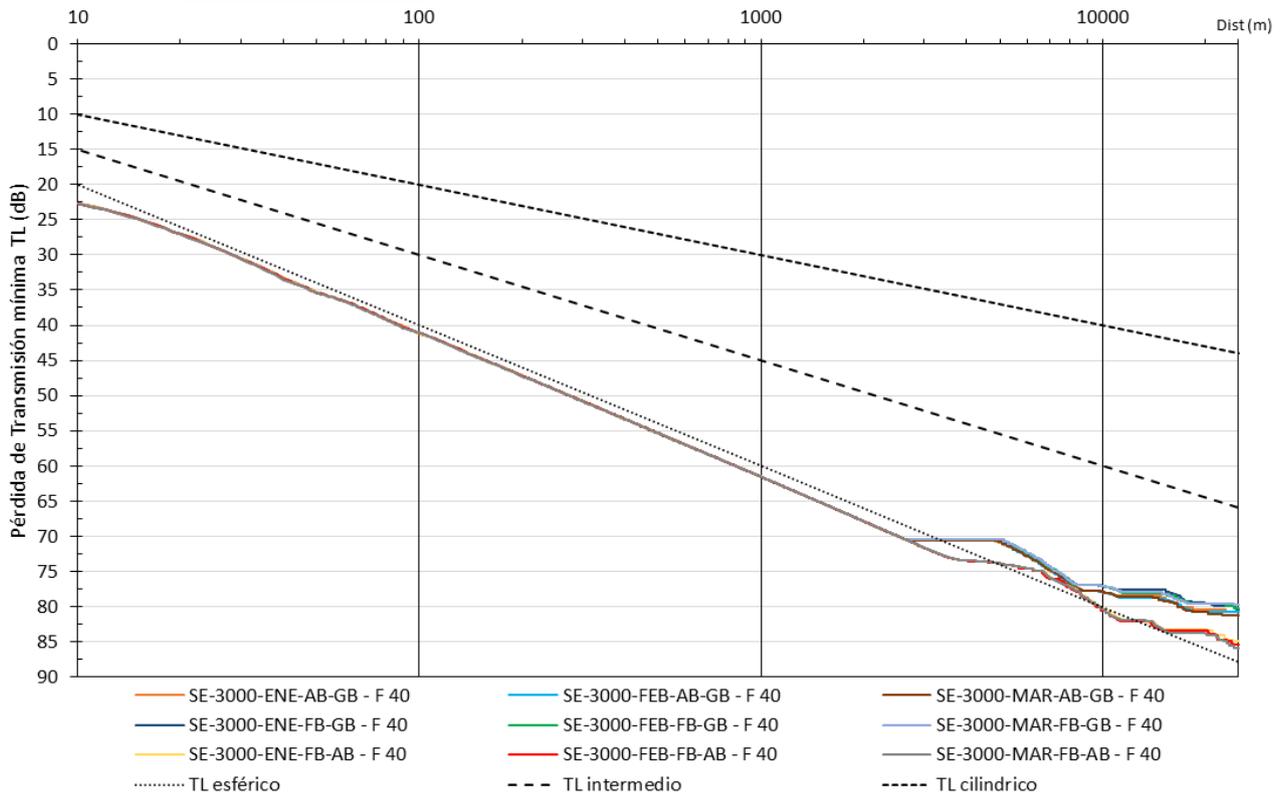


2. Punto SE. Profundidad 3000 m.

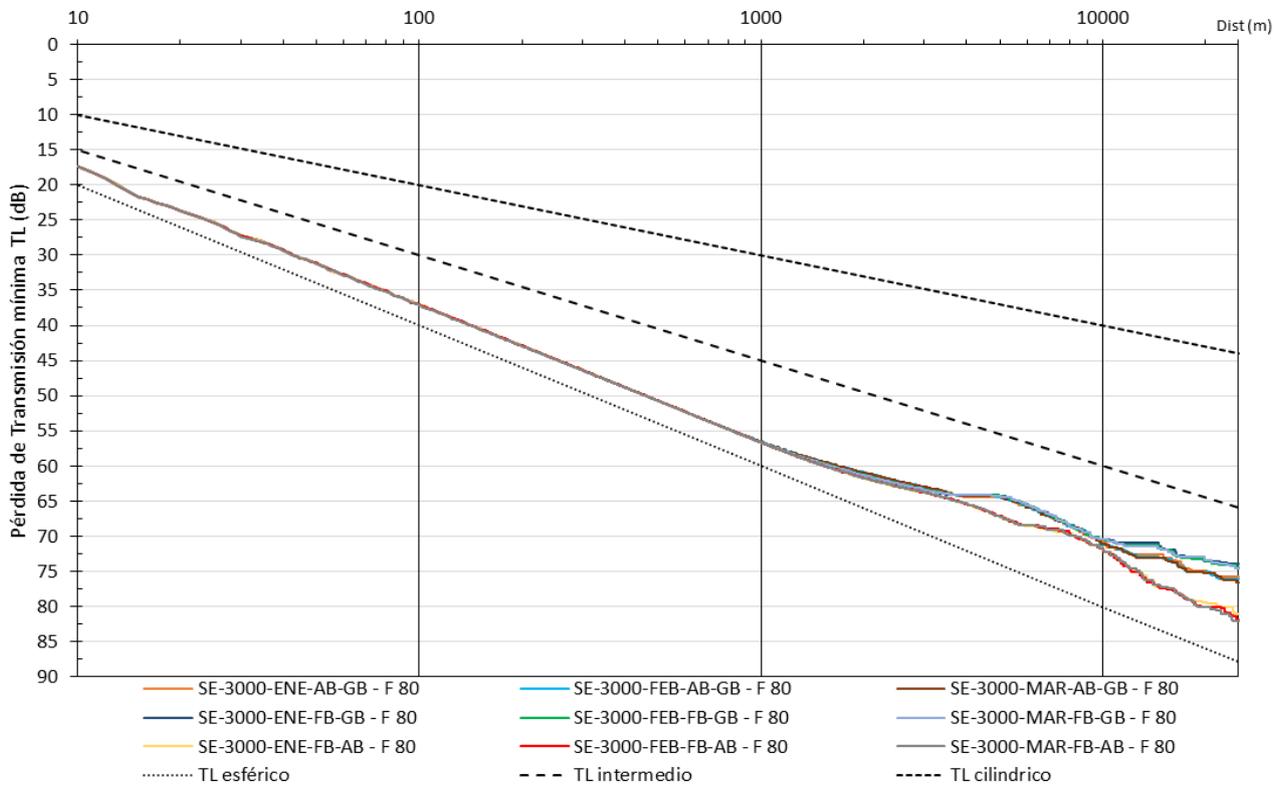
a. Frecuencia 20 Hz.



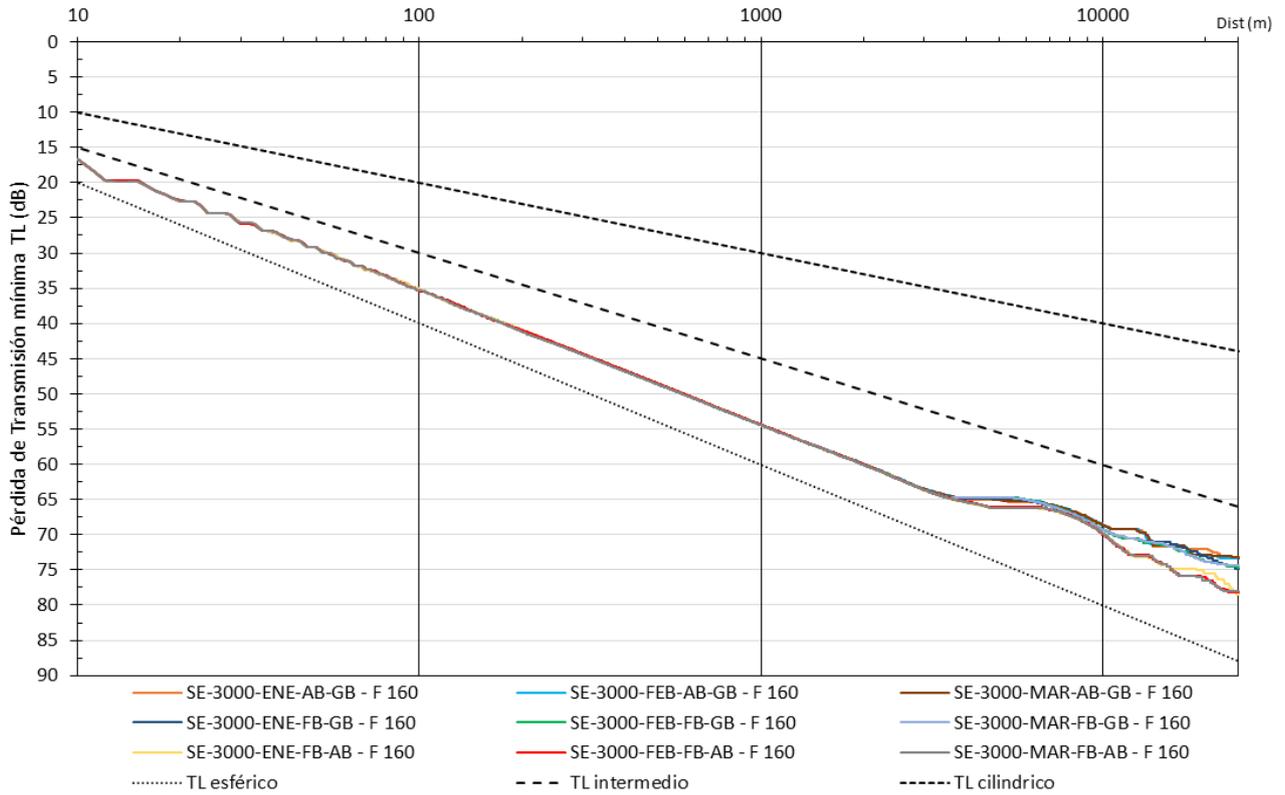

b. Frecuencia 40 Hz.



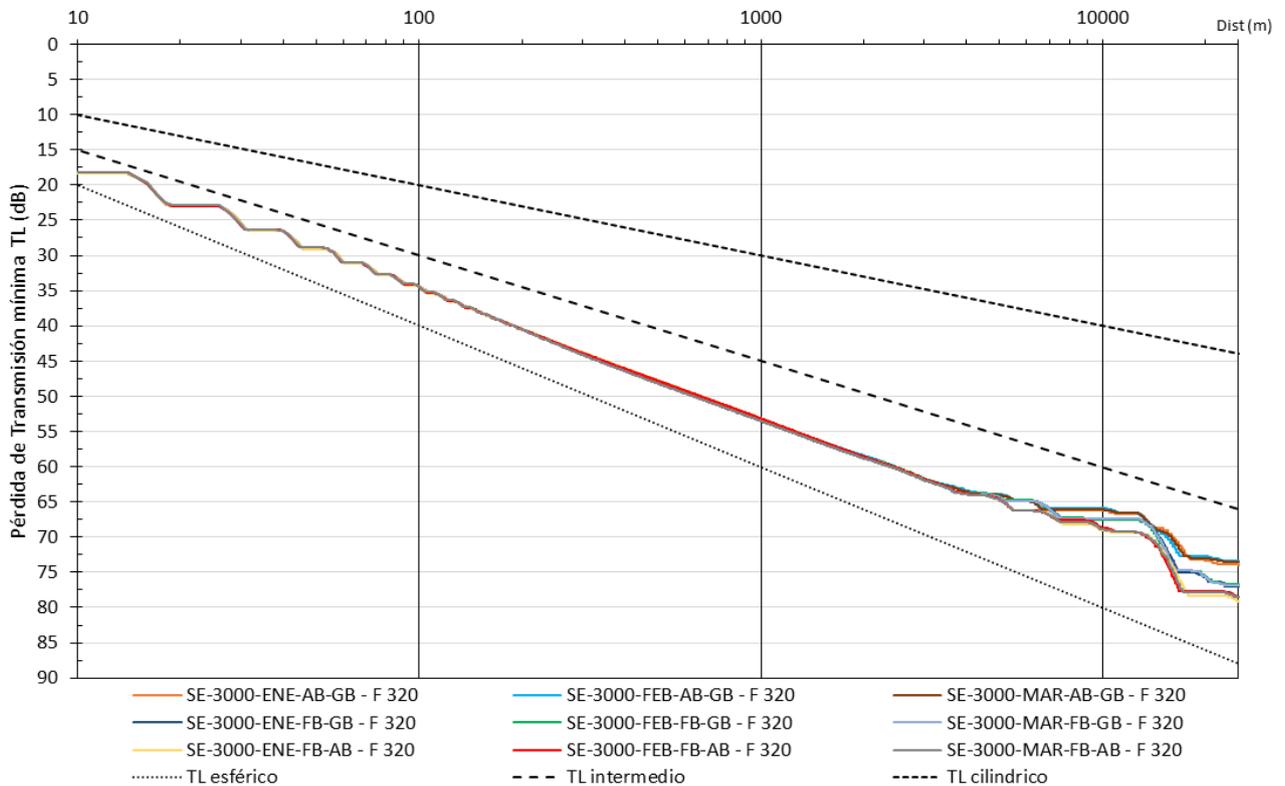
c. Frecuencia 80 Hz.




d. Frecuencia 160 Hz.

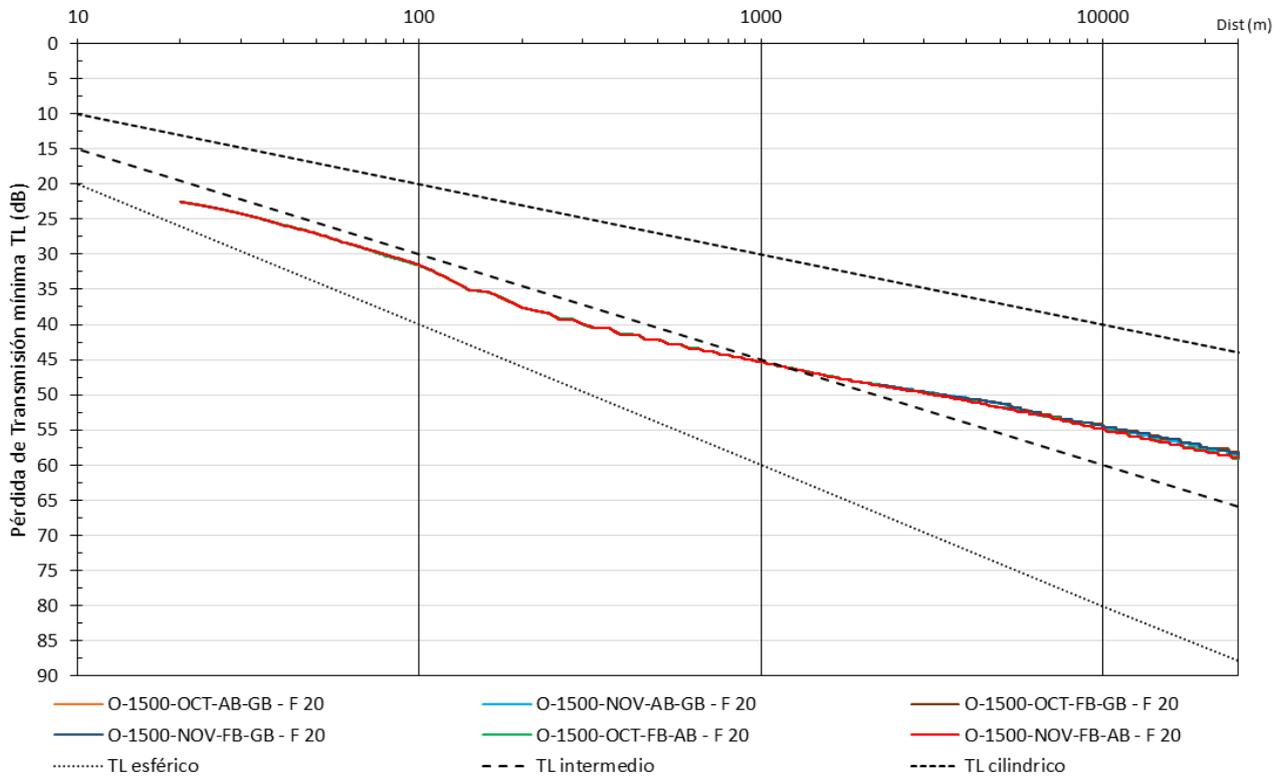


e. Frecuencia 320 Hz.

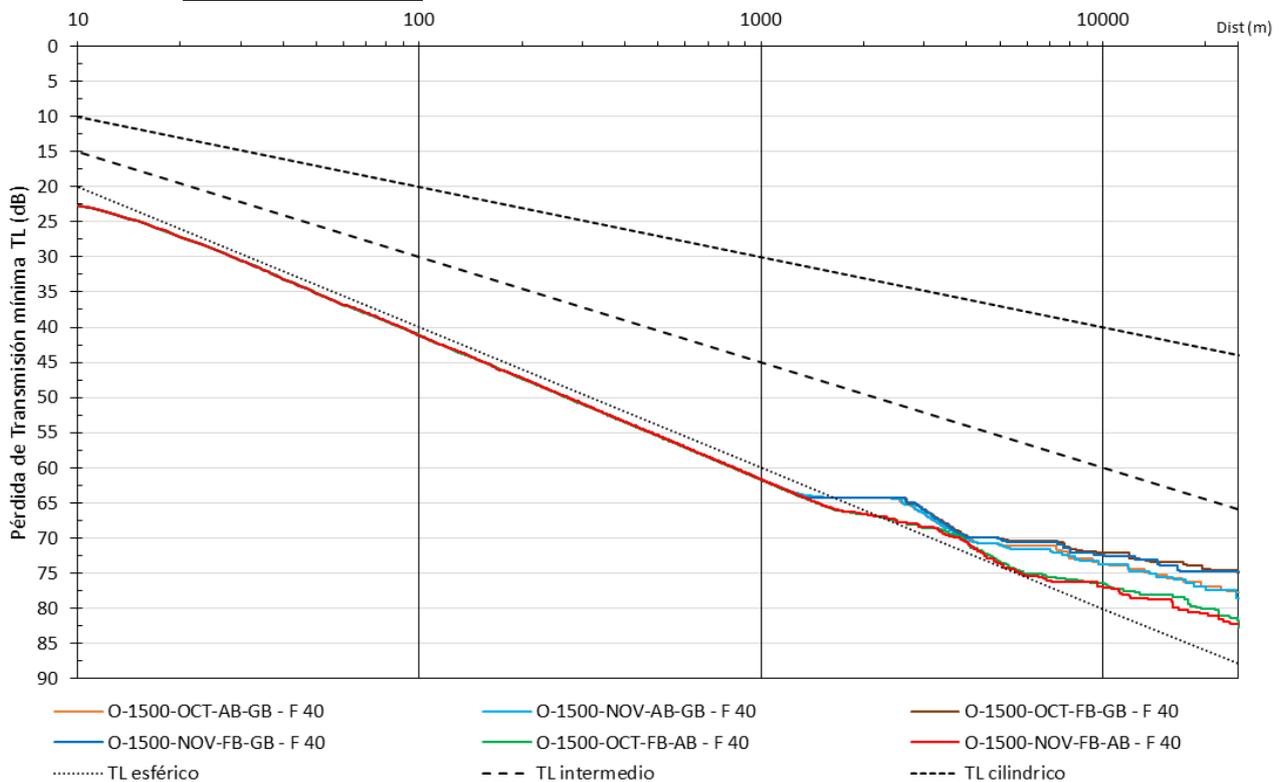



3. Punto O. Profundidad 1500 m.

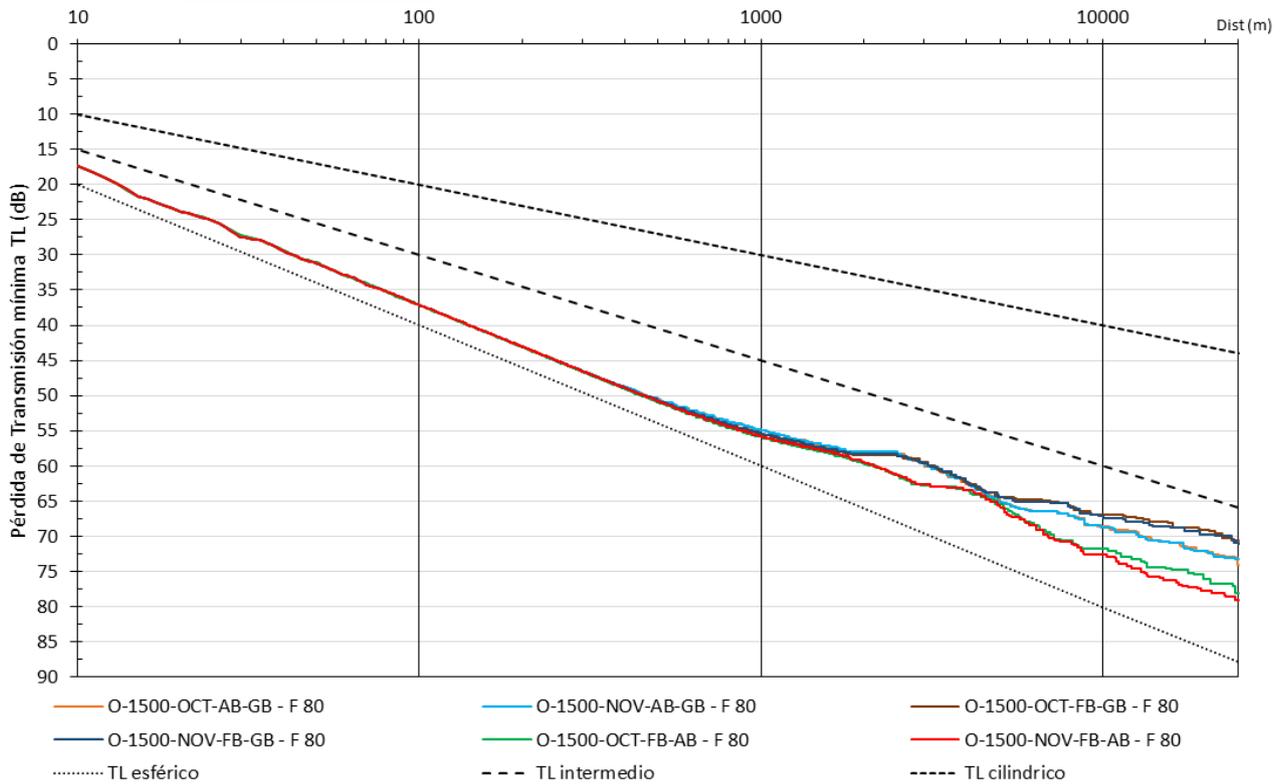
a. Frecuencia 20 Hz.



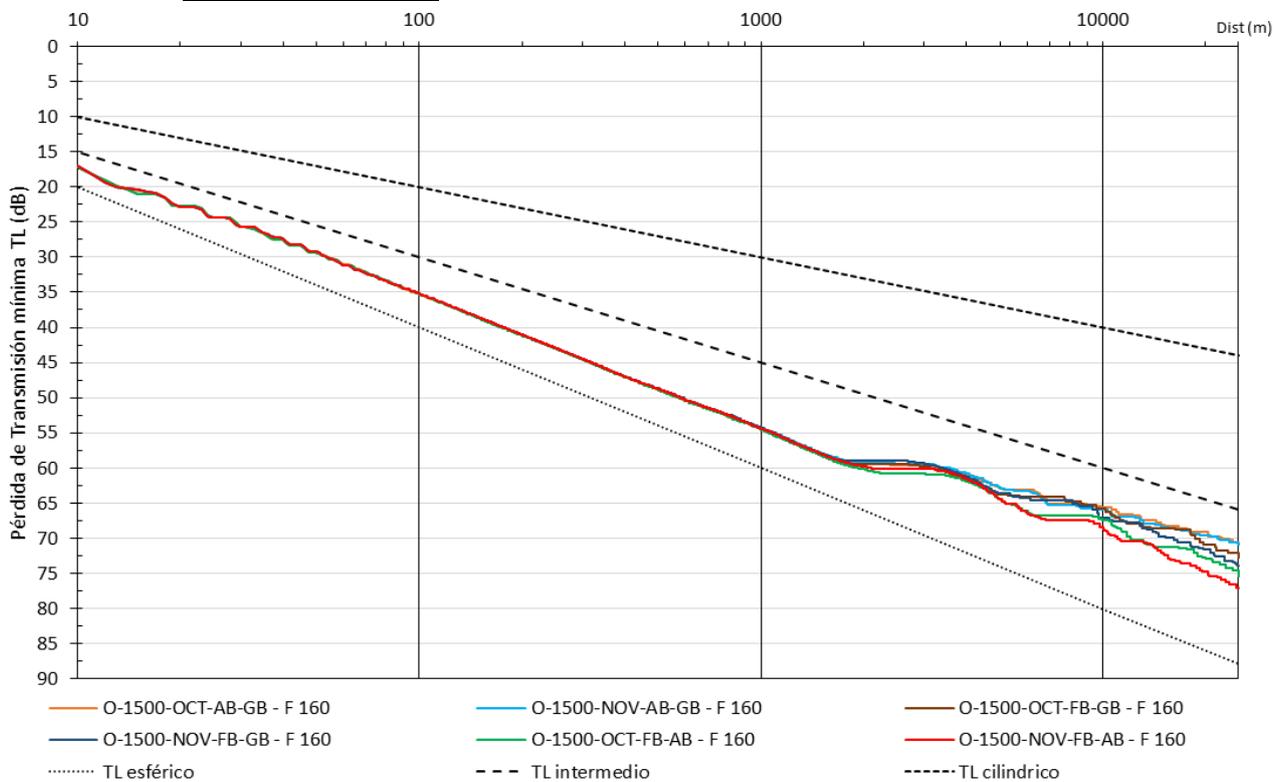
b. Frecuencia 40 Hz.



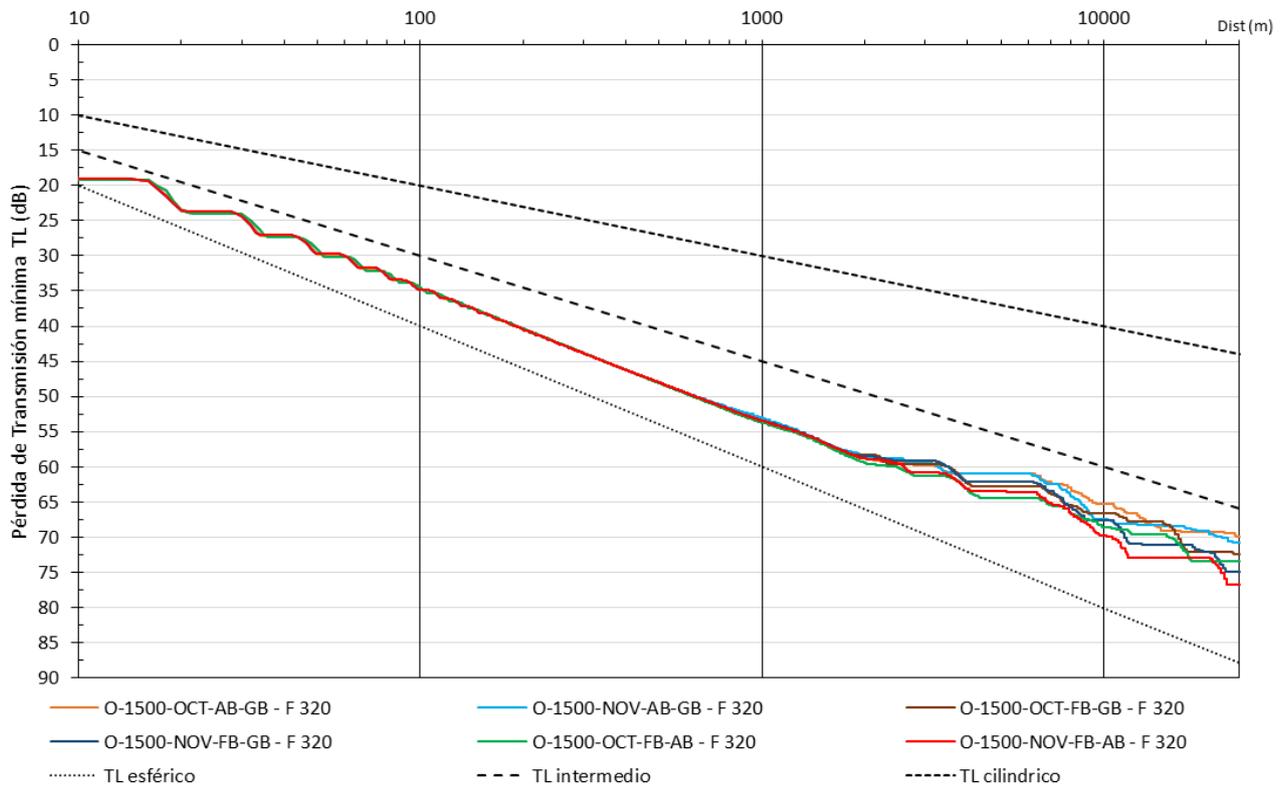

c. Frecuencia 80 Hz.



d. Frecuencia 160 Hz.

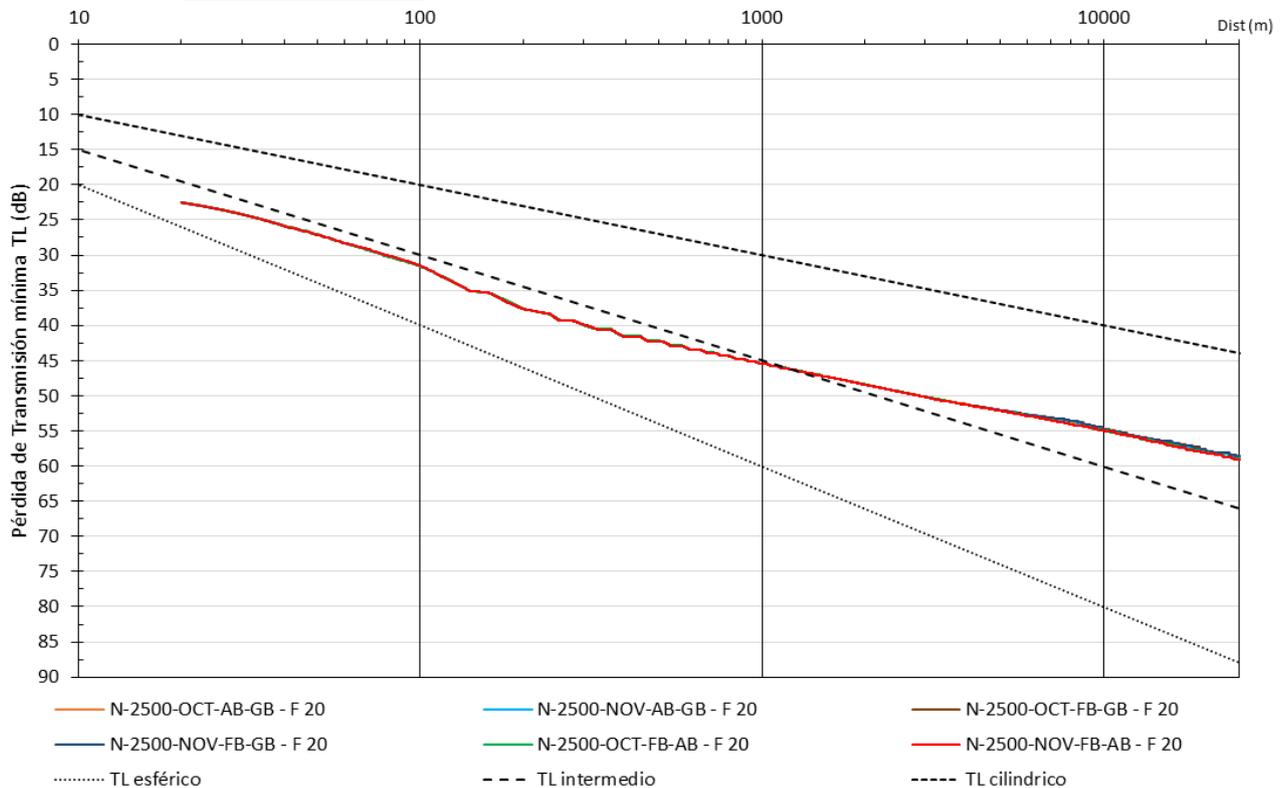



e. Frecuencia 320 Hz.

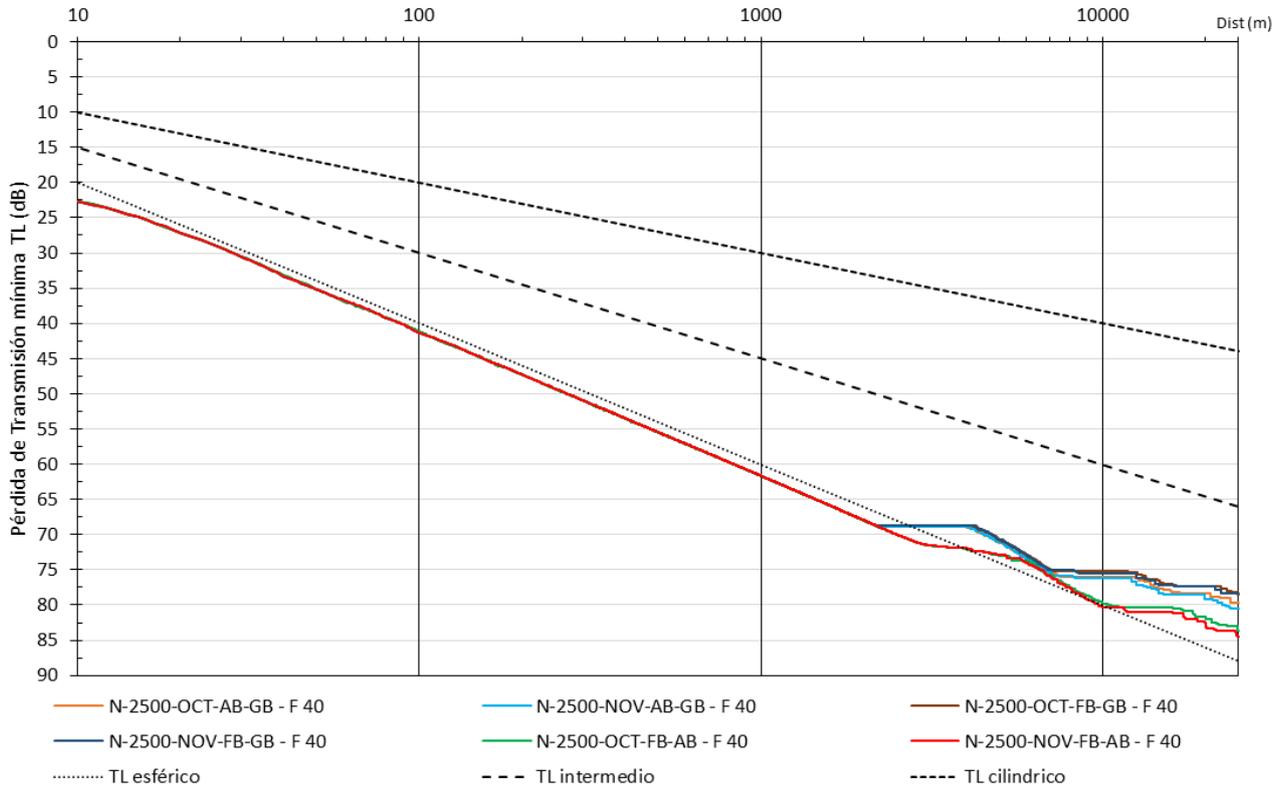


4. Punto N. Profundidad 2500 m.

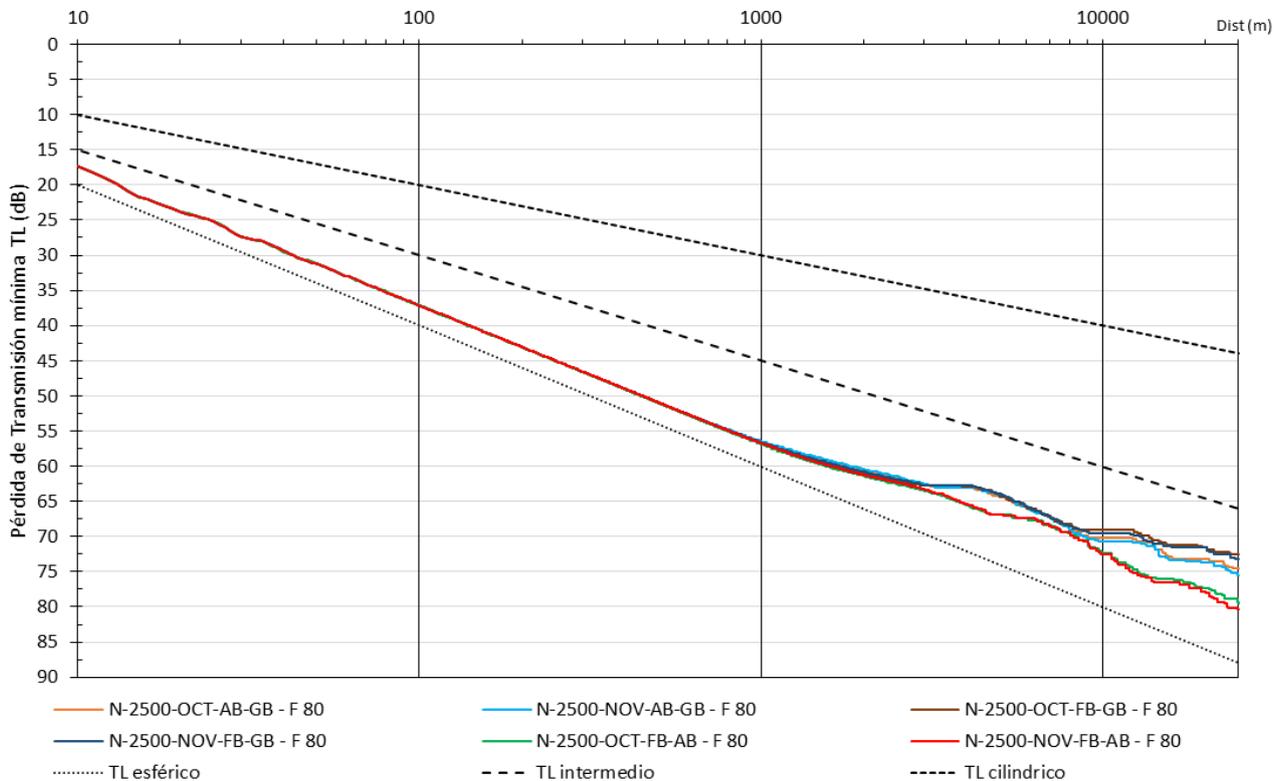
a. Frecuencia 20 Hz.



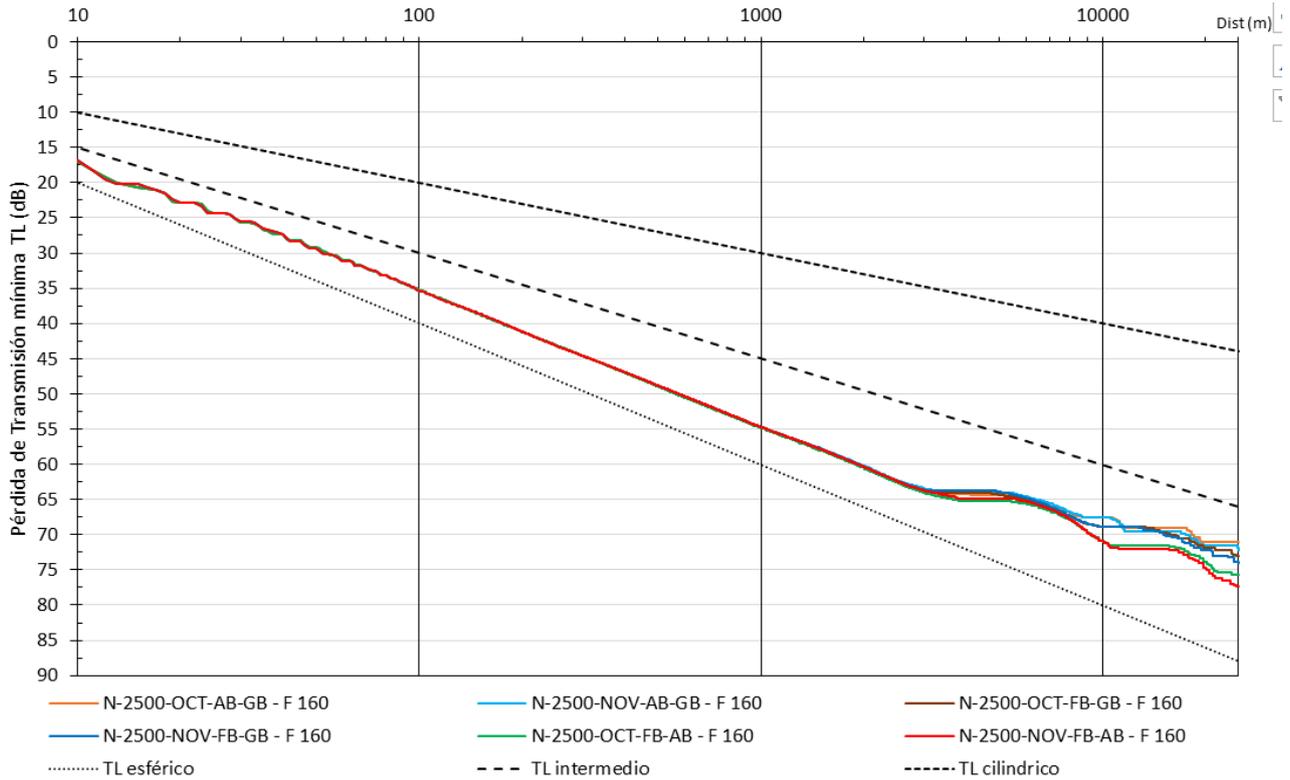

b. Frecuencia 40 Hz.



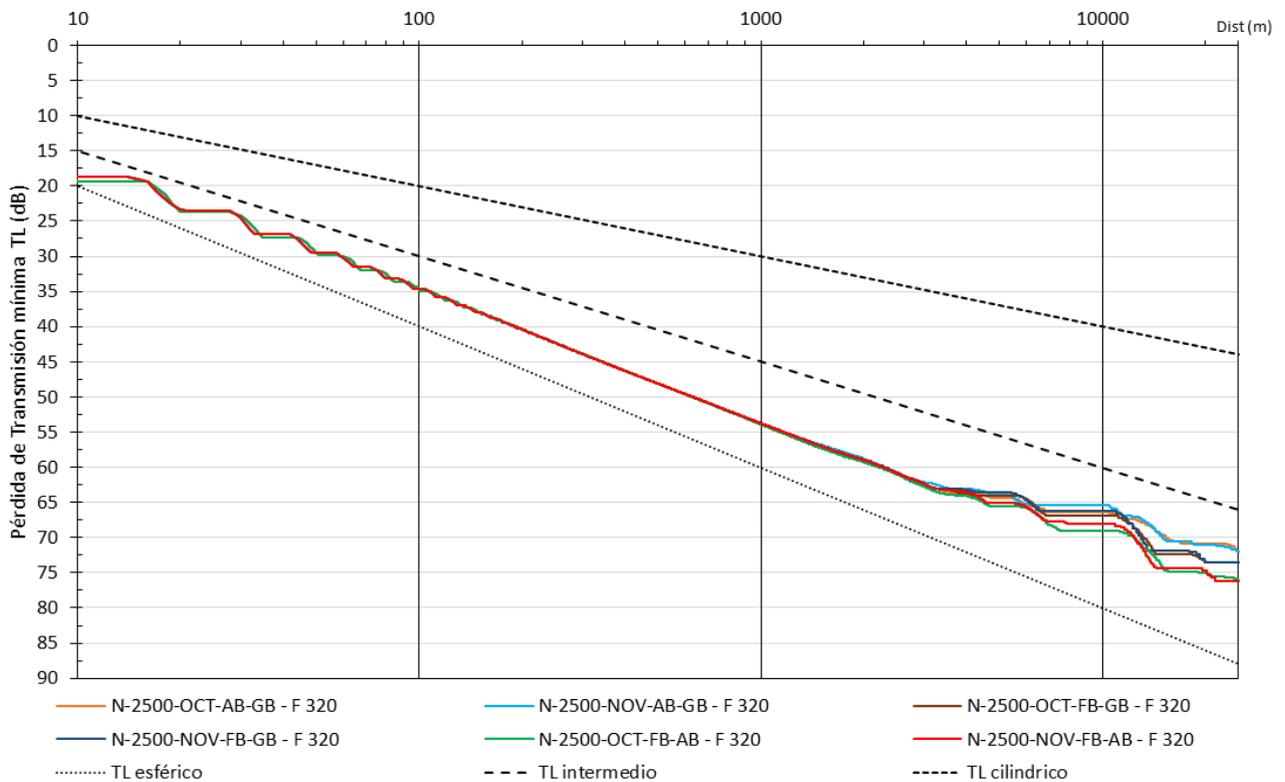
c. Frecuencia 80 Hz.




d. Frecuencia 160 Hz.

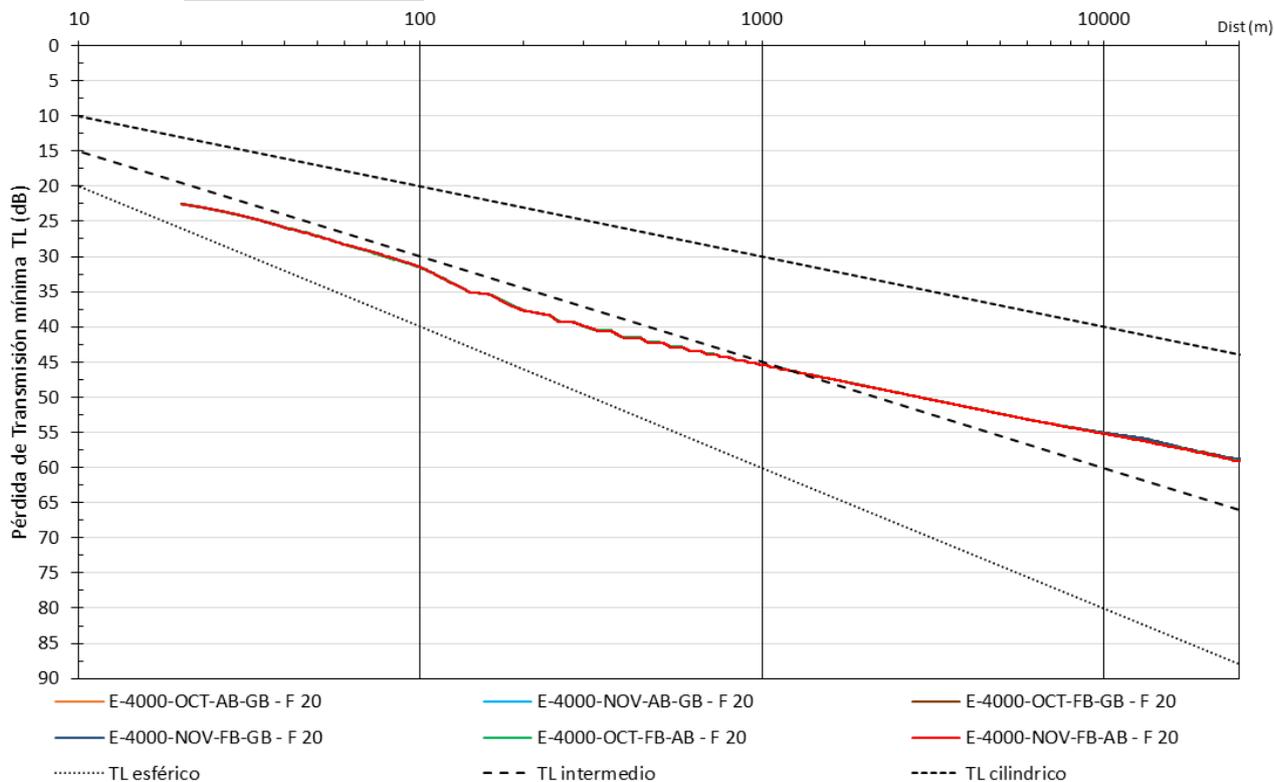


e. Frecuencia 320 Hz.

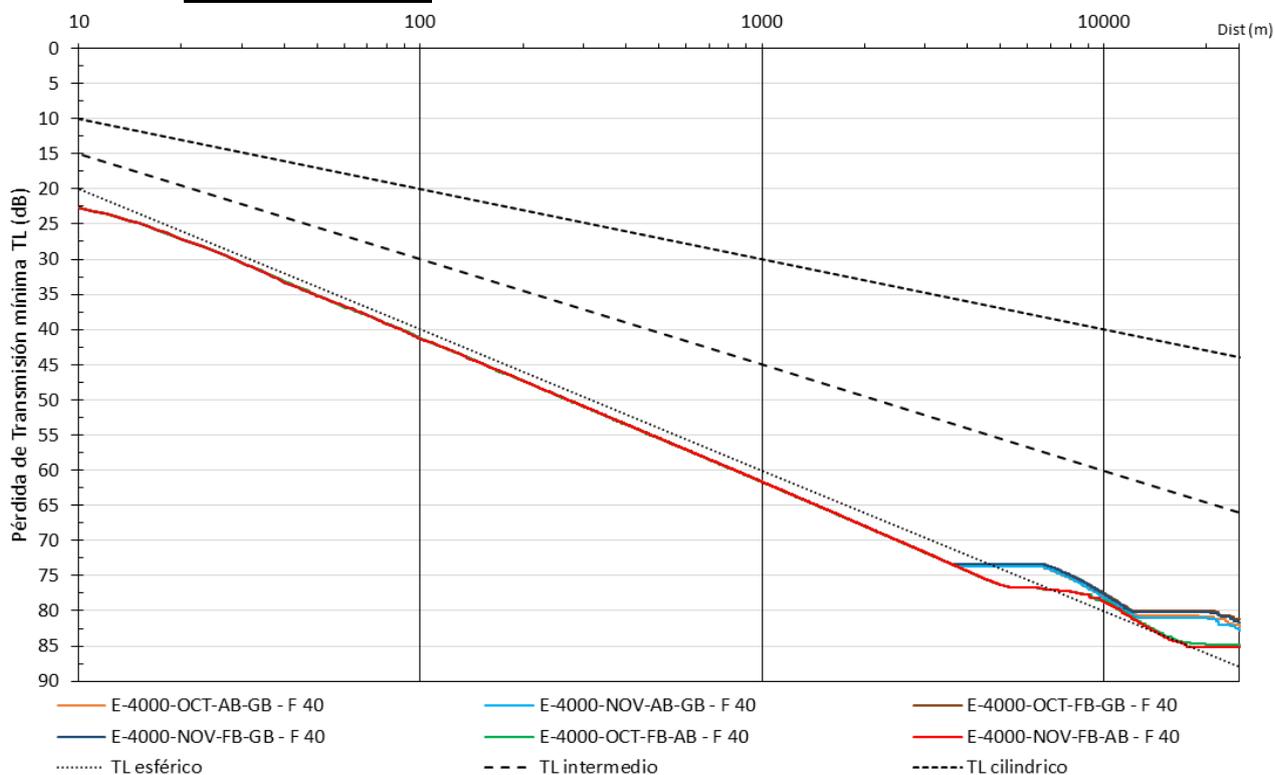



5. Punto E. Profundidad 4000 m.

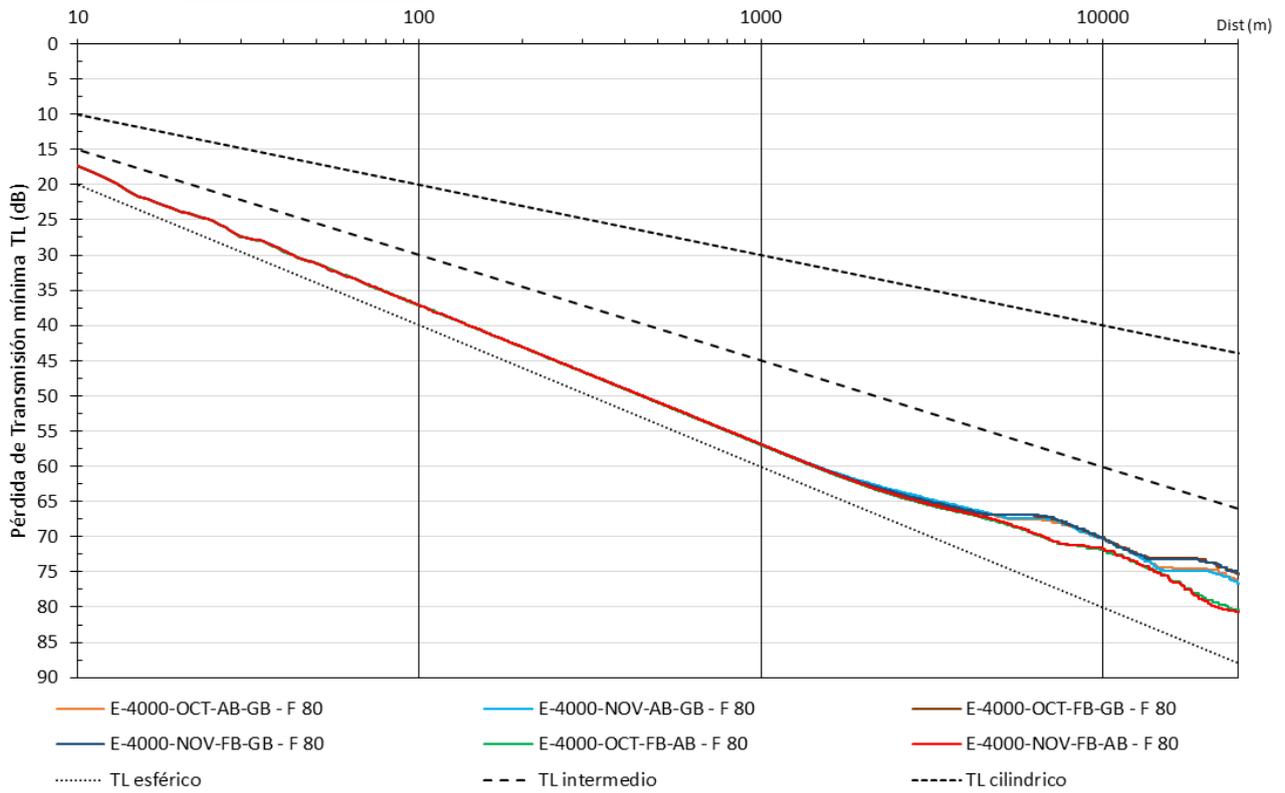
a. Frecuencia 20 Hz.



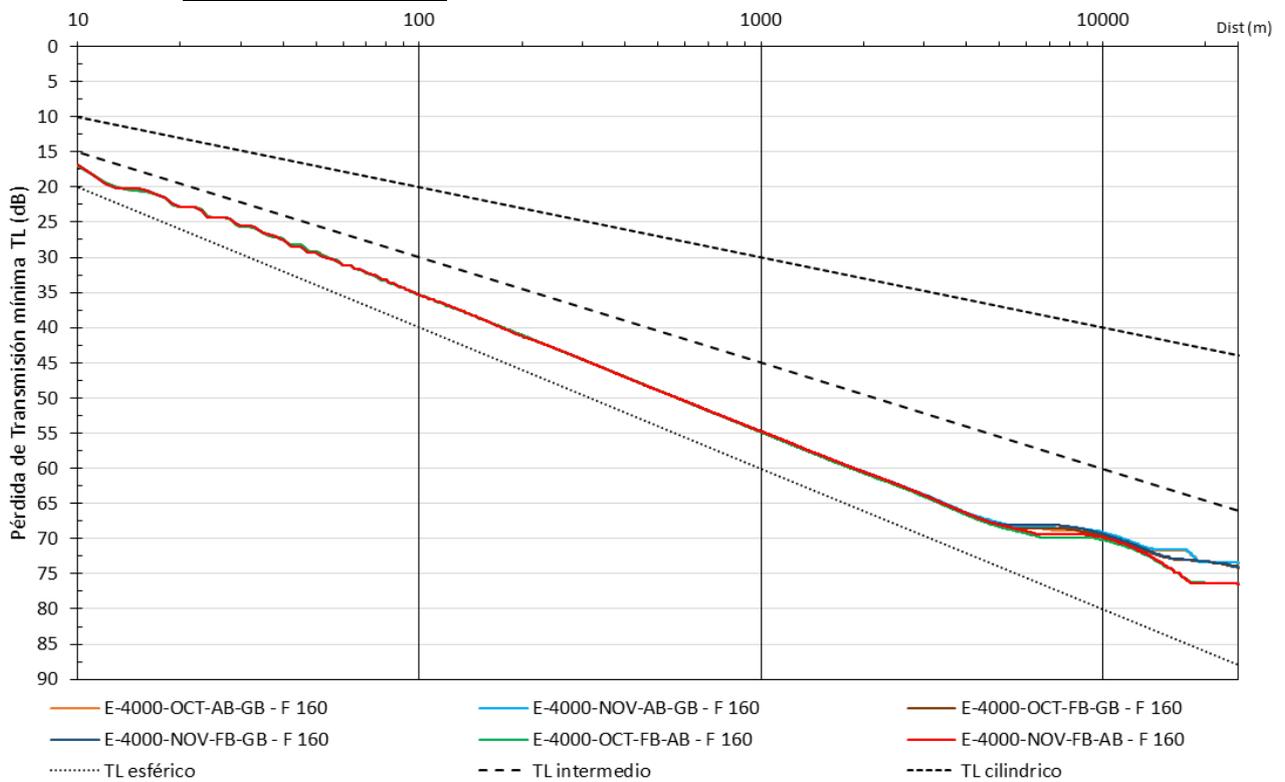
b. Frecuencia 40 Hz.



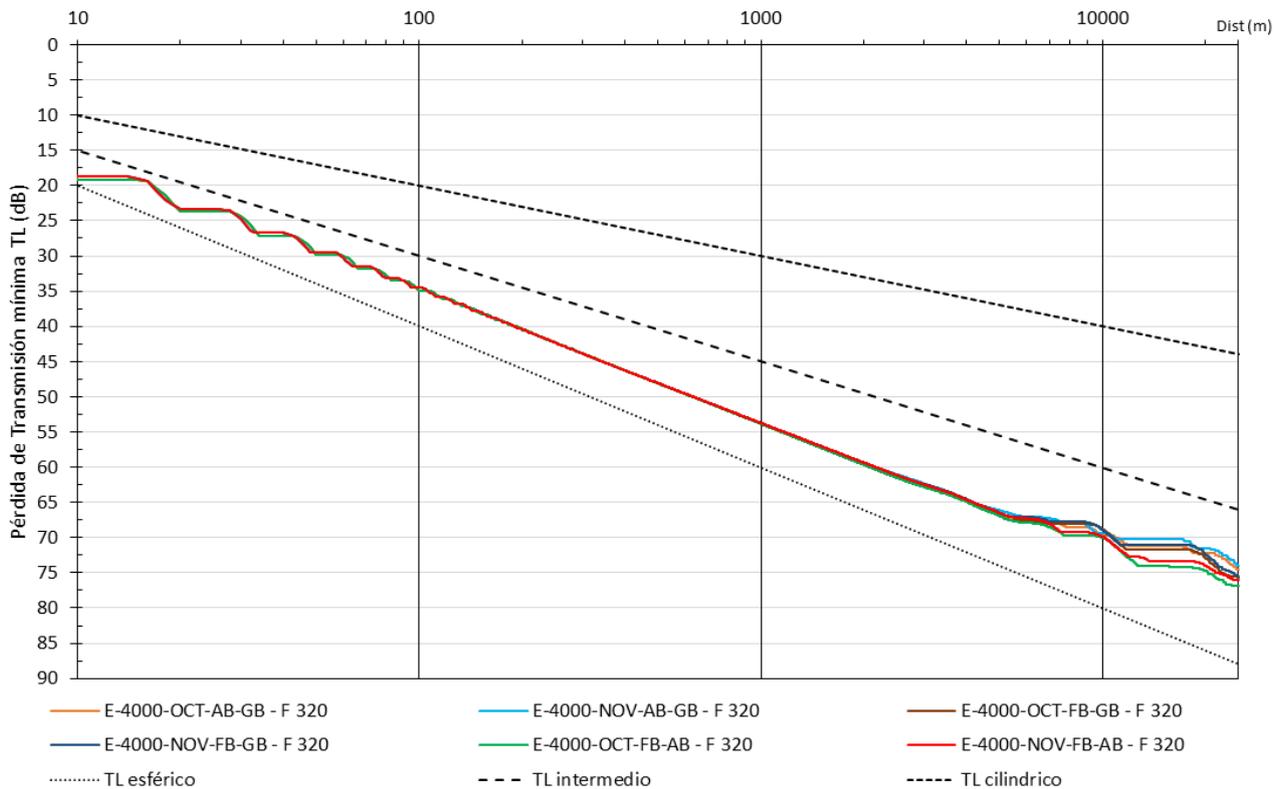

c. Frecuencia 80 Hz.



d. Frecuencia 160 Hz.




e. Frecuencia 320 Hz.



2 SENSIBILIDAD AL PUNTO DE UBICACIÓN Y TIPO DE SUELO.

A continuación se analizó la sensibilidad respecto al punto de ubicación y tipo de suelo. Para ello se compararon los resultados de todos los puntos y para cada frecuencia, con tipo de suelo FB-GB (Frango sobre Grava) y AB-GB (Arena sobre Grava), seleccionando los escenarios que resultaron mas conservativos en el punto anterior, esto es, mes de Enero en la subzona más hacia el Sur y mes de Octubre en la subzona más hacia el Norte.

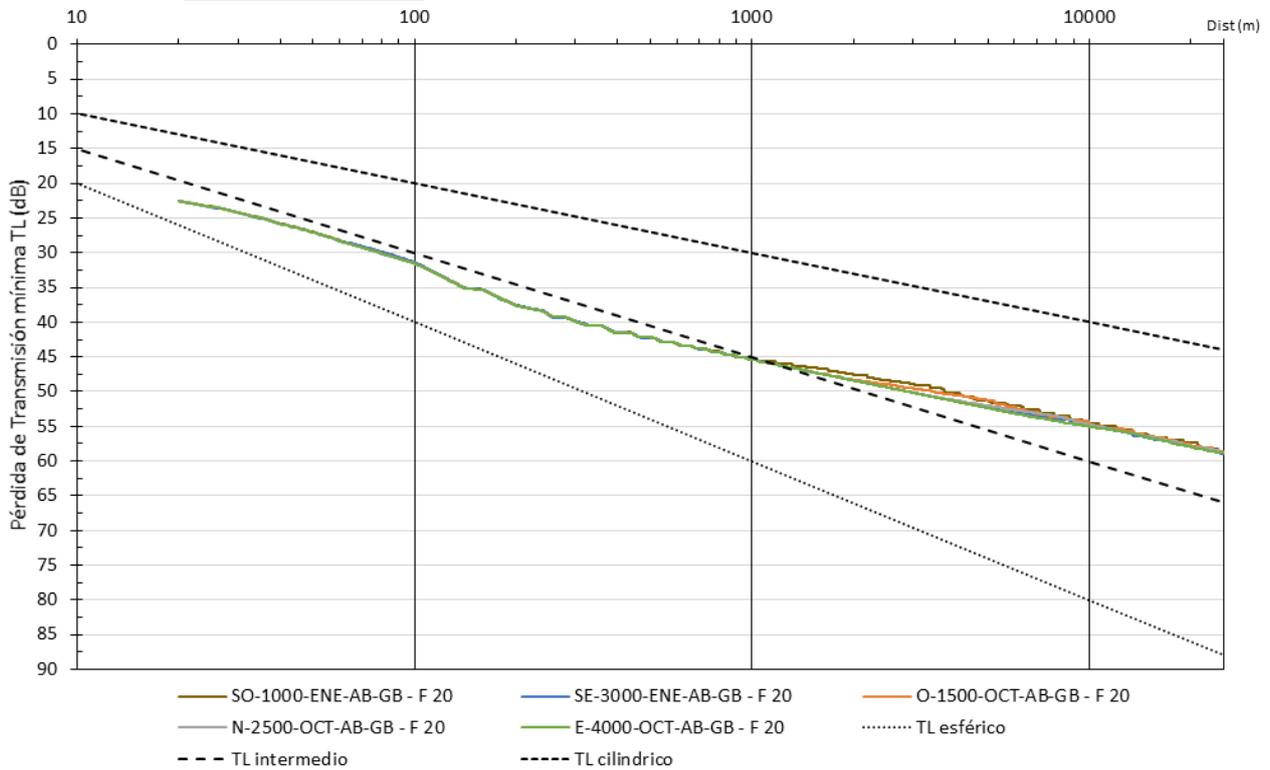
Se presentan a continuación las figuras con la comparación de los resultados según tipo de suelo, para todos los puntos, por frecuencia.

De las figuras se puede concluir que en todas las frecuencias la condición más conservativa, para ambos tipos de suelo, es la dada por el punto SO (profundidad 1000 m) con perfil oceanográfico Enero (SO-1000-ENE), salvo para la frecuencia 320 Hz donde a mas de 5 km ya se observa que resulta mas conservativo el punto O (profundidad 1500 m) con perfil de Octubre.

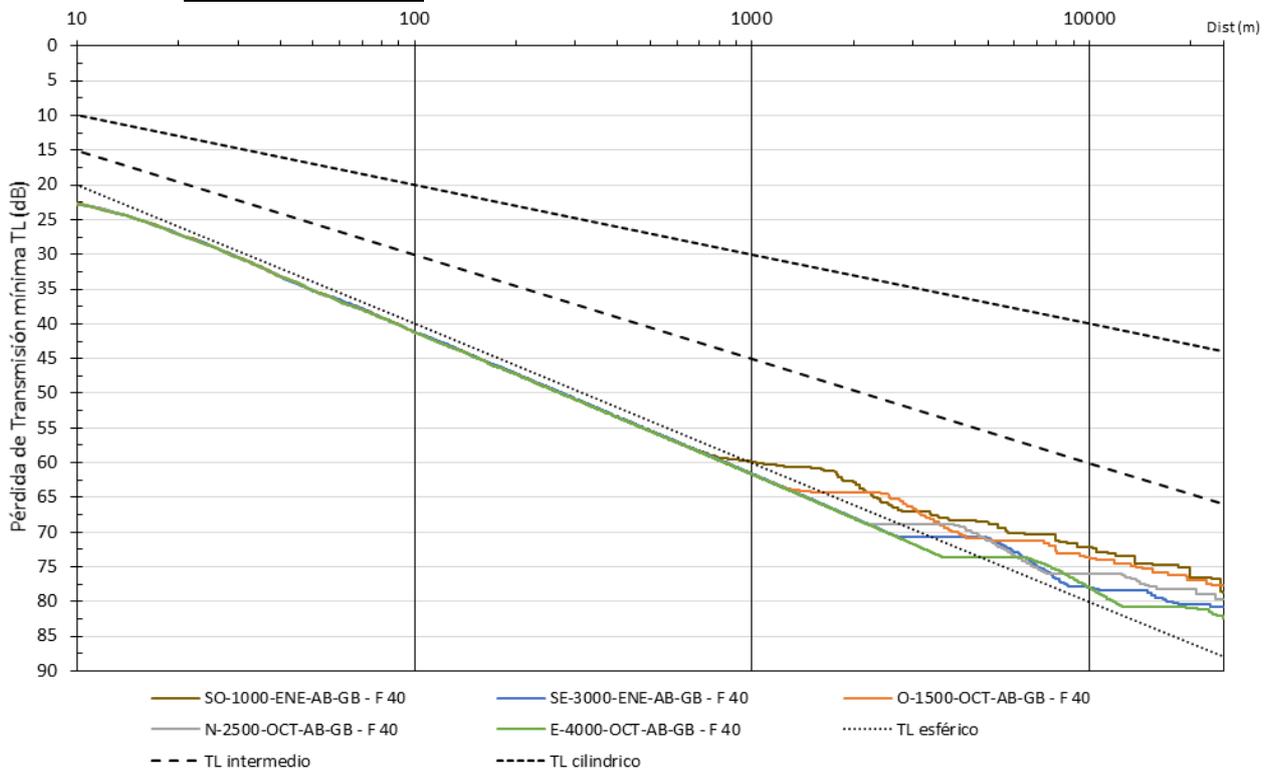


1. AB-GB: Arena- Grava

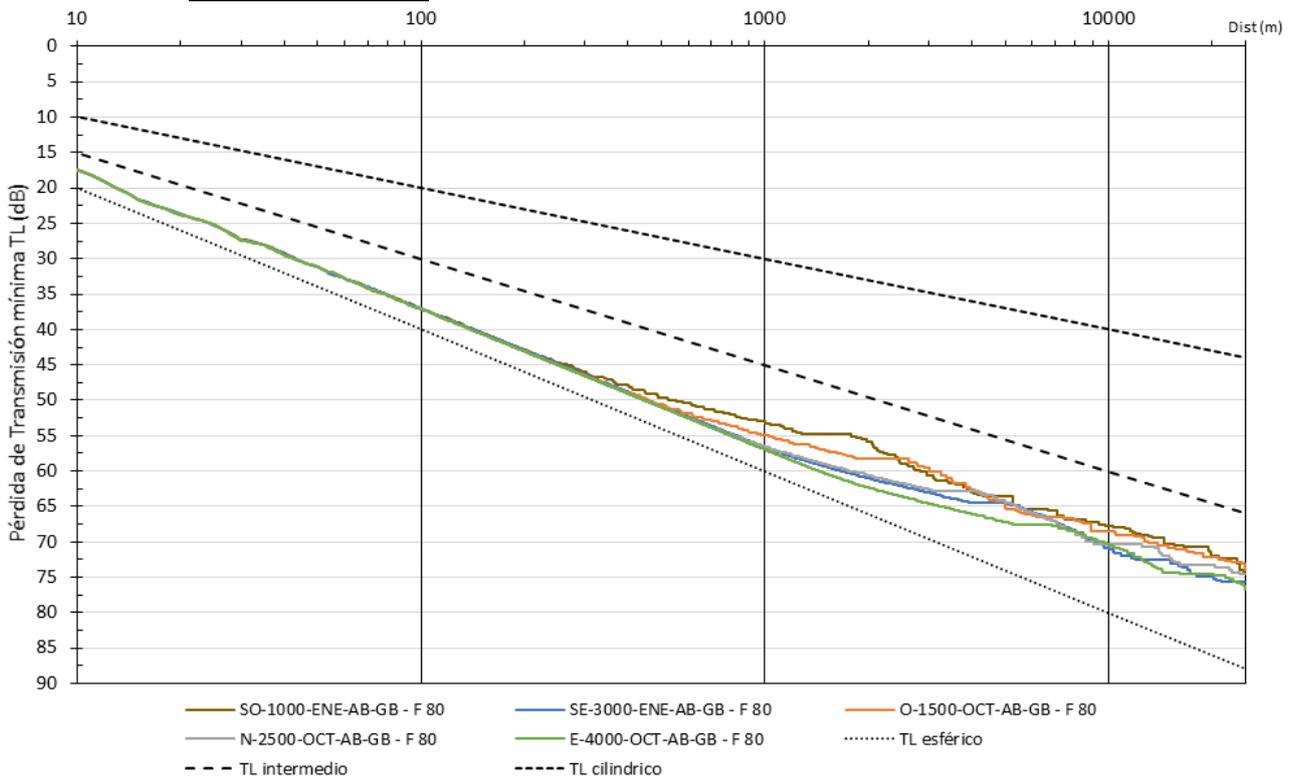
a. Frecuencia 20 Hz.



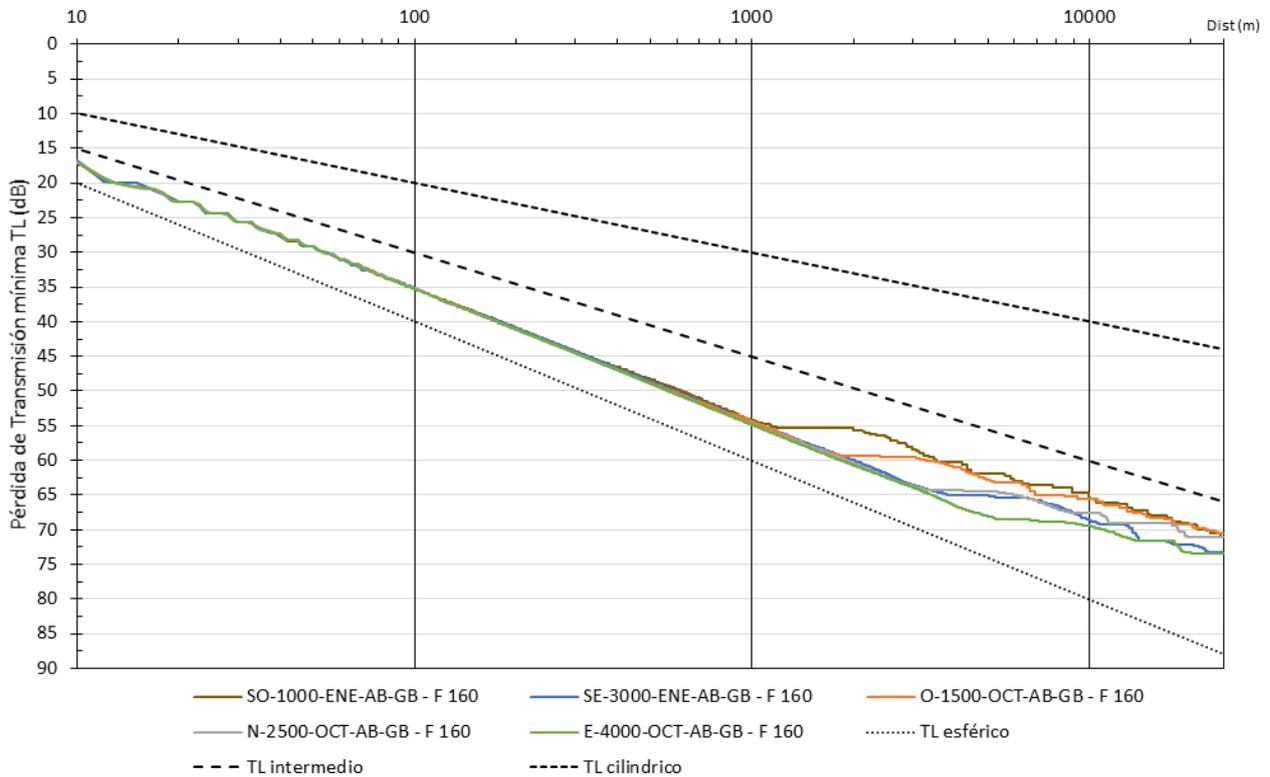
b. Frecuencia 40 Hz.



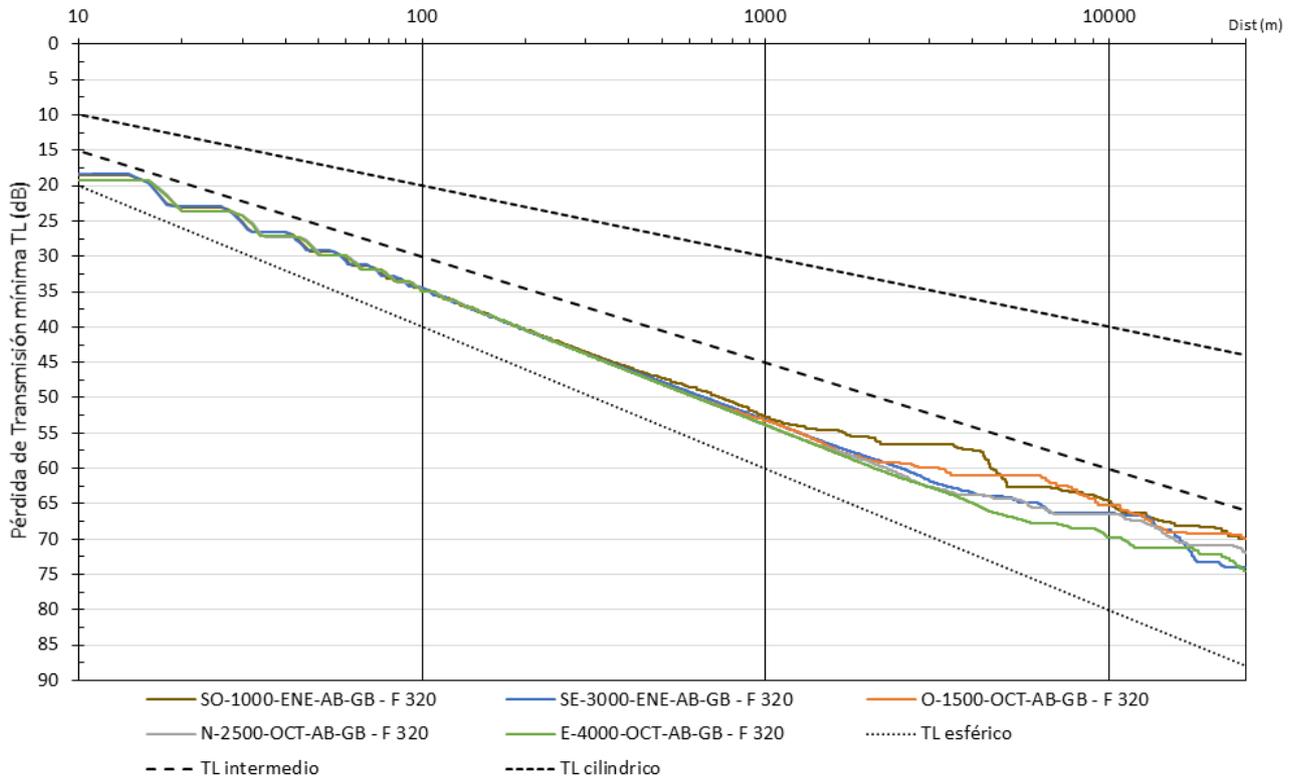

c. Frecuencia 80 Hz.



d. Frecuencia 160 Hz.

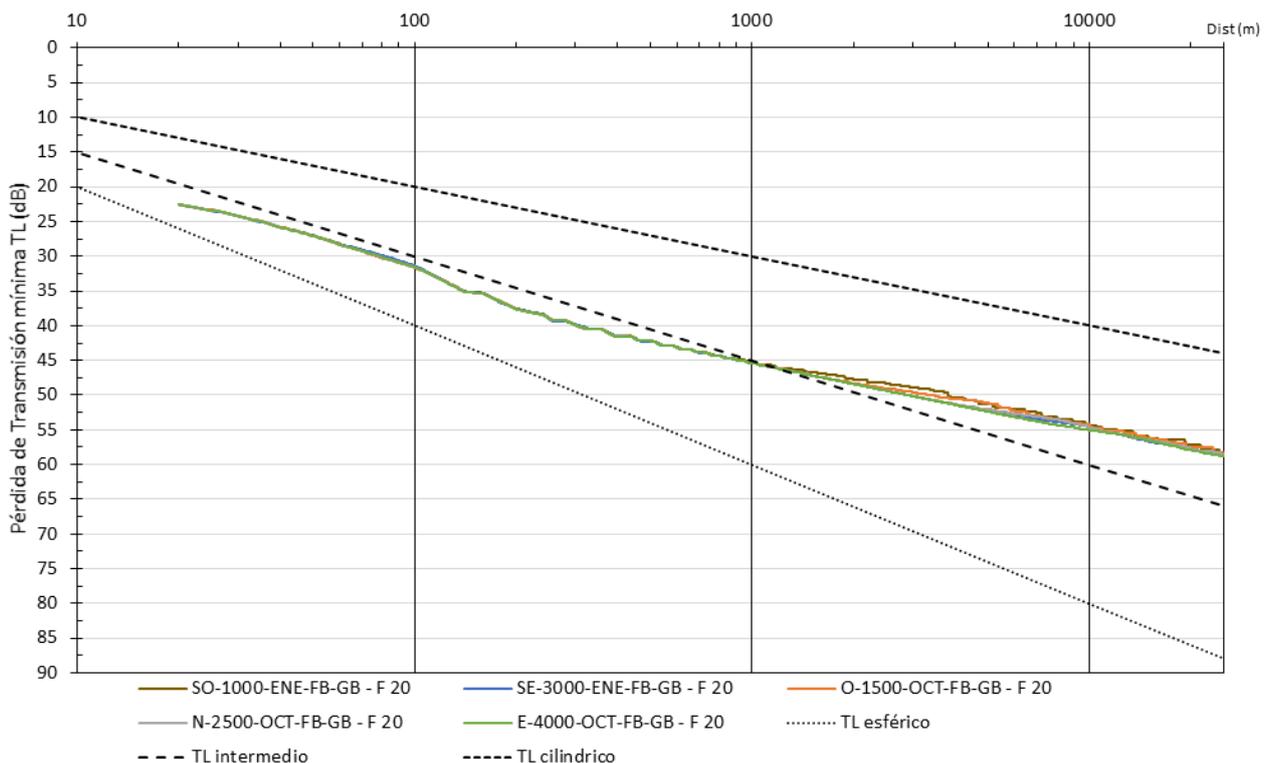



e. Frecuencia 320 Hz.

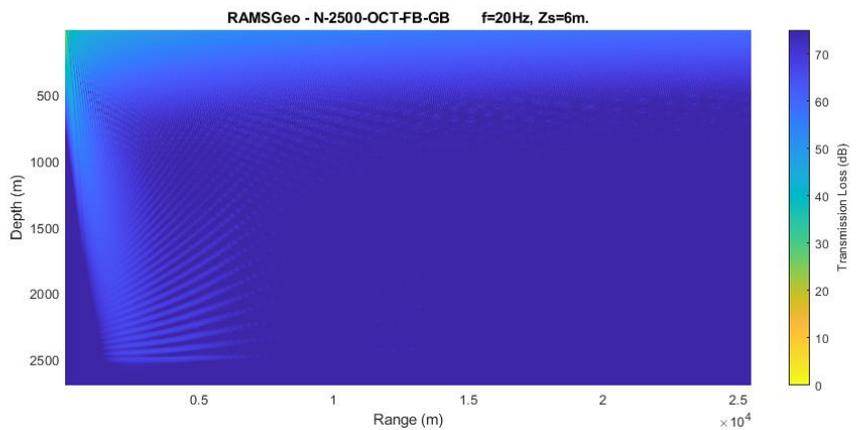
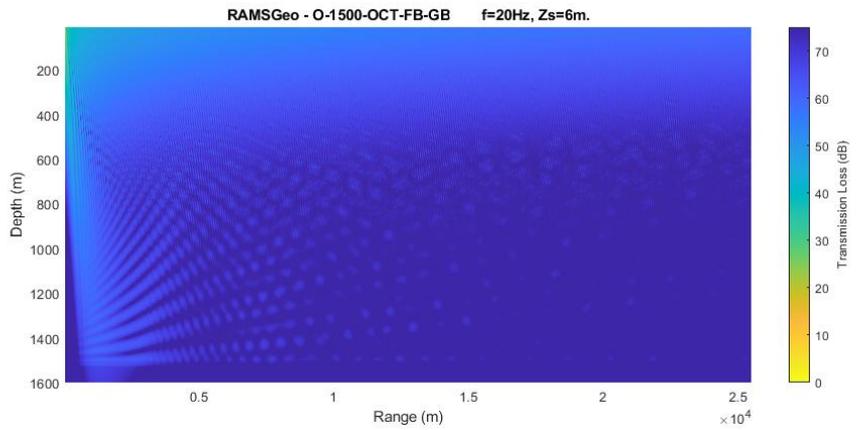
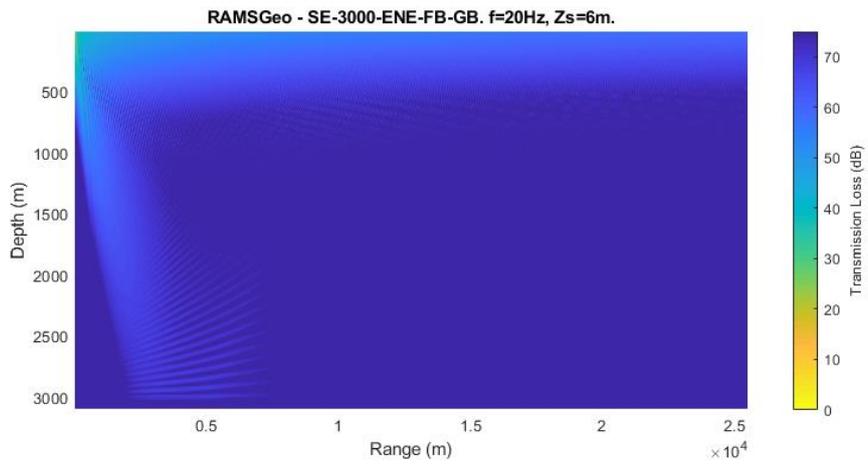
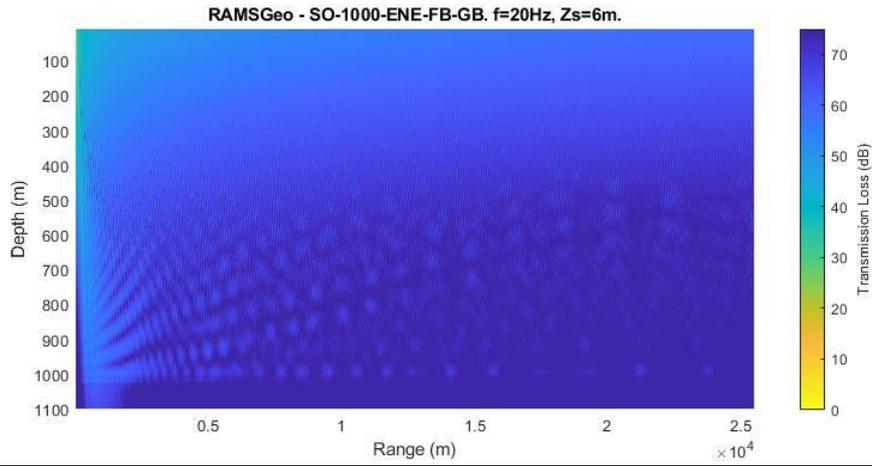


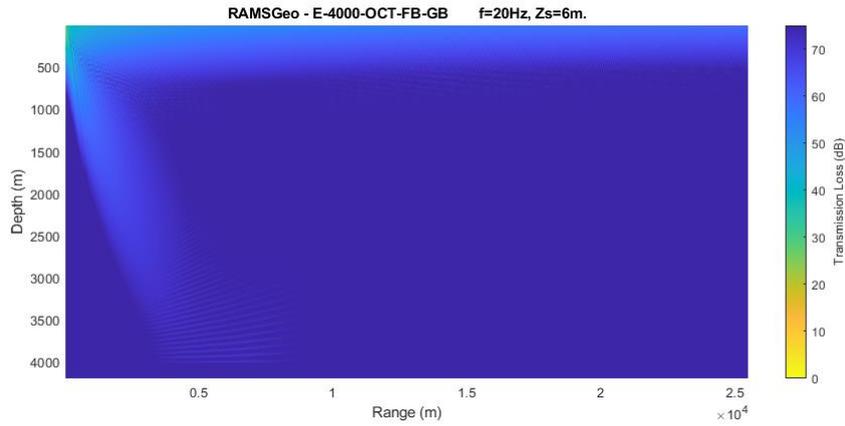
2. **FB-GB: Fango- Grava**

a. Frecuencia 20 Hz.

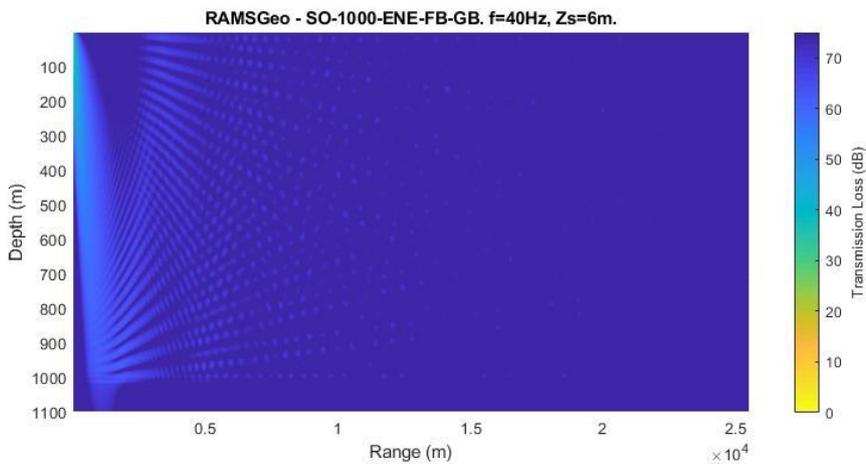
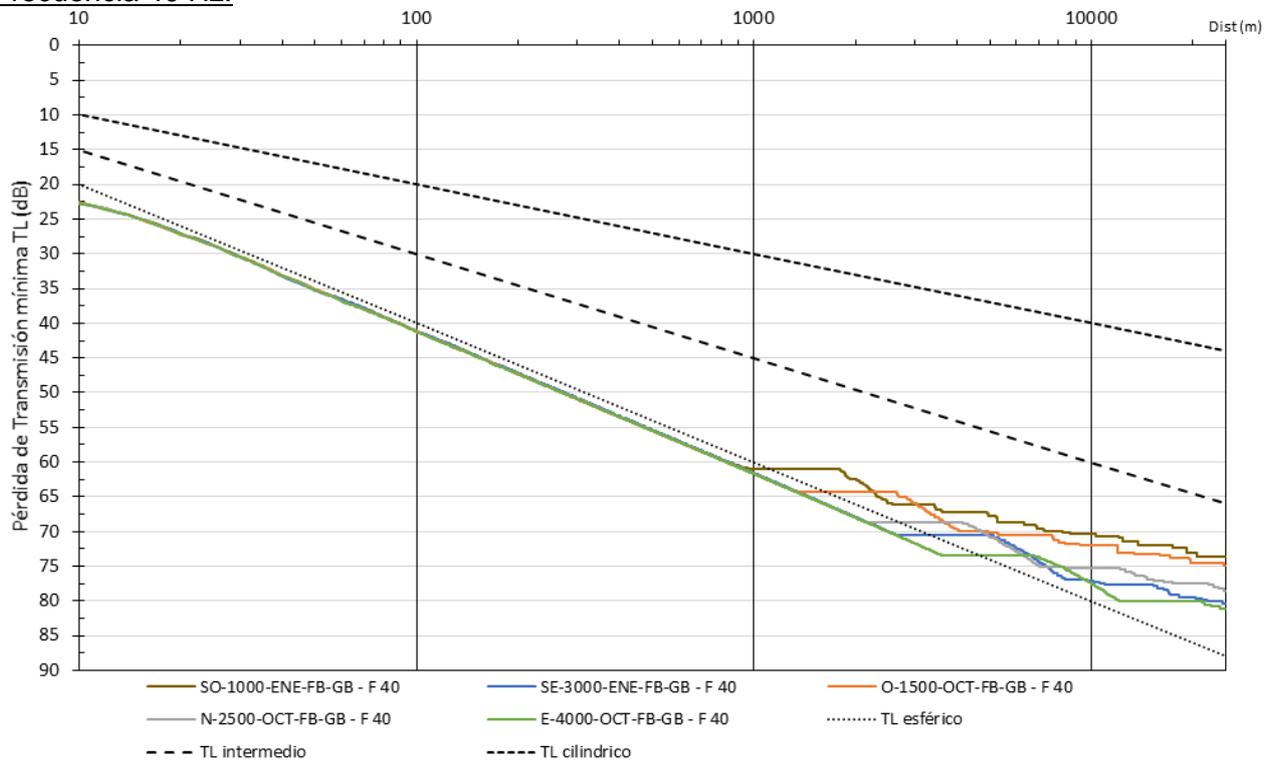


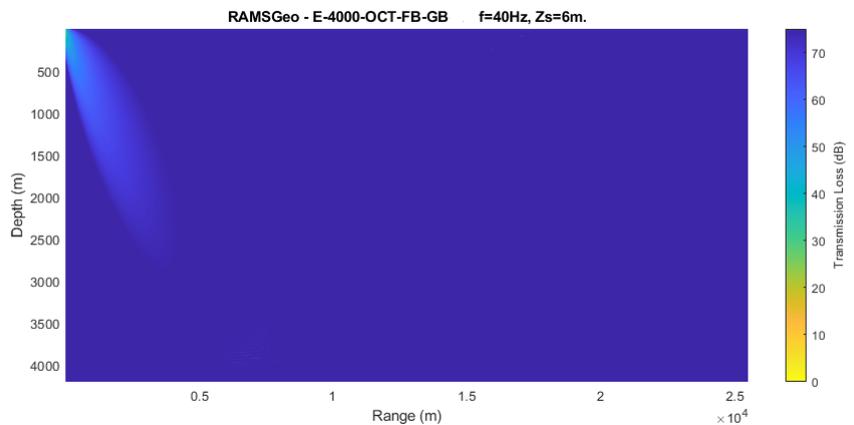
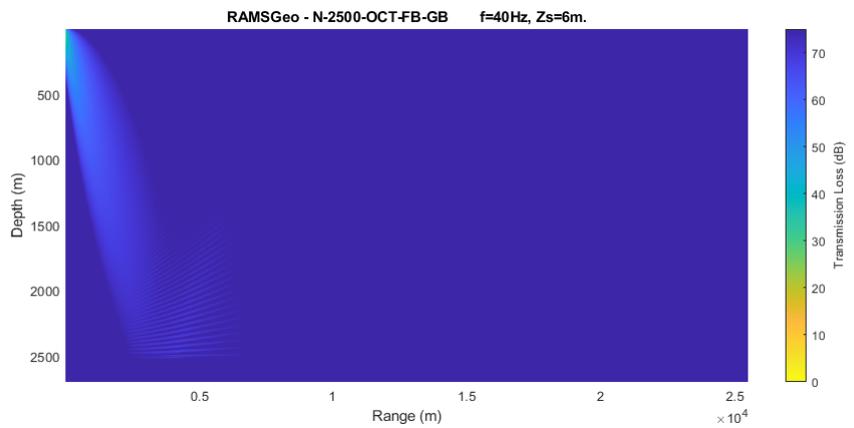
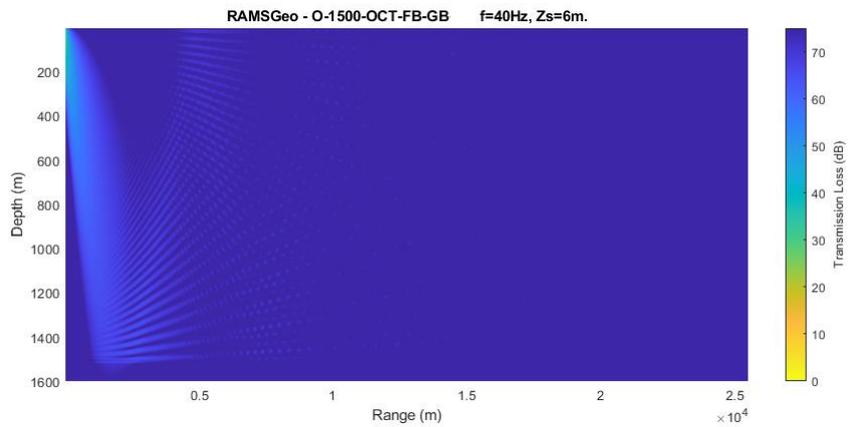
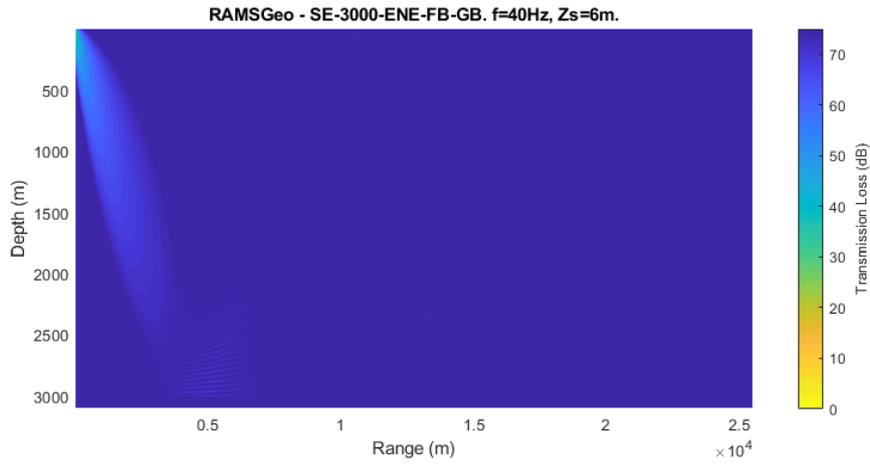
[Handwritten signature]



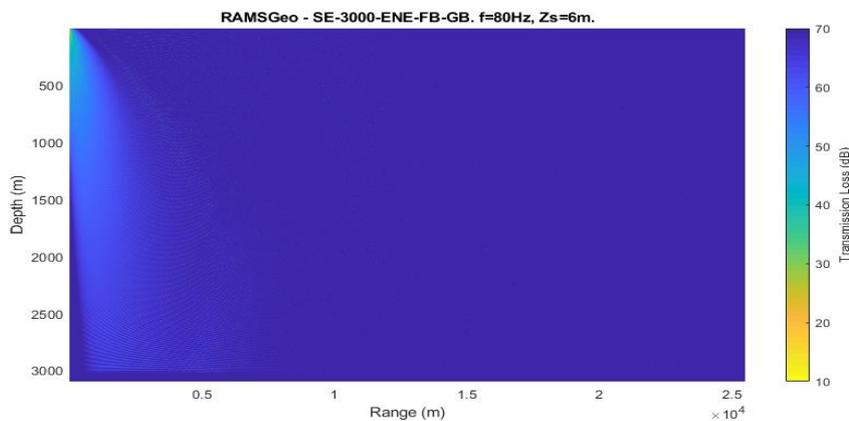
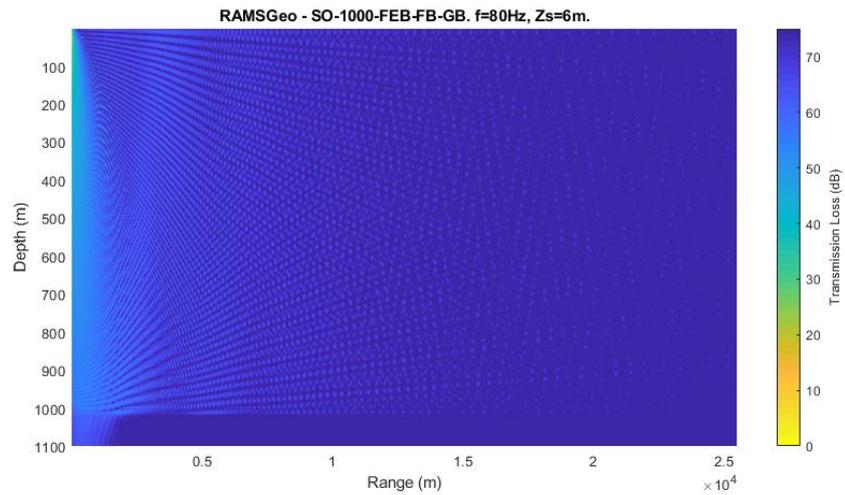
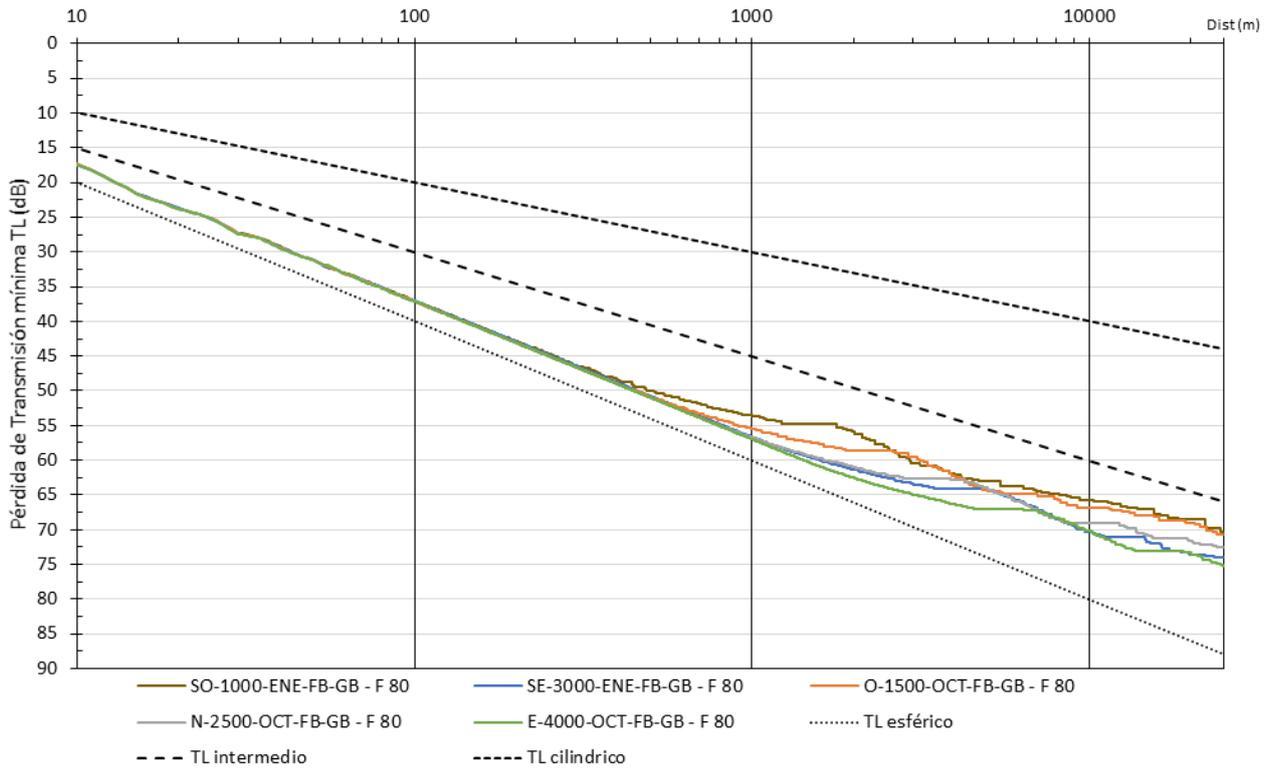


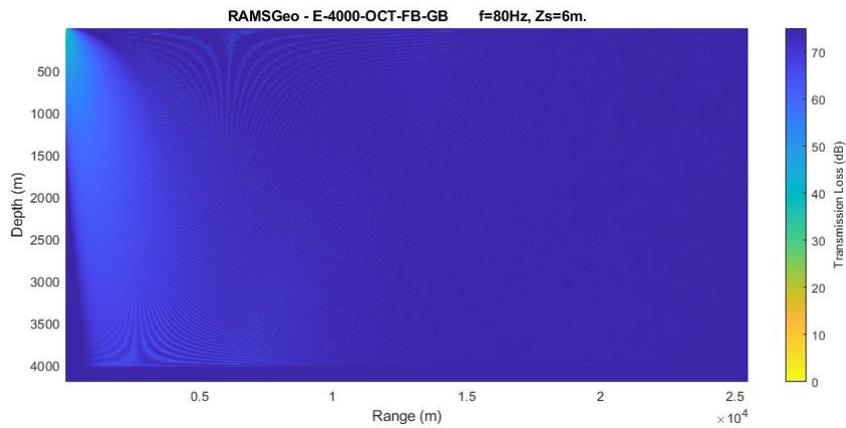
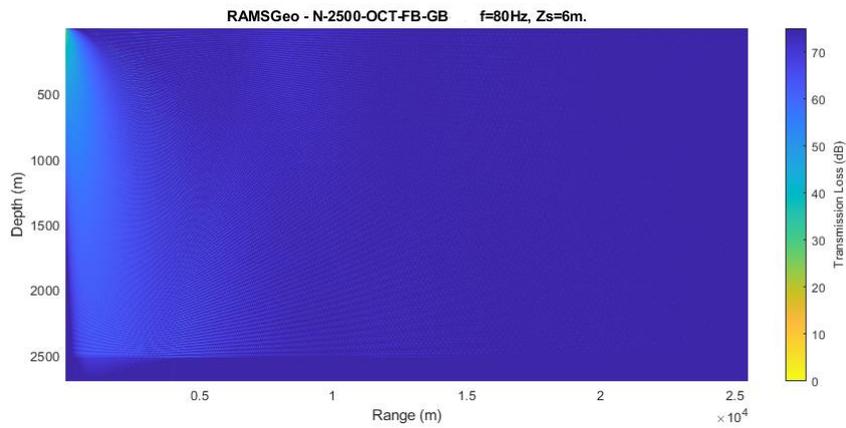
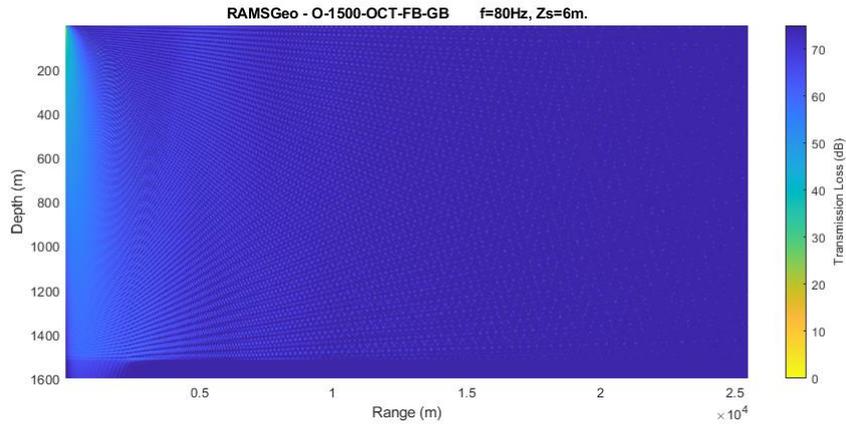
Frecuencia 40 Hz.



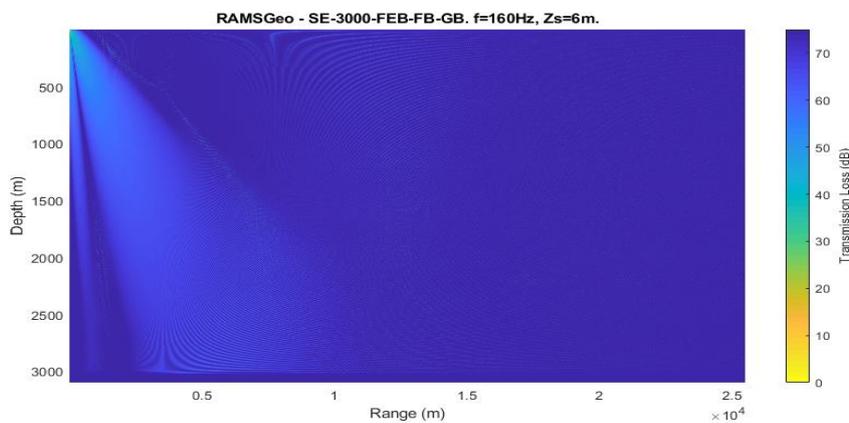
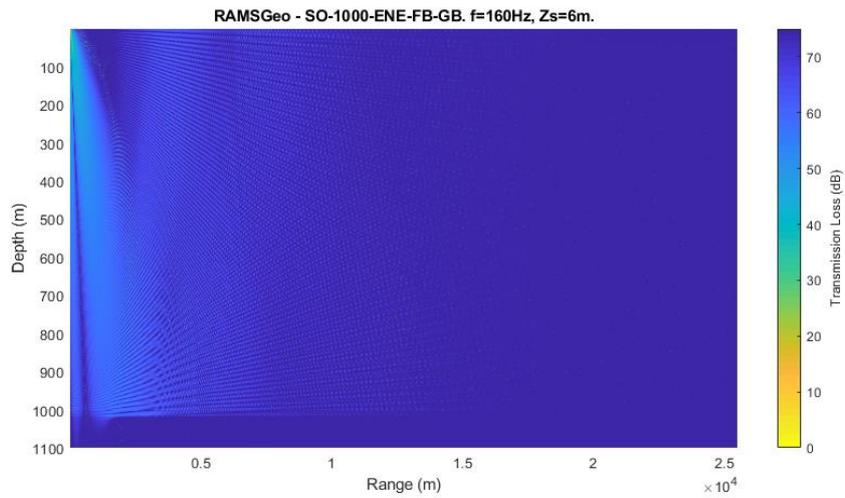
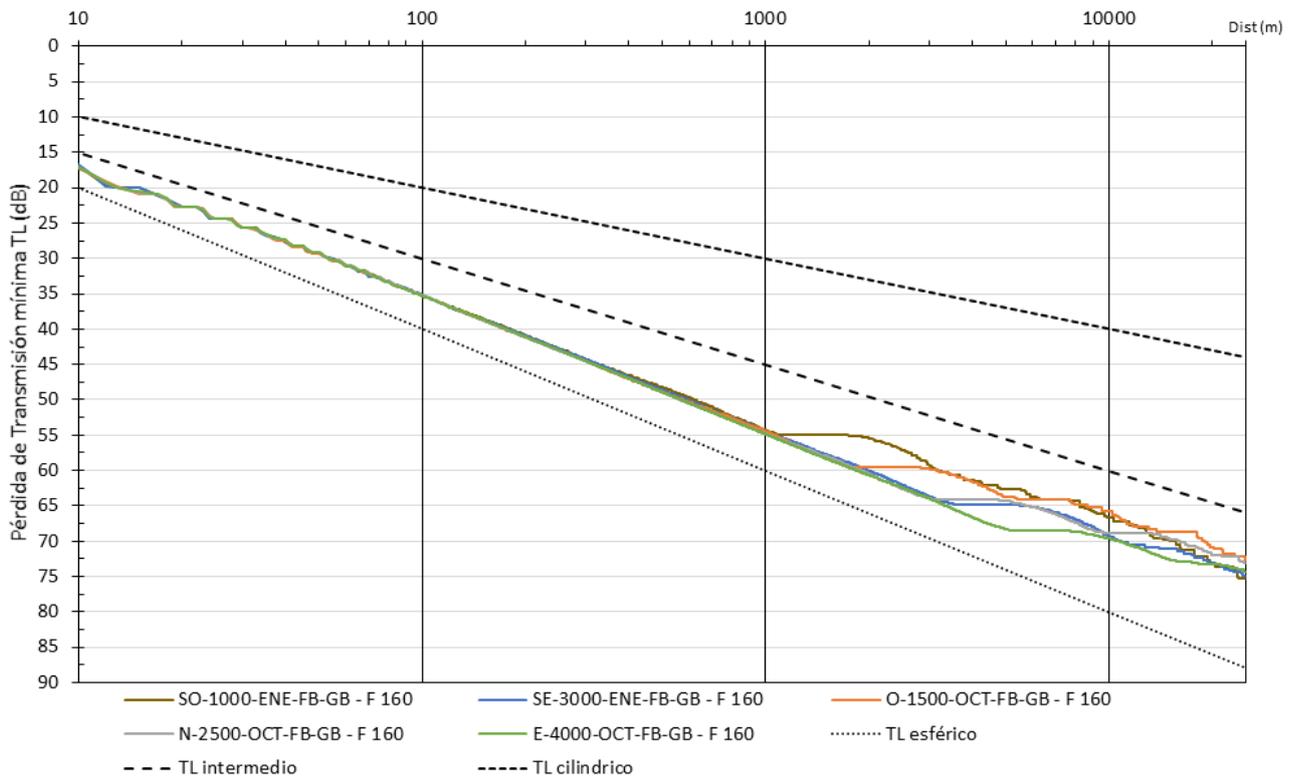


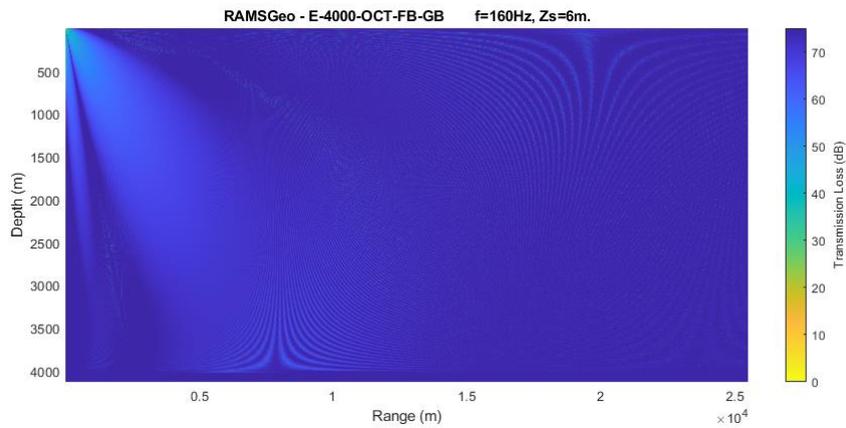
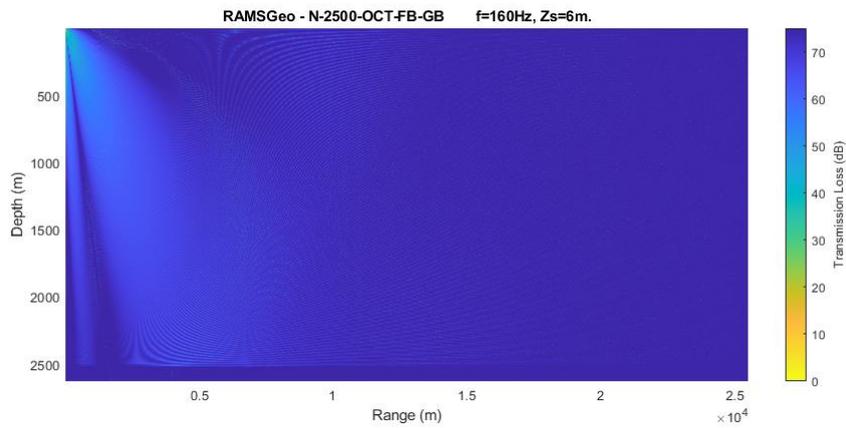
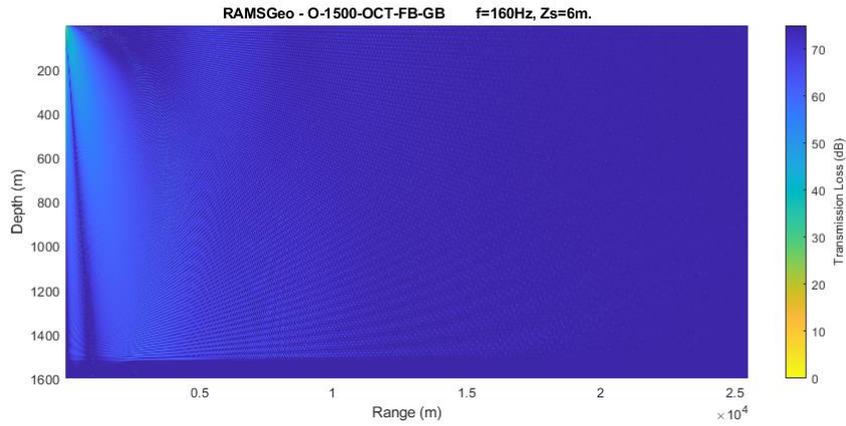
b. Frecuencia 80 Hz.



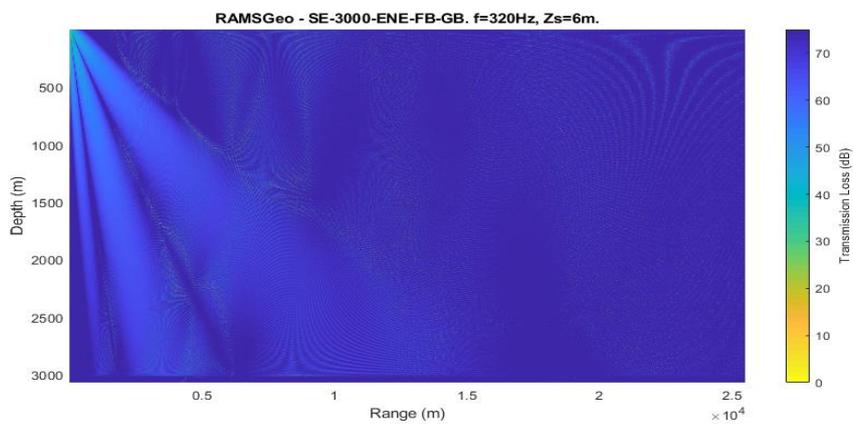
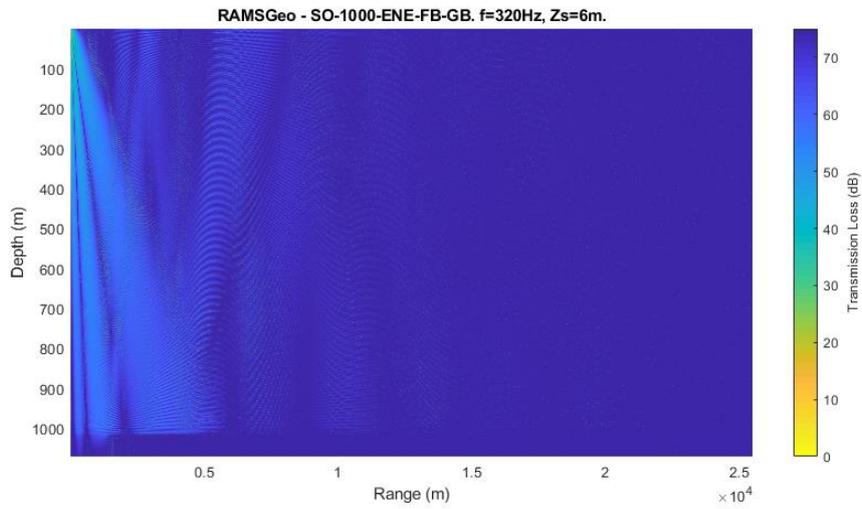
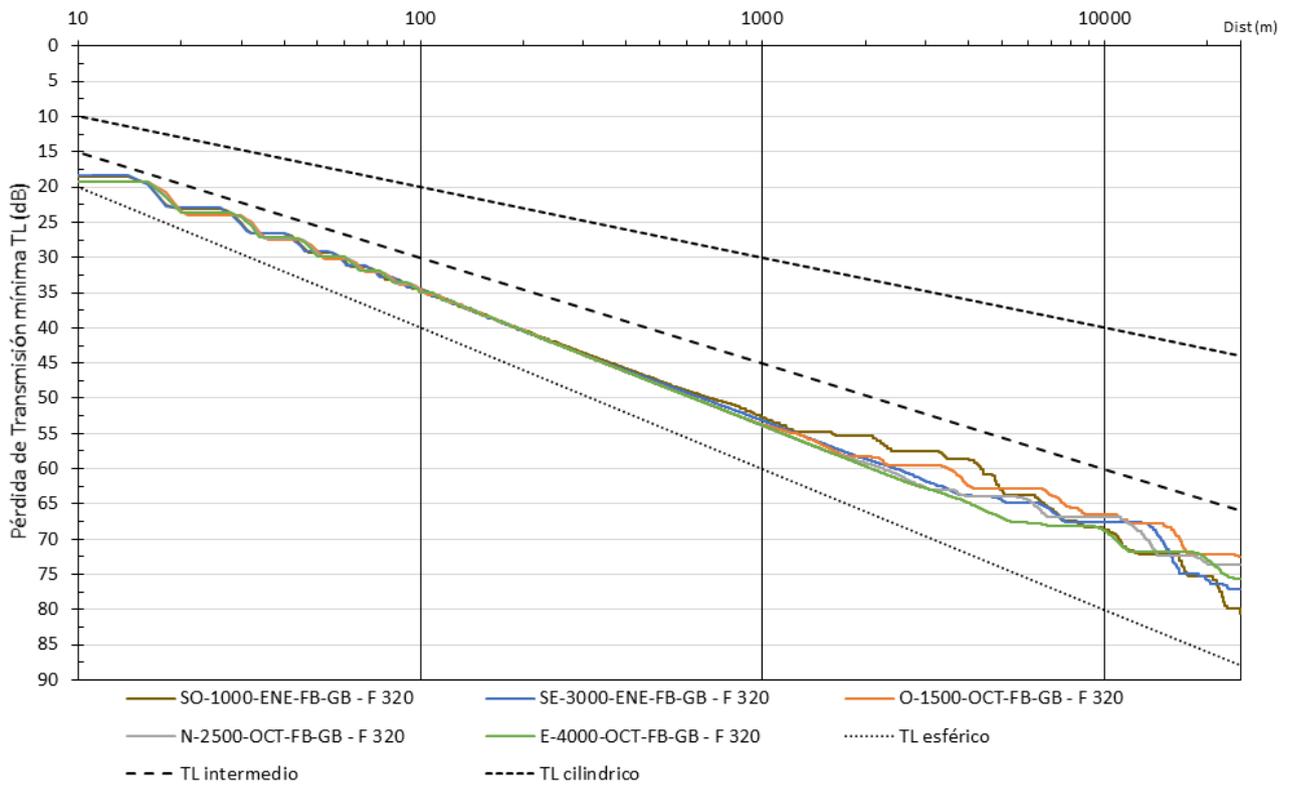


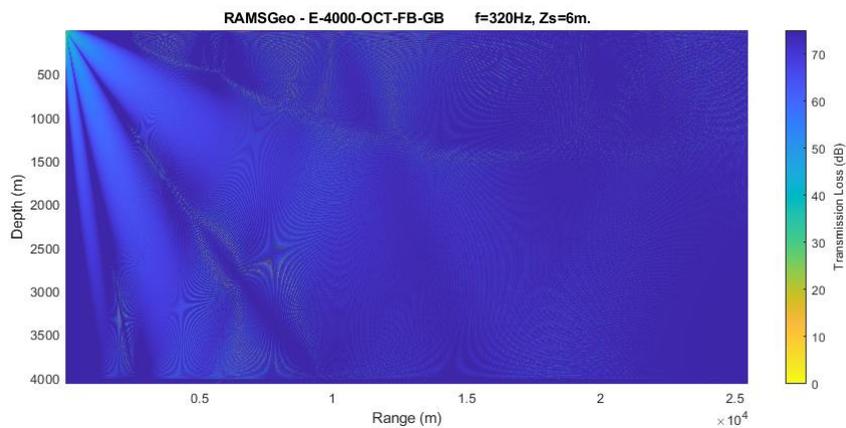
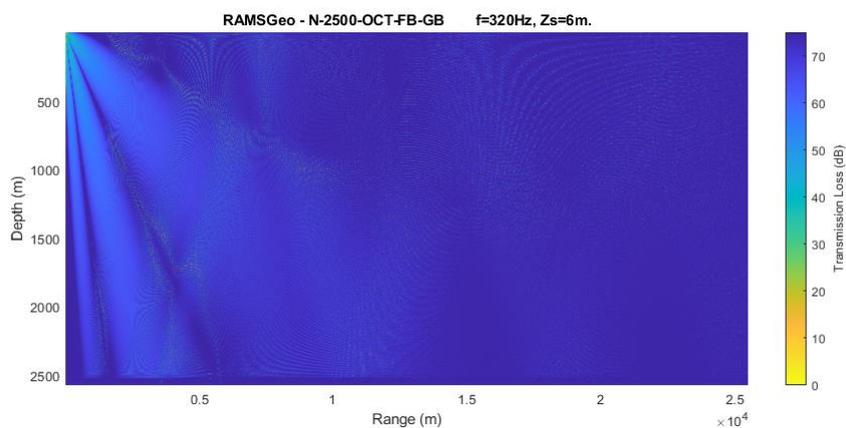
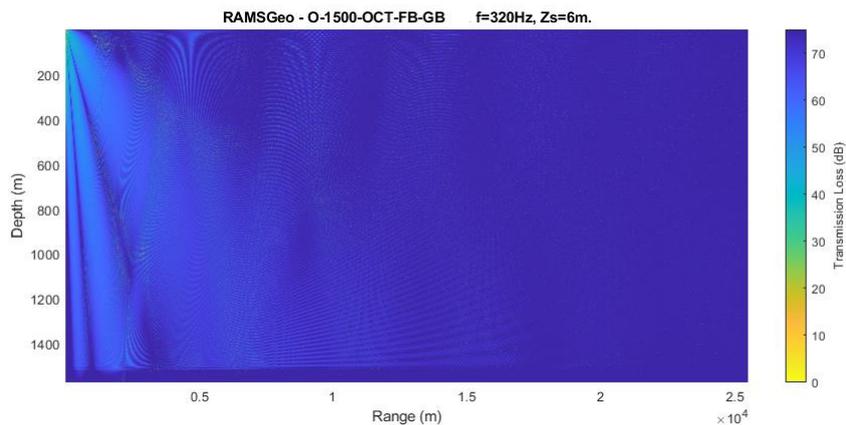
c. Frecuencia 160 Hz.





d. Frecuencia 320 Hz.





3 SENSIBILIDAD A LA BATIMETRÍA VARIABLE

Se efectuó también un análisis de sensibilidad, respecto a la variabilidad de la batimetría en la zona de estudio. En la Figura 2, se muestra la batimetría de la zona junto a los puntos seleccionados, en la cual se han marcado dos perfiles en sentido NW-SE, representativos de la zona de estudio. La cota de lecho de los perfiles batimétricos se presenta en la Figura 3.

En la Figura 4 se muestra la selección de los distintos tramos y dirección de los perfiles representativos de cada sector, teniendo los mismos diferentes formas y pendientes.

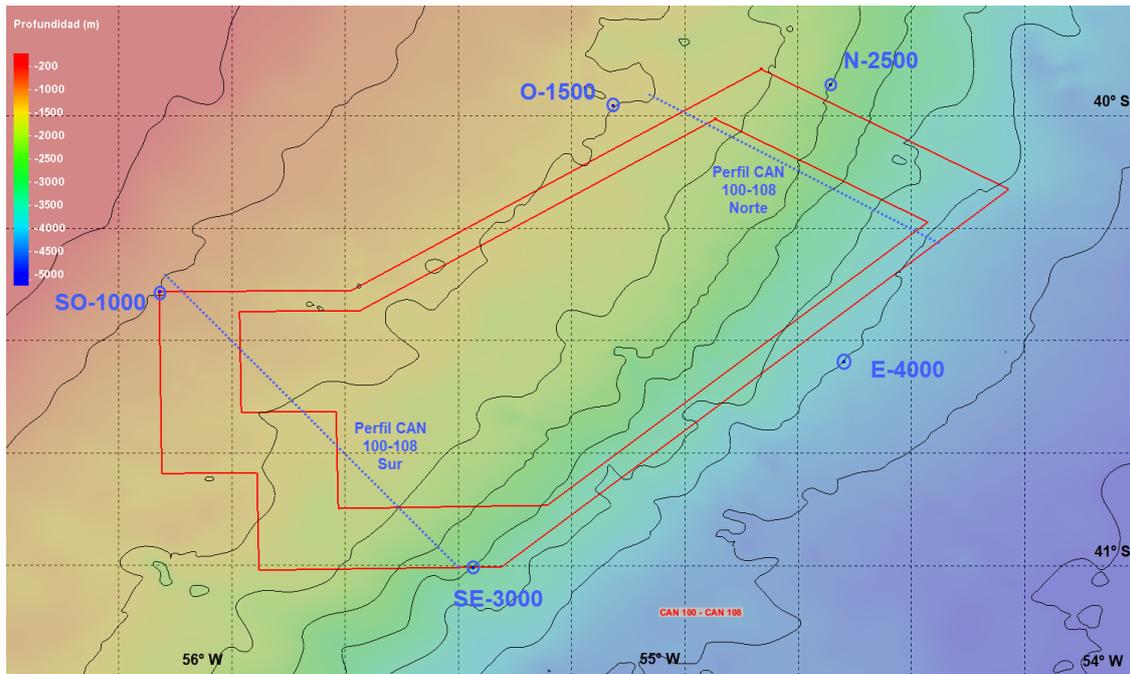


Figura 2. Batimetría de la zona de estudio y perfiles para análisis de sensibilidad a la variabilidad batimétrica.

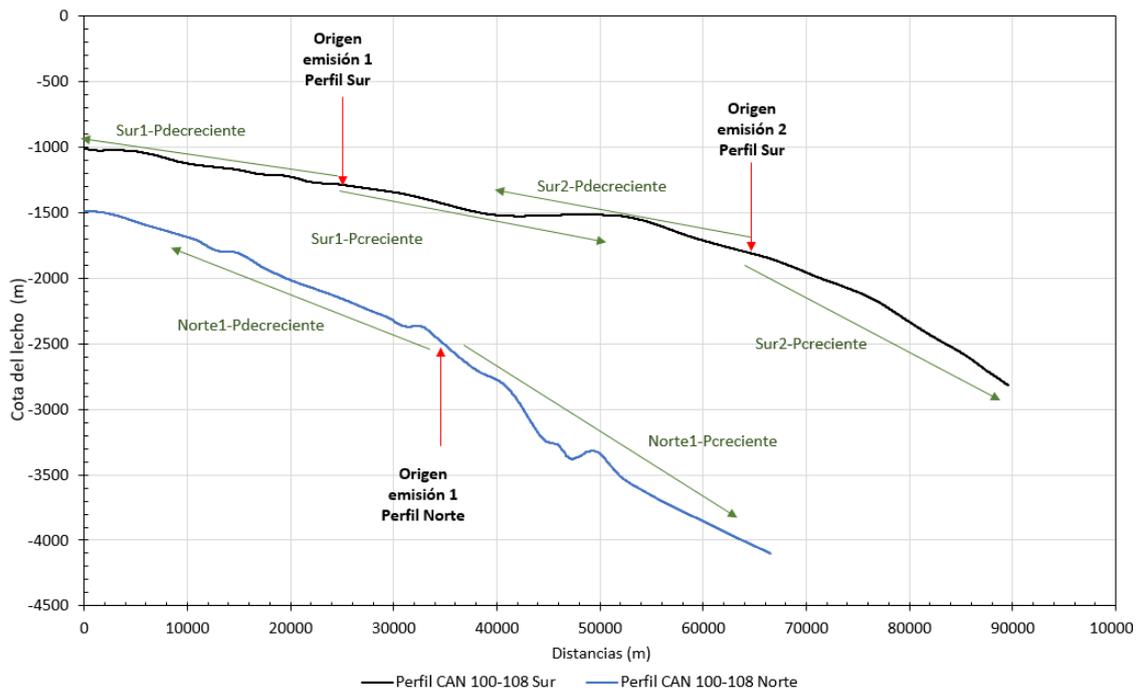


Figura 3. Perfiles batimétricos seleccionados para el análisis de sensibilidad a la variabilidad batimétrica.

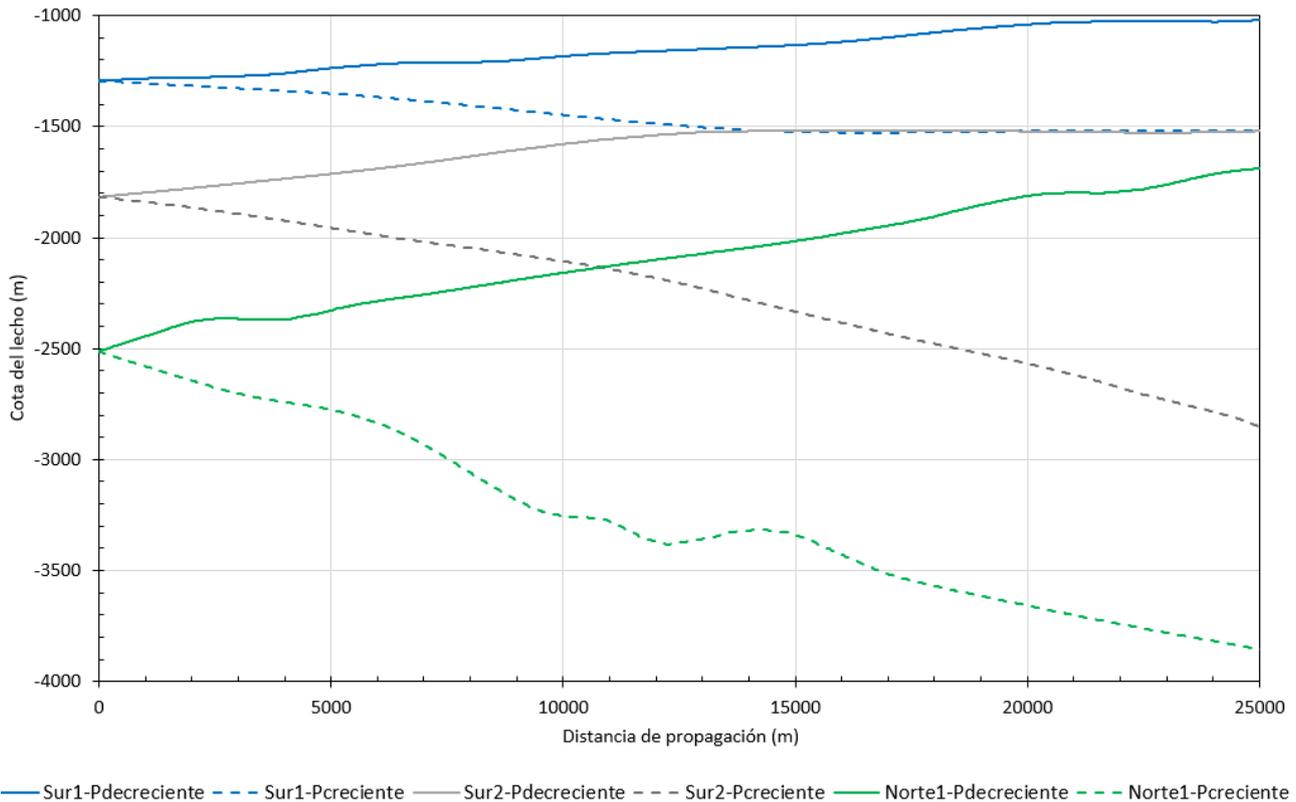


Figura 4. Secciones de los perfiles batimétricos seleccionados, representativos de las diferentes zonas de estudio.

Se presentan en las figuras a continuación los resultados de las modelaciones de sensibilidad a los a la variabilidad batimétrica, según tipo de suelo y frecuencia.

Se observa que en general la condición de profundidad constante 1000 m del punto SO (SO-1000) resulta más conservativa para todas las frecuencias hasta unos 2 km de la fuente.

Para frecuencias altas (160 Hz y 320 Hz) y distancias mayores, SO-1000 es aproximadamente igual o menos conservativa que las demás. El perfil Norte con profundidad creciente (hacia el océano) es más conservativo pero solamente a partir de unos 6 km de la fuente, donde la acumulación de SEL será significativamente menor que para distancias menores.

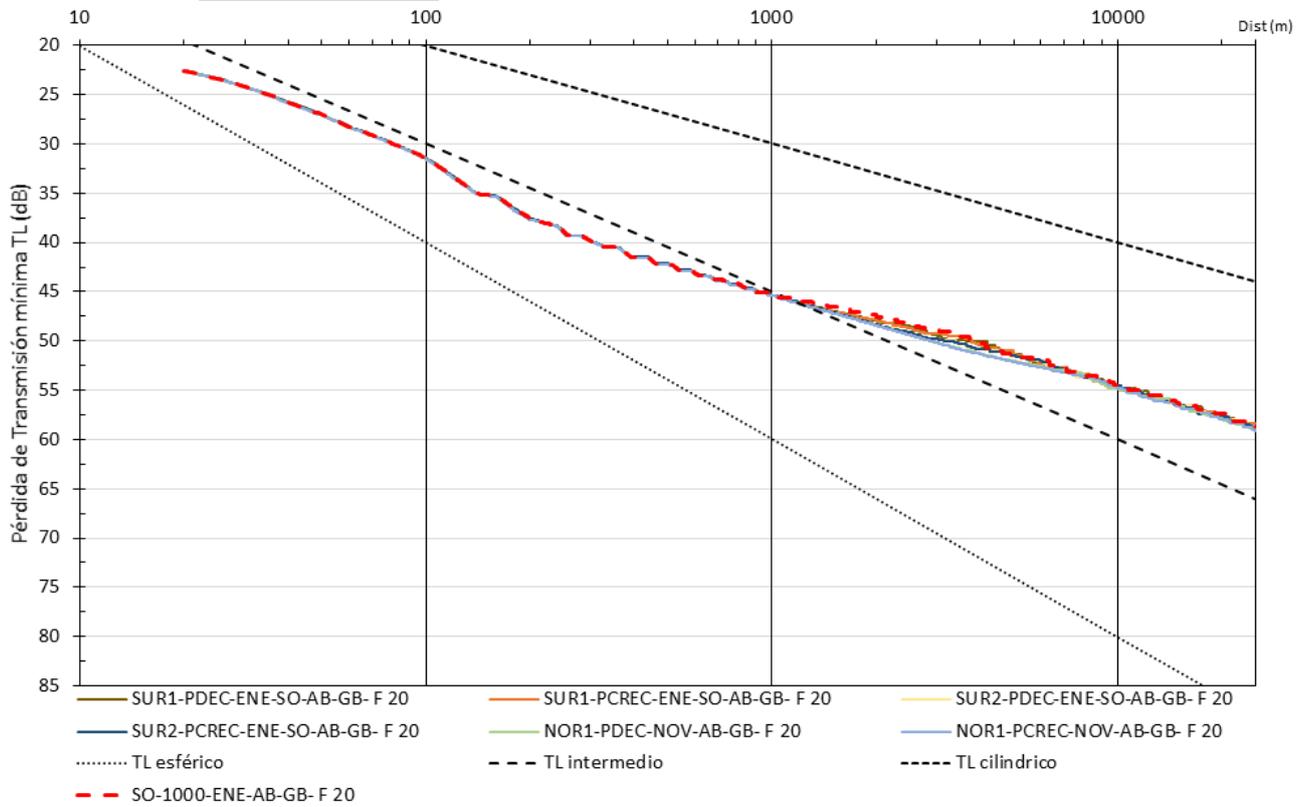
Se considera razonable adoptar la condición SO-1000 (profundidad 1.000 m) como la globalmente más conservativa a los efectos de la determinación del SPL y SELcum.

El mes más conservativo para SO-1000 es Enero, sin embargo, se debe tener en cuenta que todos los meses ensayados generan resultados de TL muy similares. El tipo de suelo globalmente más conservativo es la combinación de Fango sobre Grava.

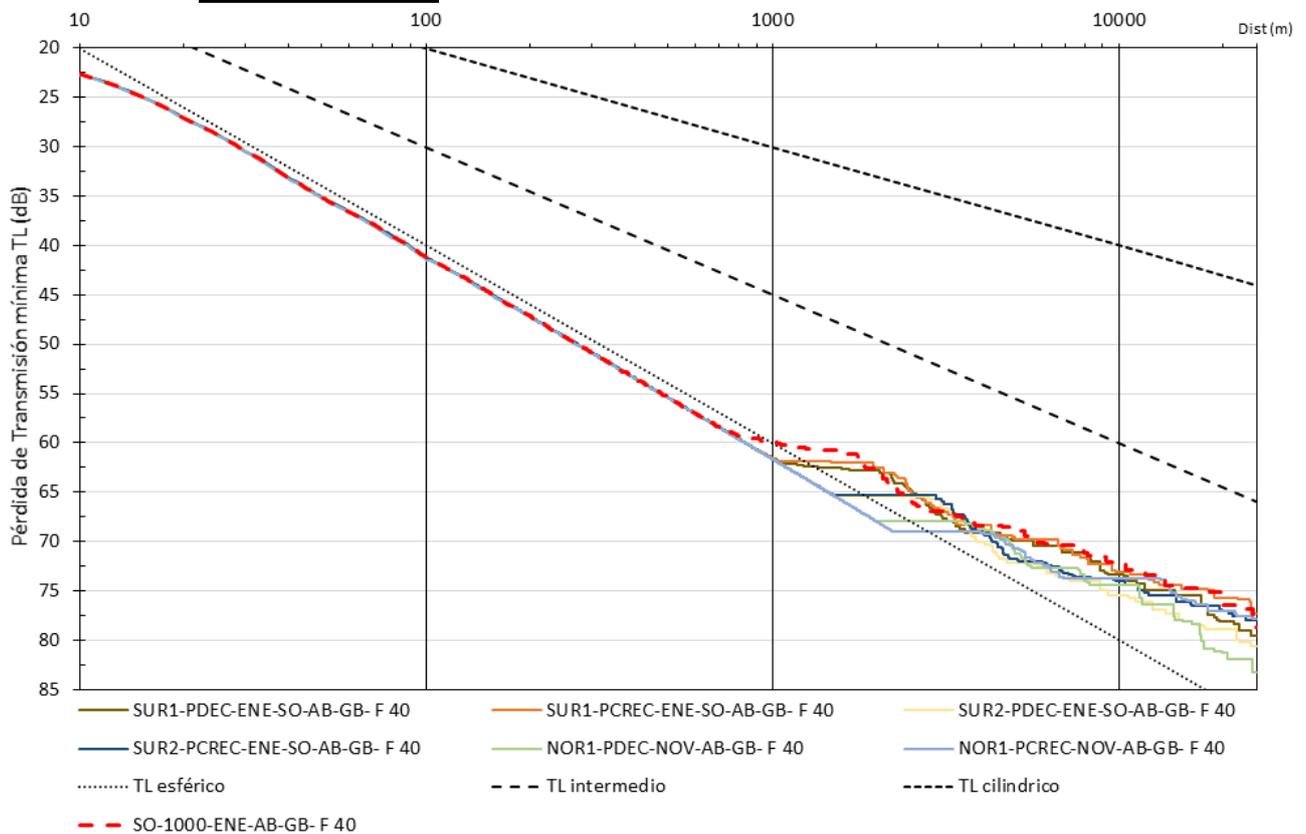


1. AB-GB: Arena- Grava

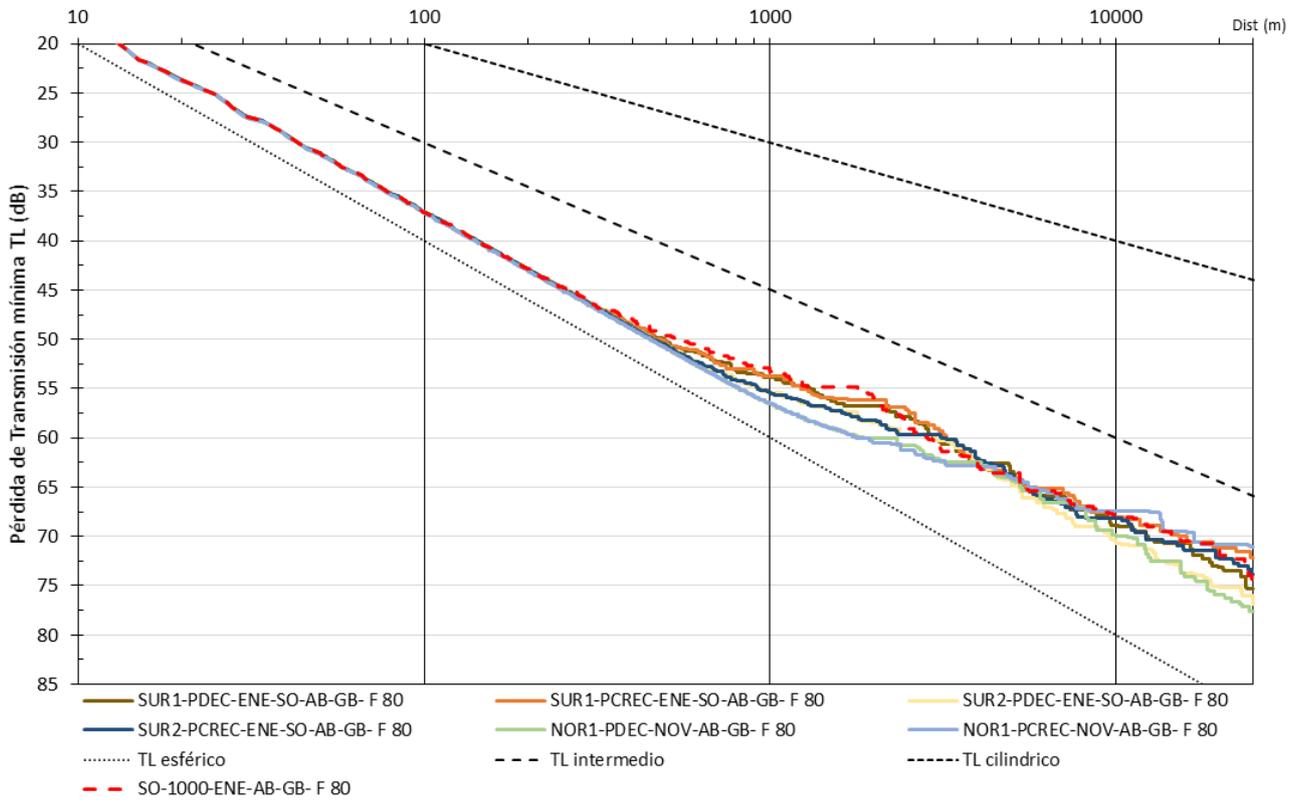
a. Frecuencia 20 Hz.



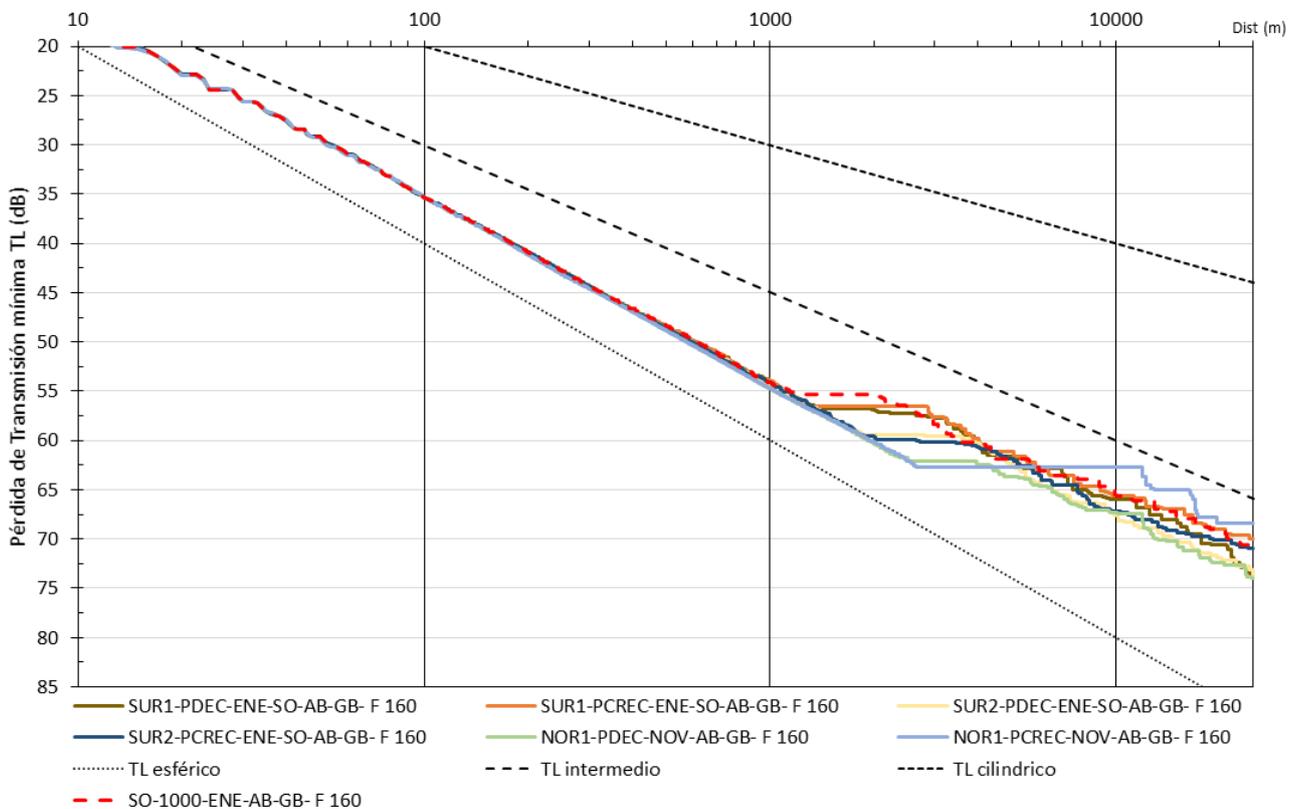
b. Frecuencia 40 Hz.



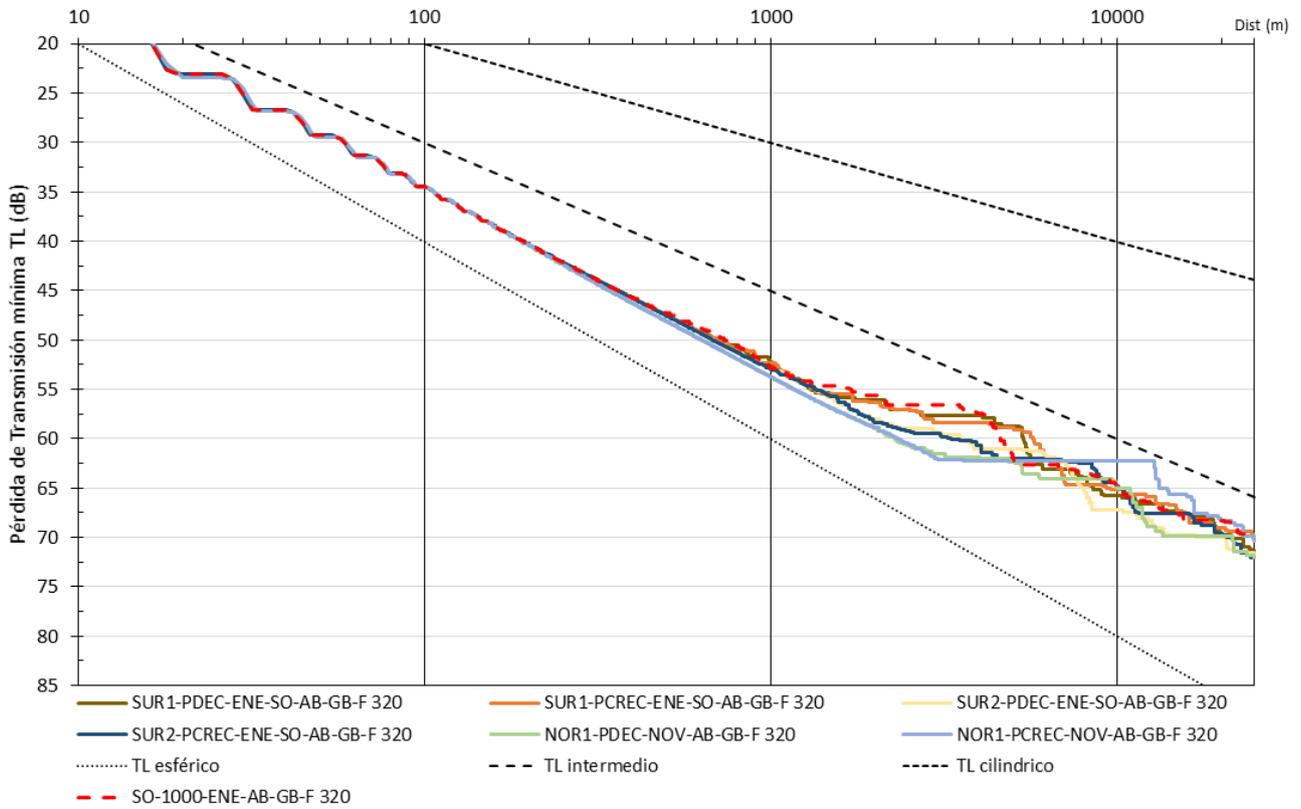

c. Frecuencia 80 Hz.



d. Frecuencia 160 Hz.

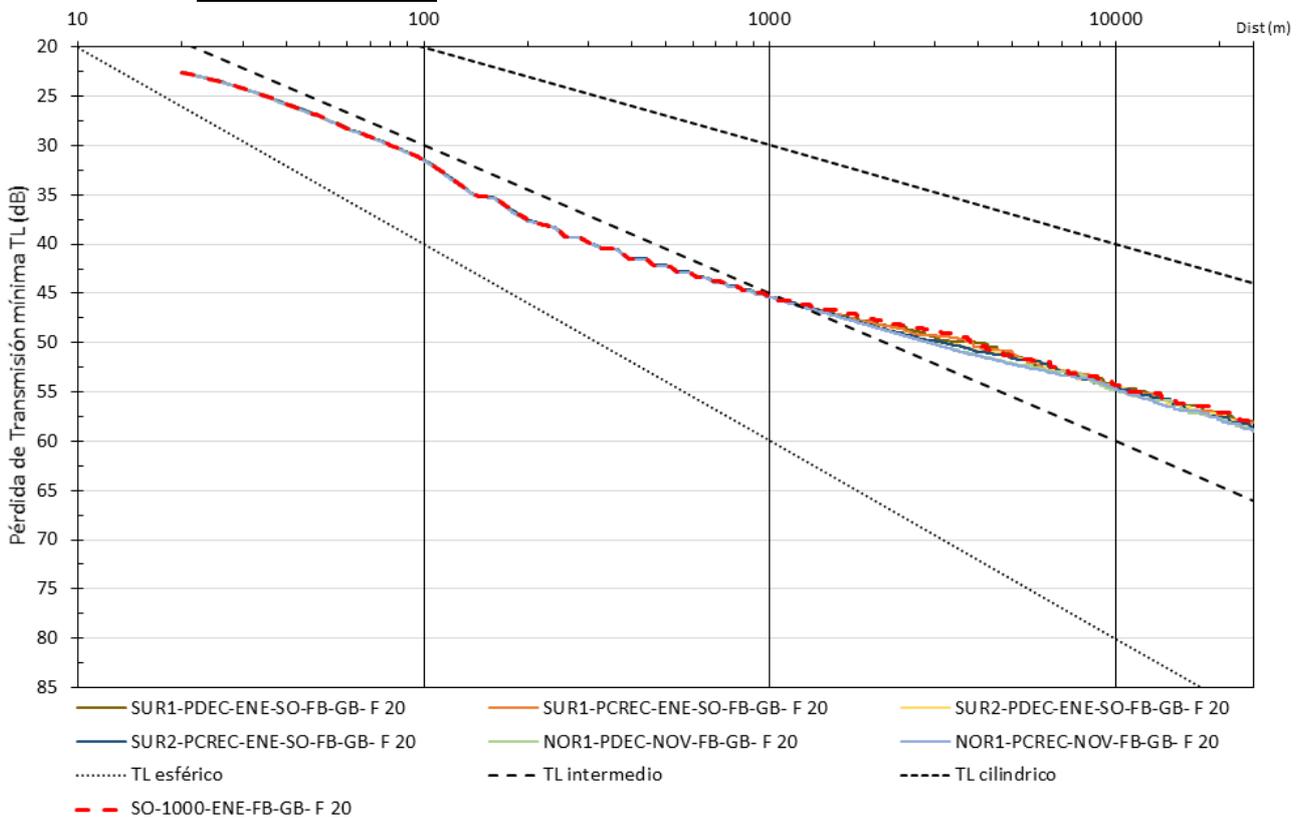



e. Frecuencia 320 Hz.

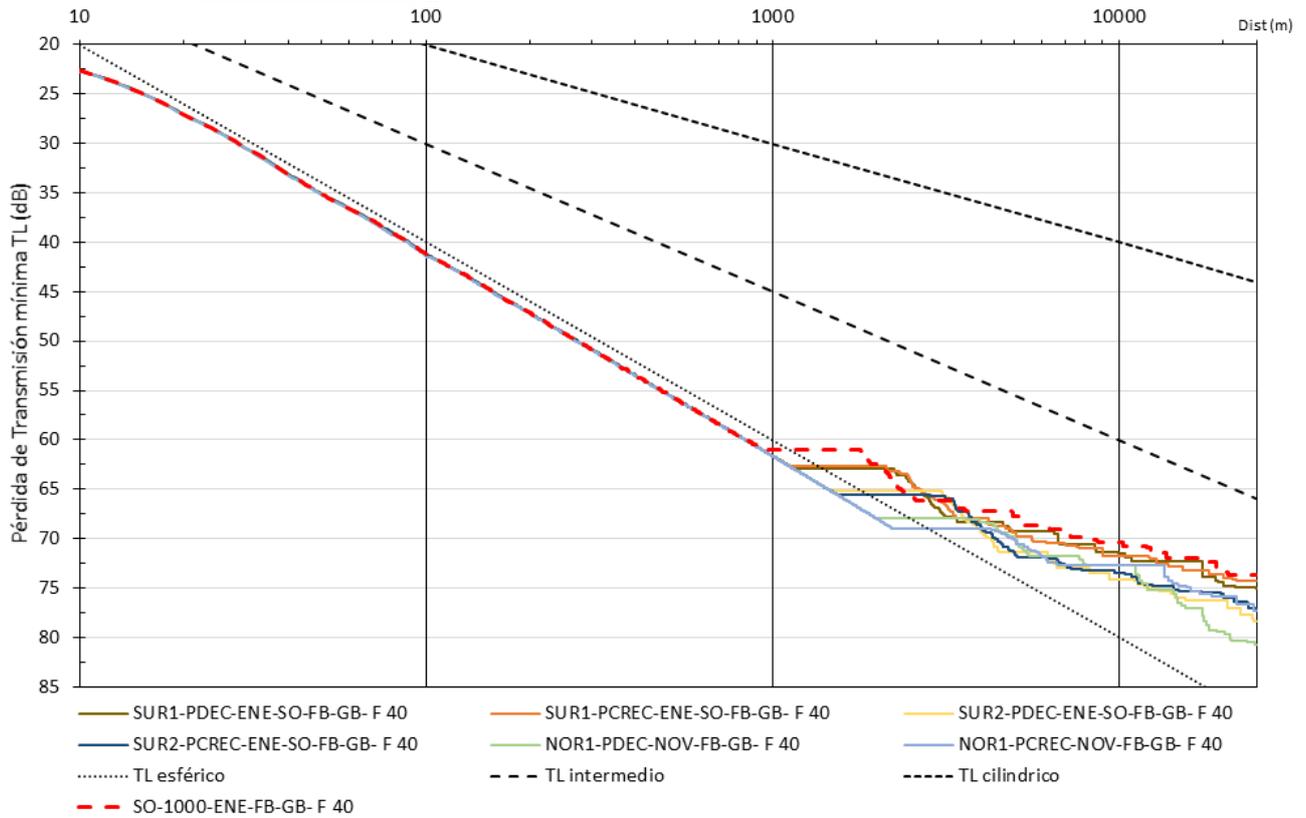


2. **FB-GB: Fango- Grava**

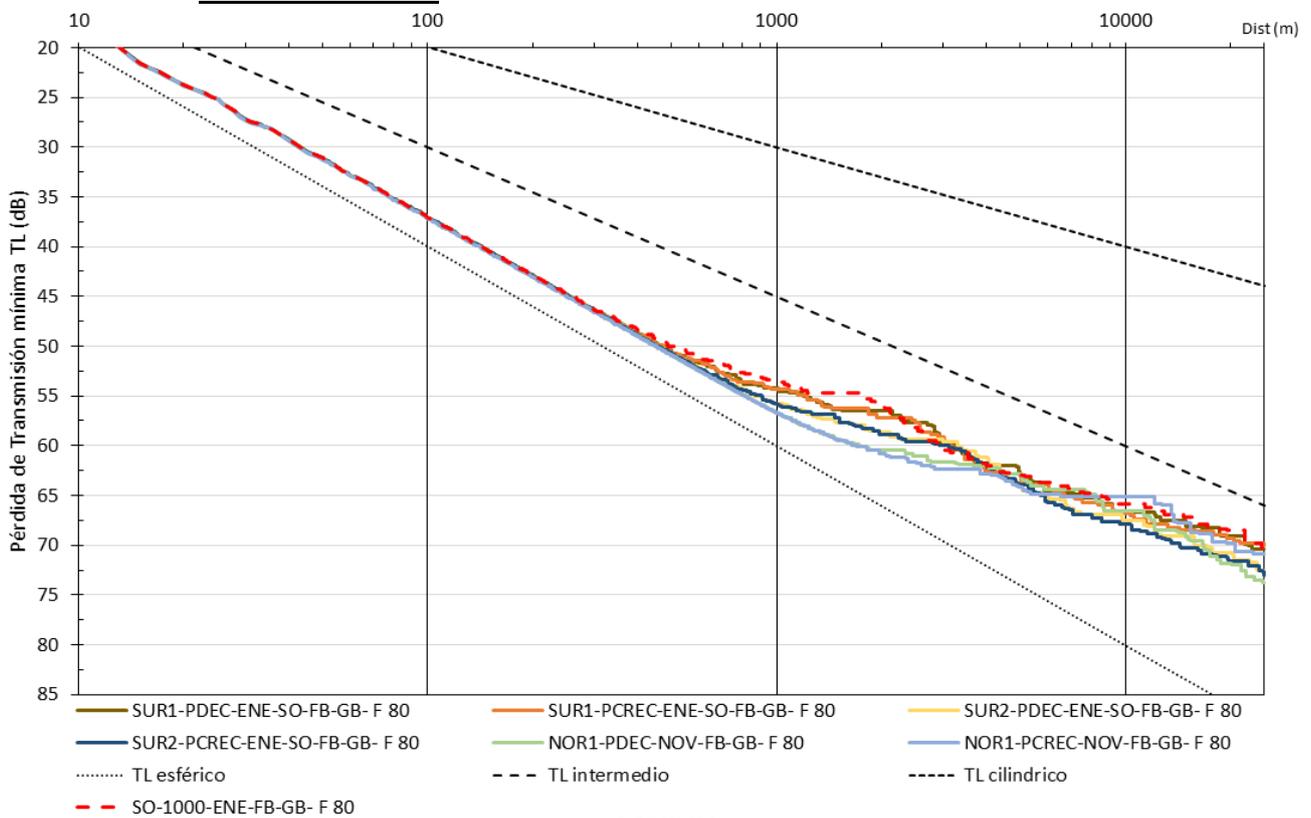
a. Frecuencia 20 Hz.



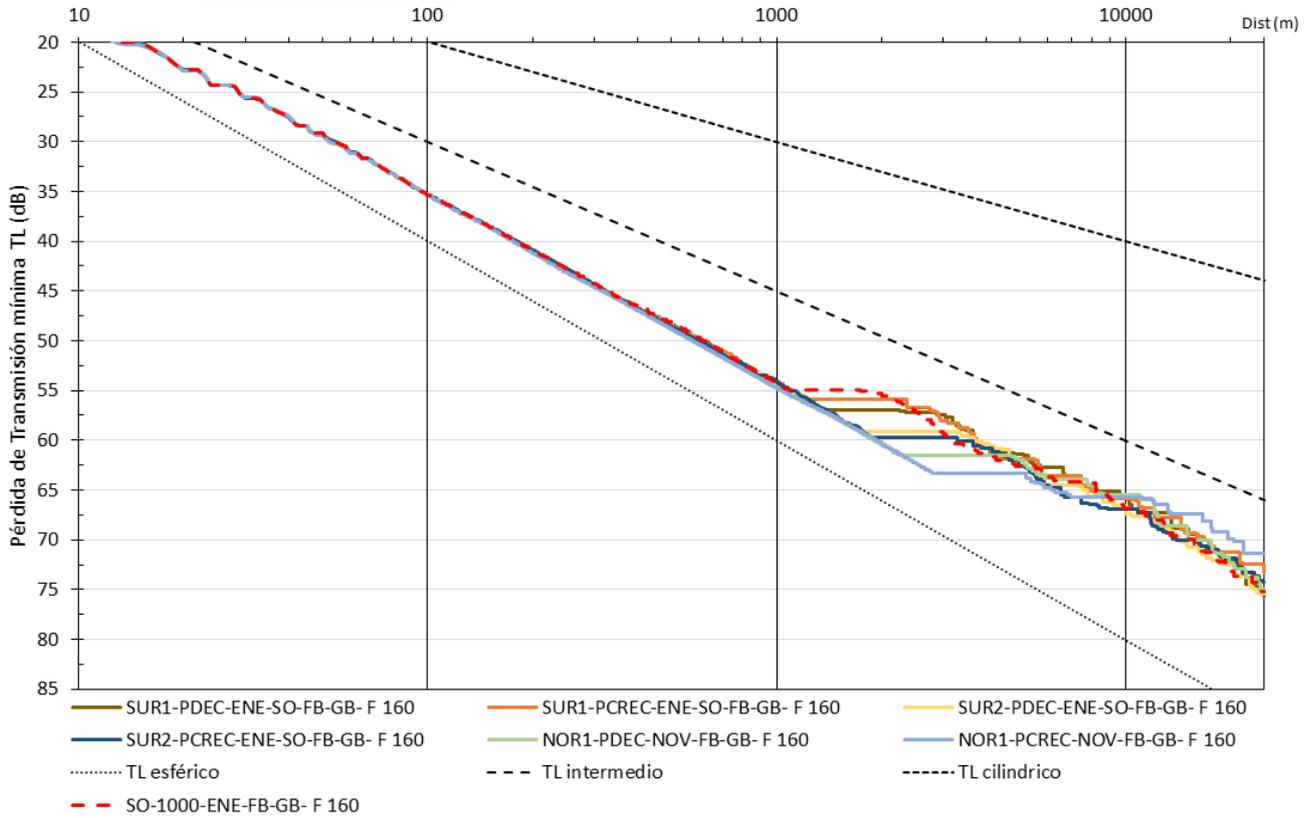

b. Frecuencia 40 Hz.



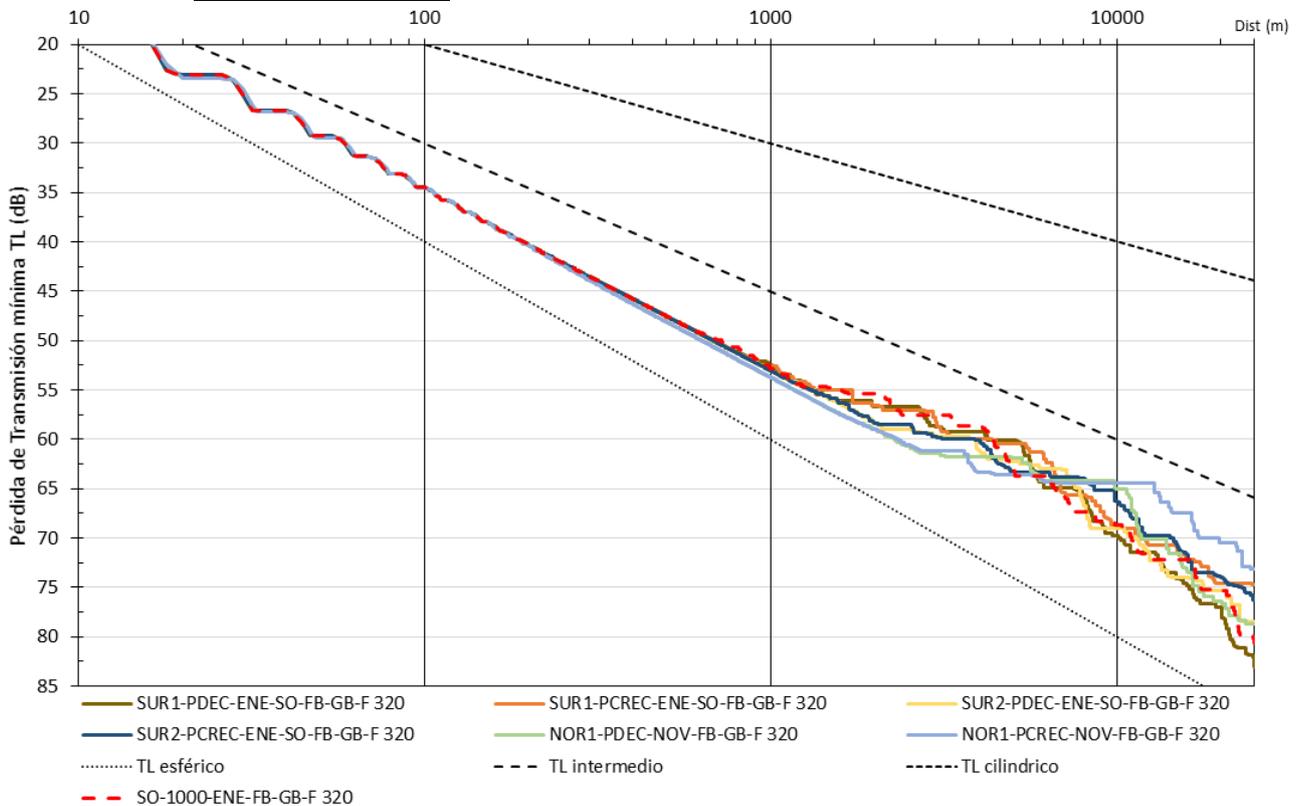
c. Frecuencia 80 Hz.

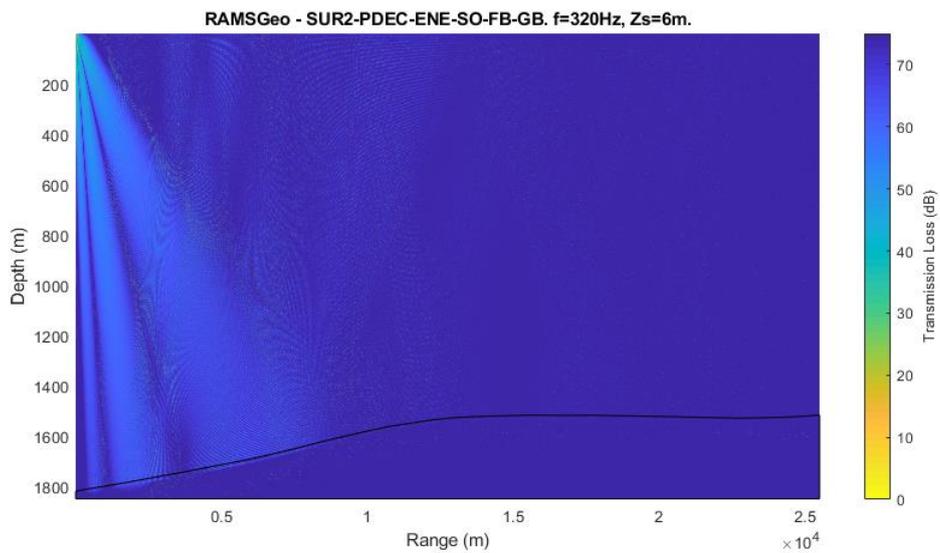
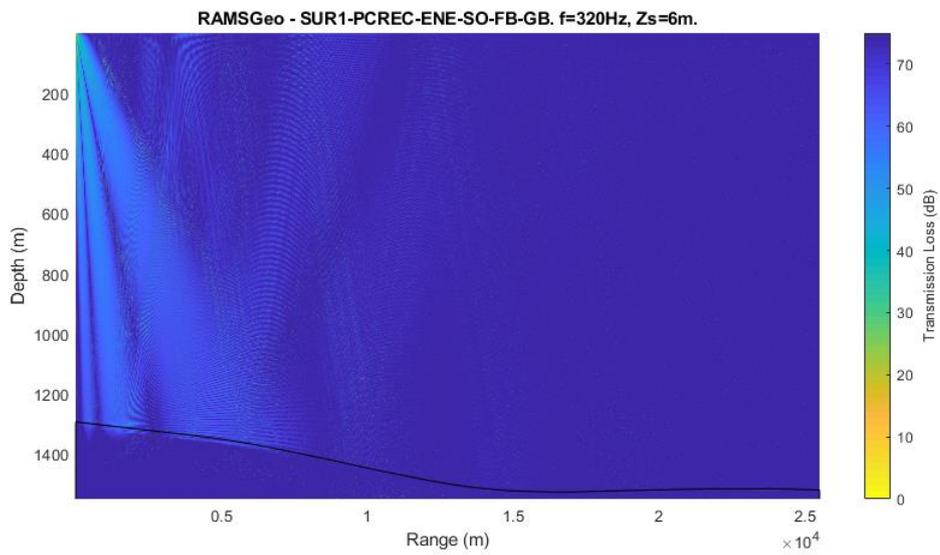
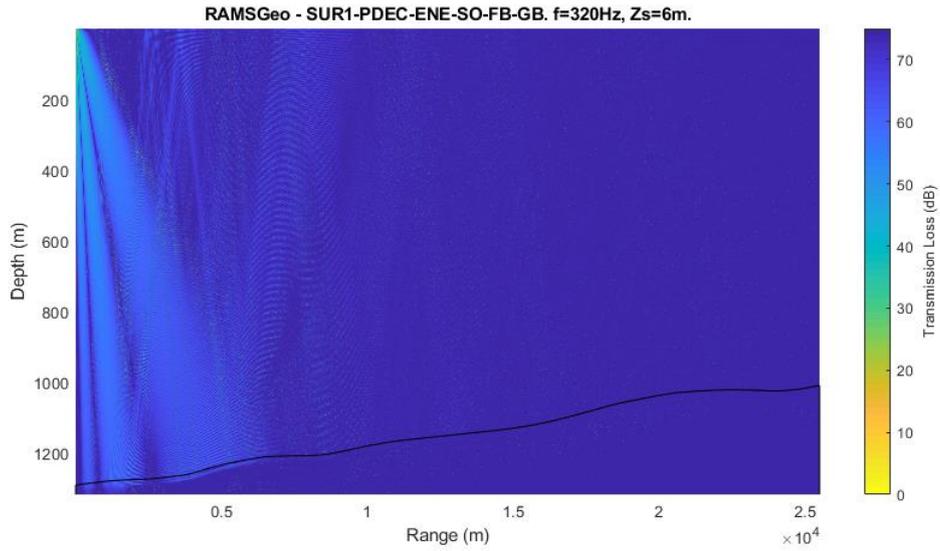


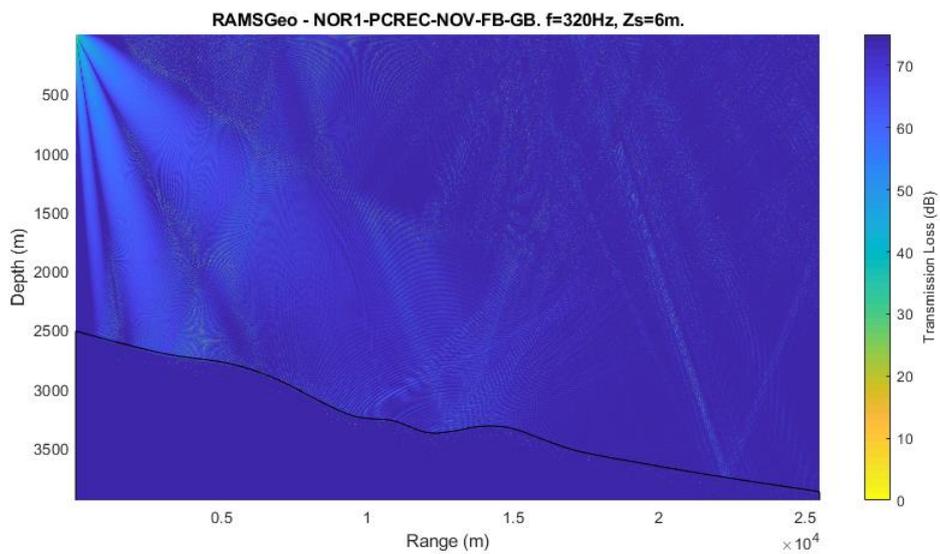
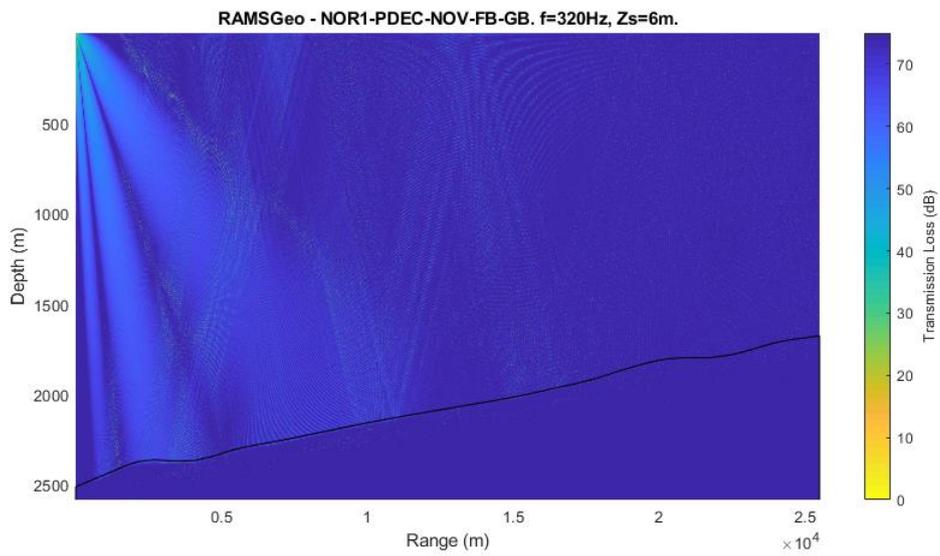
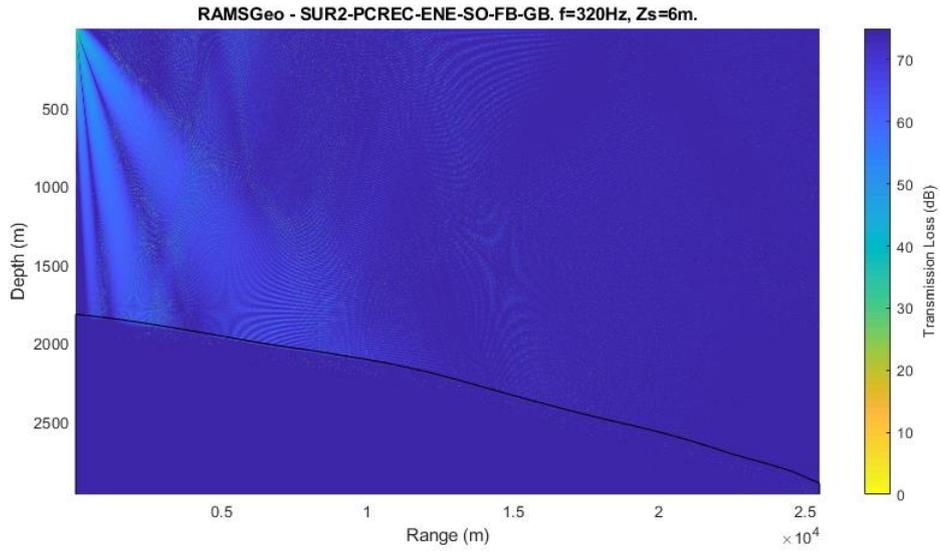

d. Frecuencia 160 Hz.



e. Frecuencia 320 Hz.





4 SENSIBILIDAD AL PERFIL OCEANOGRÁFICO CON BATIMETRÍA VARIABLE

Para la realización de las simulaciones presentadas en el punto anterior para la zona Sur del área CAN_100-108 se consideró como perfiles de densidad y velocidad del sonido los correspondientes al punto SO-1000 para el mes de Enero, extendidos siguiendo las tendencias verificadas en la zona más profunda de los mismos.

Alternativamente, se efectuaron las simulaciones empleando los perfiles del punto SE-3000 para el mes de enero, con lo cual no fue necesario extender los perfiles oceanográficos, sino únicamente considerarlos hasta la cota del lecho marino en cada punto a lo largo de la batimetría, conforme a su profundidad.

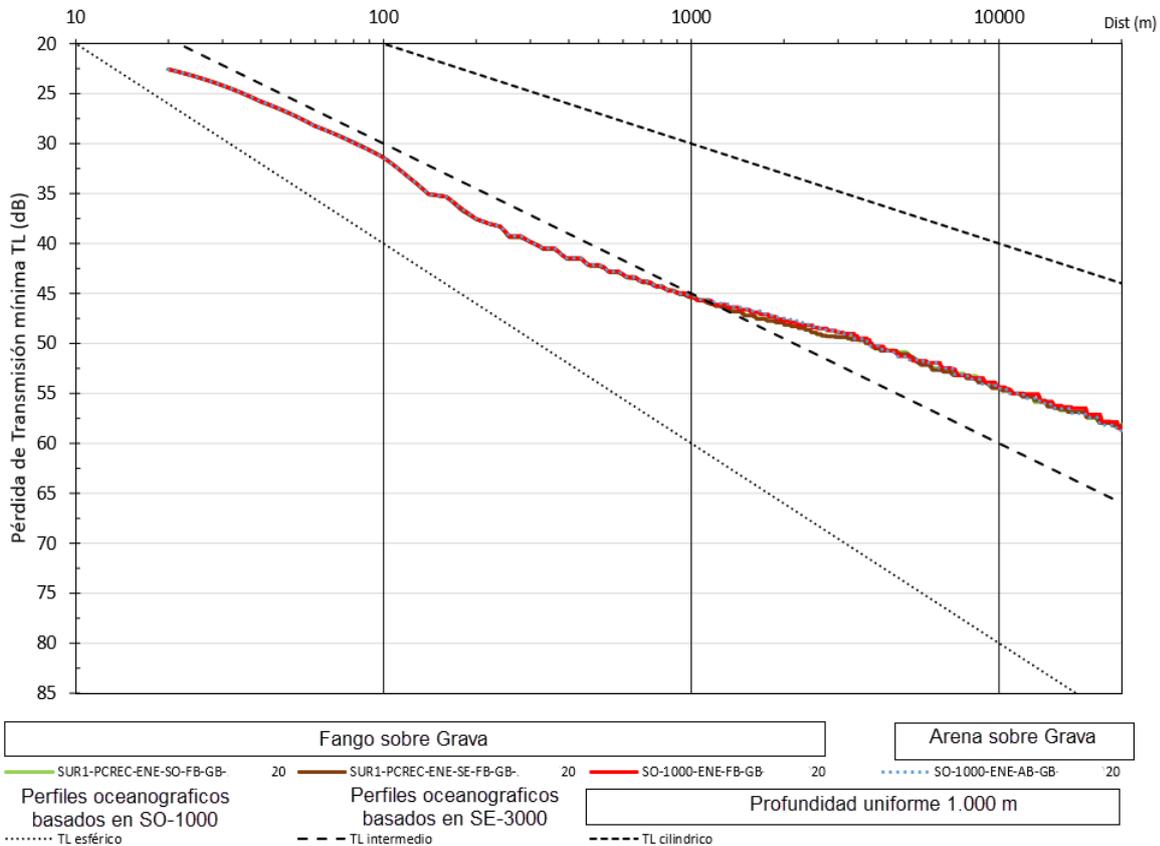
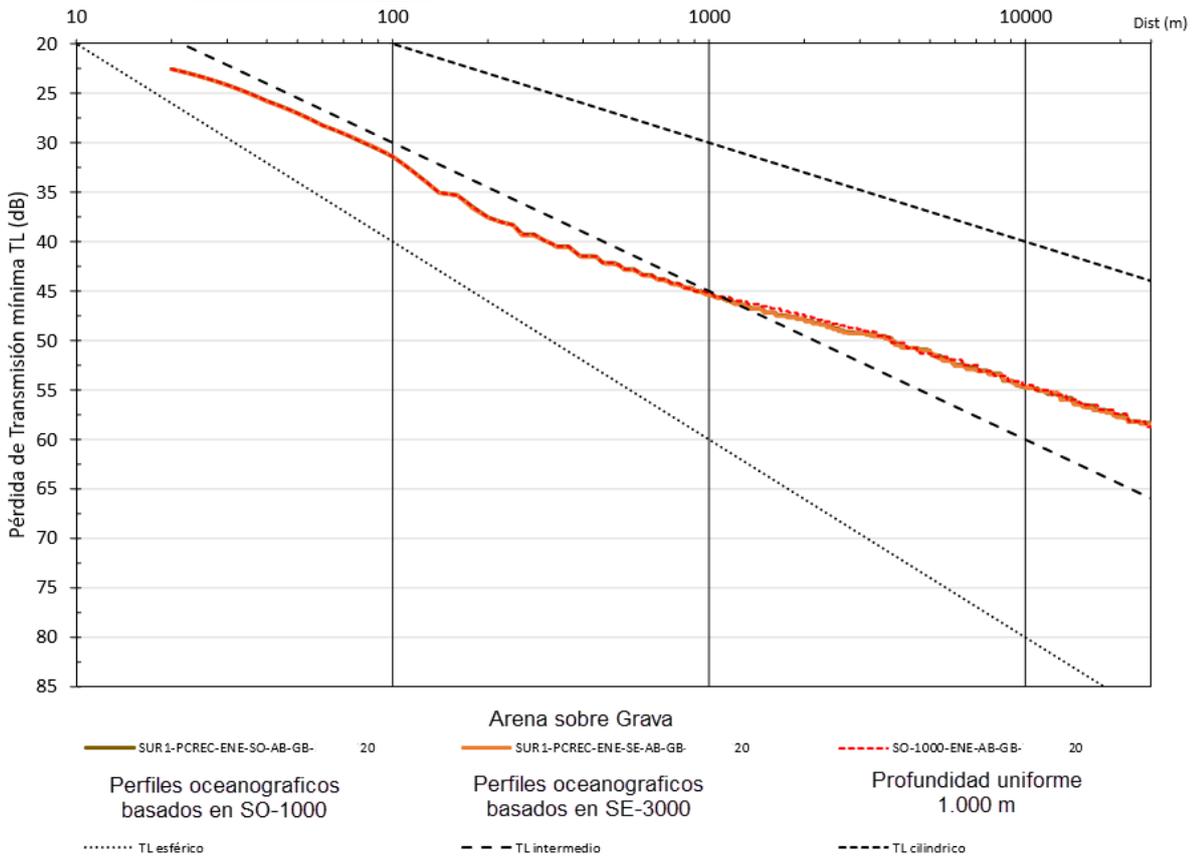
Los resultados obtenidos, que por motivos de brevedad se presentan en las siguientes figuras para uno de los casos simulados, indican que el perfil oceanográfico que se seleccione para el cálculo influye muy poco en la pérdida por transmisión, siendo no significativas las diferencias.

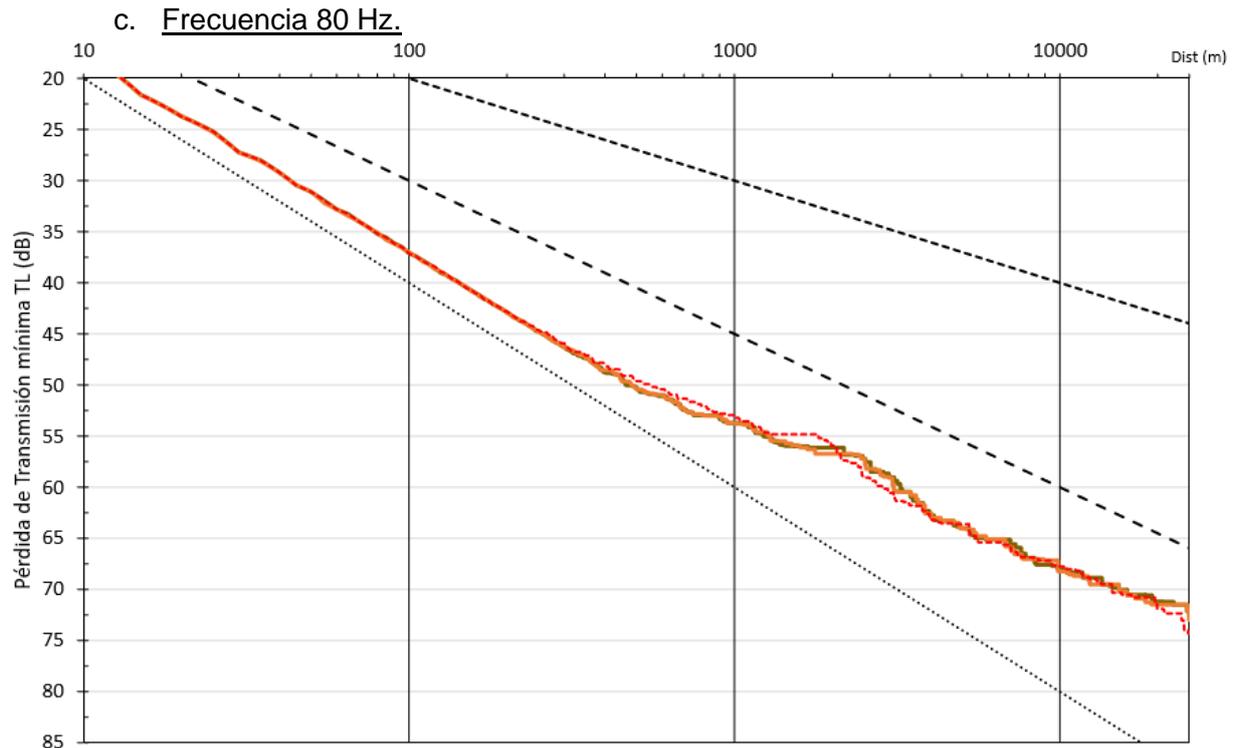
Las figuras permiten apreciar además que los resultados para el perfil SO-1000 sobre tipo de suelo FB-GB (Fangos sobre Grava) uniforme, resultan más conservativos para las frecuencias menores a 80Hz; a partir de 160 Hz, frecuencias menos energéticas en el espectro de emisión, se observa menor Pérdida por Transmisión en el perfil SO-1000 uniforme sobre tipo de suelo AB-GB.

Entre los resultados sobre el tipo de suelo AB-GB, para frecuencias intermedias, 80 Hz y 160 Hz, resultó mas conservativo el perfil SO con profundidad creciente (hacia el océano), mientras que el resto de las frecuencias el perfil SO-1000 con profundidad uniforme mantuvo las menores pérdidas.

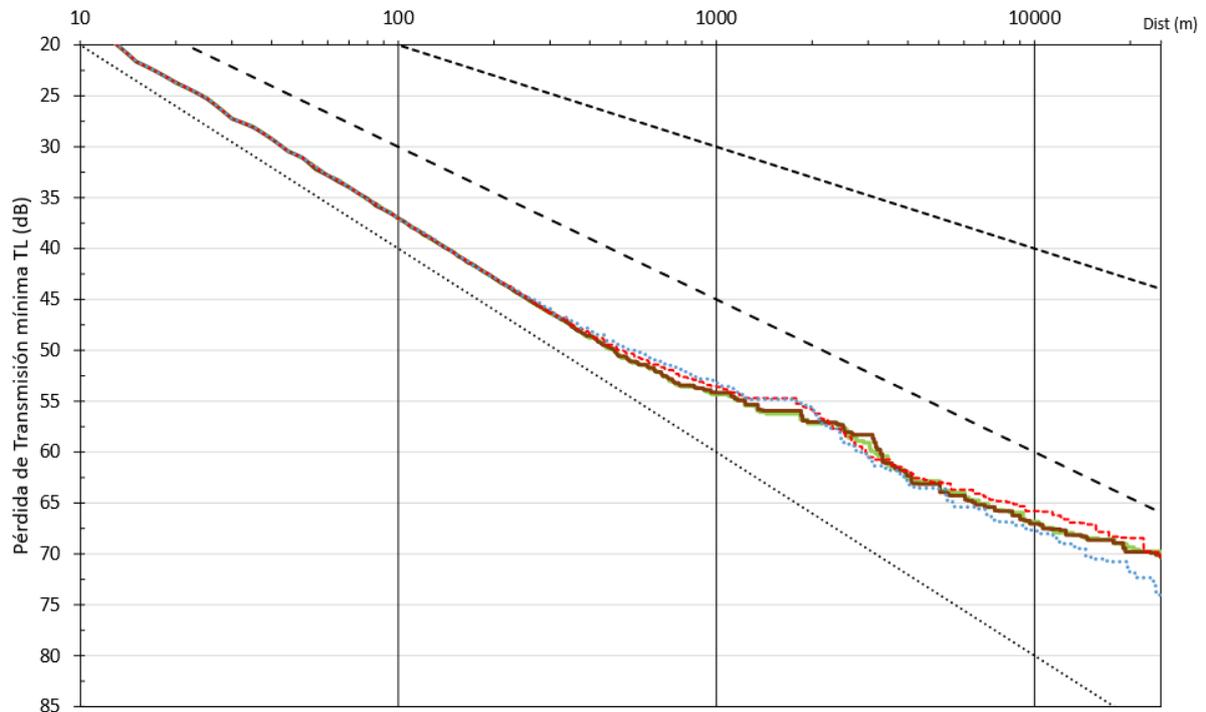


a. Frecuencia 20 Hz.



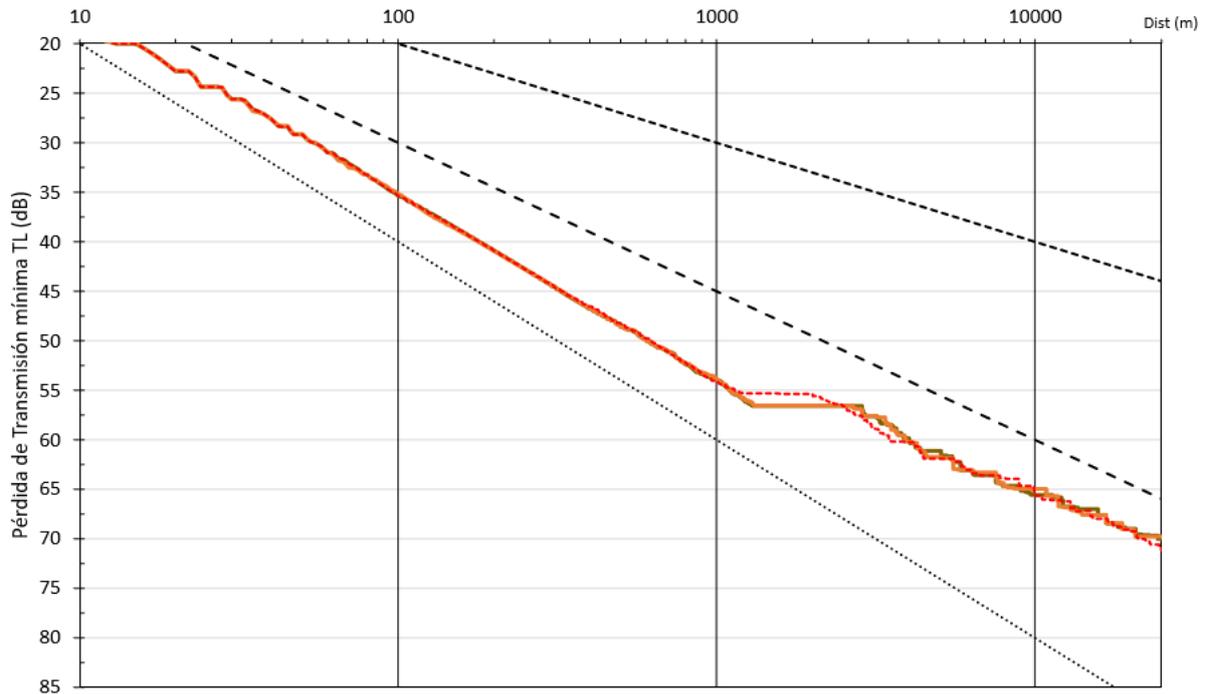


— SUR1-PCREC-ENE-SO-AB-GB- 80
 — SUR1-PCREC-ENE-SE-AB-GB- 80
 - - - SO-1000-ENE-AB-GB- 80
 Perfiles oceanograficos basados en SO-1000
 Perfiles oceanograficos basados en SE-3000
 Profundidad uniforme 1.000 m
⋯ TL esférico
 - - - TL intermedio
 - - - TL cilíndrico



— SUR1-PCREC-ENE-SO-FB-GB- 80
 — SUR1-PCREC-ENE-SE-FB-GB- 80
 - - - SO-1000-ENE-FB-GB- 80
 ⋯ SO-1000-ENE-AB-GB- 80
 Perfiles oceanograficos basados en SO-1000
 Perfiles oceanograficos basados en SE-3000
 Profundidad uniforme 1.000 m
⋯ TL esférico
 - - - TL intermedio
 - - - TL cilíndrico

d. Frecuencia 160 Hz.

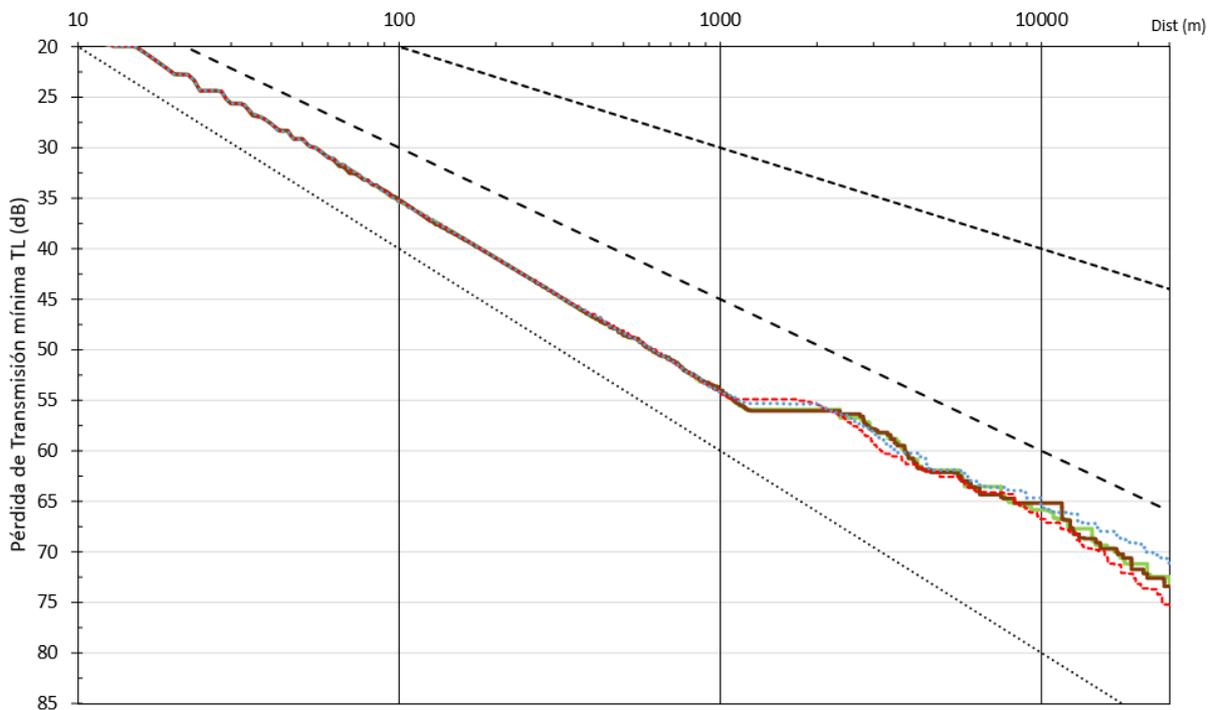


Arena sobre Grava

— SUR1-PCREC-ENE-SO-AB-GB- 160
 — SUR1-PCREC-ENE-SE-AB-GB- 160
 --- SO-1000-ENE-AB-GB- 160

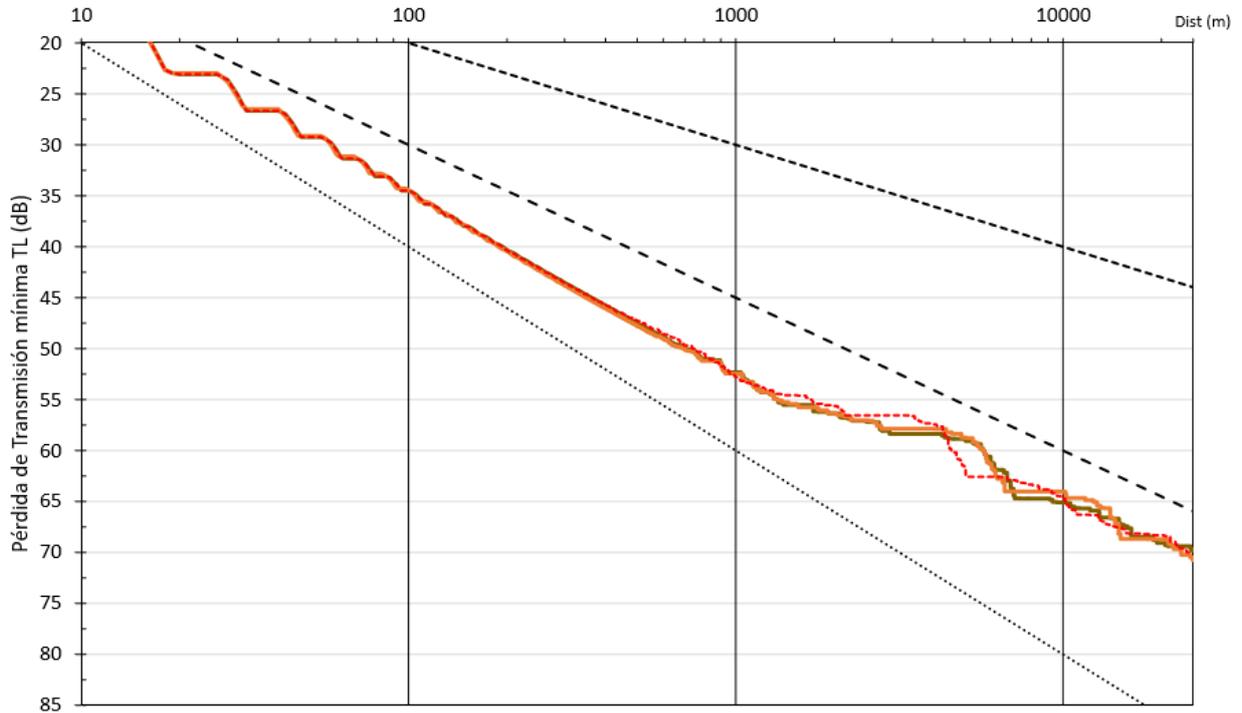
Perfiles oceanograficos basados en SO-1000
 Perfiles oceanograficos basados en SE-3000
 Profundidad uniforme 1.000 m

..... TL esférico
 --- TL intermedio
 --- TL cilindrico

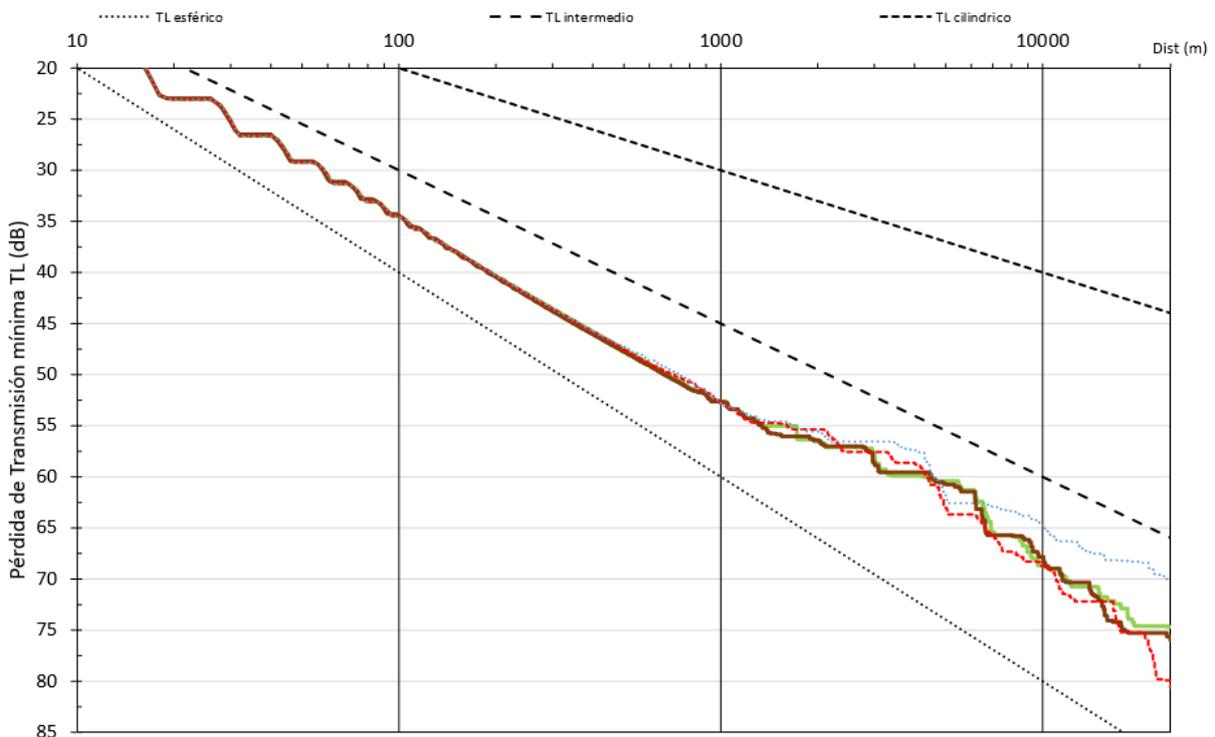


Fango sobre Grava		Arena sobre Grava	
—	—	---
SUR1-PCREC-ENE-SO-FB-GB- 160	SUR1-PCREC-ENE-SE-FB-GB- 160	SO-1000-ENE-FB-GB- 160	SO-1000-ENE-AB-GB- 160
Perfiles oceanograficos basados en SO-1000	Perfiles oceanograficos basados en SE-3000	Profundidad uniforme 1.000 m	
..... TL esférico		--- TL intermedio --- TL cilindrico	

e. Frecuencia 320 Hz.



— SUR1-PCREC-ENE-SO-AB-GB- 320
 — SUR1-PCREC-ENE-SE-AB-GB- 320
 - - - SO-1000-ENE-AB-GB- 320
 Perfiles oceanograficos basados en SO-1000
 Perfiles oceanograficos basados en SE-3000
 Profundidad uniforme 1.000 m



— SUR1-PCREC-ENE-SO-FB-GB- 320
 — SUR1-PCREC-ENE-SE-FB-GB- 320
 - - - SO-1000-ENE-FB-GB- 320
 ⋯ SO-1000-ENE-AB-GB- 320
 Perfiles oceanograficos basados en SO-1000
 Perfiles oceanograficos basados en SE-3000
 Profundidad uniforme 1.000 m
 ⋯ TL esférico - - - TL intermedio - · - · TL cilíndrico

5 SENSIBILIDAD A LOS PARÁMETROS DEL SUELO

Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad respecto de los parámetros de suelo para lo cual se consideraron las siguientes variaciones de los parámetros del suelo, comparadas con los parámetros base FB-GB (Fangos sobre Gravas), empleando la condición más conservativa identificada previamente: Punto SO-1000 en Enero.

Identificación	F1	F2	F3	G1	G2	G3
Parámetro	Fangos superiores con			Gravas por debajo con		
	menor espesor Cs Hamilton	limos Cs Hamilton	limos Cs Silt (Jensen)	mayor espesor	menor espesor	mayor velocidad compresional y densidad
Espesor capa z (m)	10	15	15	42	15	30
C_p (m/s)	1.500	1.575	1.575	1.800	1.800	1.850
ρ (kg/m ³)	1.500	1.700	1.700	2.000	2.000	2.050
C_s (m/s)	163	186	248	552	406	499
C_s adoptado (m/s)	163	186	250	550	400	500
A_p (dB/ λ_p)	0,2	1,0	1,0	0,6	0,6	0,6
A_s (dB/ λ_s)	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

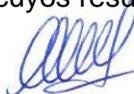
Las consideraciones para la adopción de los parámetros presentados fueron las siguientes:

- La condición F1 únicamente reduce el espesor del suelo y por consiguiente el valor de la velocidad de corte C_s , a un mínimo razonable de 10 metros en función de la información disponible.
- La condición F2 tiene en cuenta que los fangos podrían tener características más limosas, por lo que se emplearon los parámetros de Silt (limo) de la tabla de Jensen, incluyendo los parámetros de atenuación, pero se mantuvo la ecuación de Hamilton para C_s .
- La condición F3 considera lo mismo que F2, pero se incrementa C_s empleando la ecuación propuesta por Jensen.
- La condición G1 implica un aumento del valor de C_s para las gravas obtenido mediante un incremento del espesor de la capa, acercándolo al correspondiente a las morenas, que son materiales más densos y compactos.
- La condición G2 reduce el espesor de gravas y por consiguiente el valor de C_s .
- La condición G3 implica un incremento en la densidad y la velocidad compresional que se asocia a este incremento.

Cada una de estas variantes de parámetros de un suelo se combinó en primer lugar con la condición base del otro, resultando 6 alternativas, que fueron comparadas entre si: F1-GB, F2-GB, F3-GB, FB-G1, FB-G2, FB-G3.

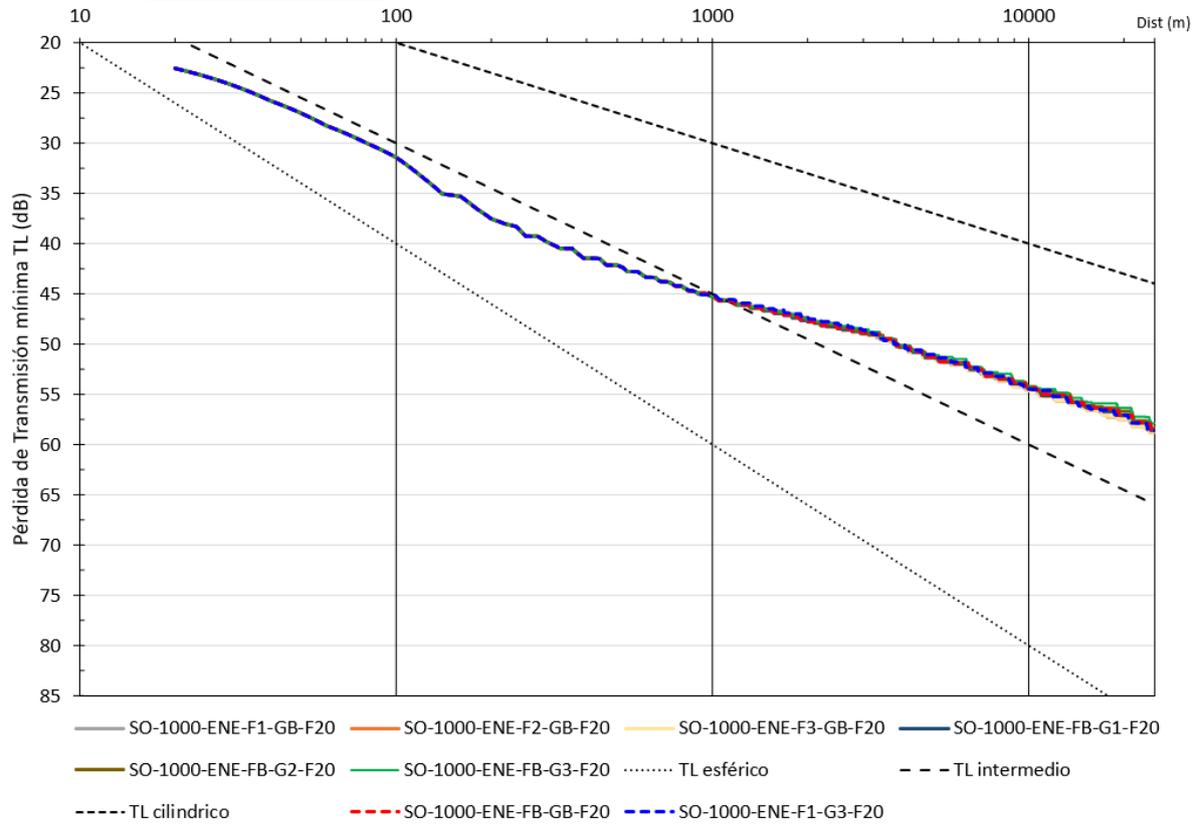
Se presentan en las figuras a continuación los resultados obtenidos, para cada frecuencia, comparando las distintas combinaciones de parámetros de suelo.

Como resultado de este análisis, se concluyó que los parámetros correspondientes a F1 (menor espesor de fangos) y G3 (mayor velocidad compresional y densidad de gravas), son los más conservativos, por lo que se realizó una última simulación combinando estas dos (F1-G3), la cual resultó la más conservativa de todas y fue seleccionada para realizar las simulaciones sistemáticas por tercios de octavas desde 1 Hz a 1 kHz, cuyos resultados se presentan en el Capítulo 6.

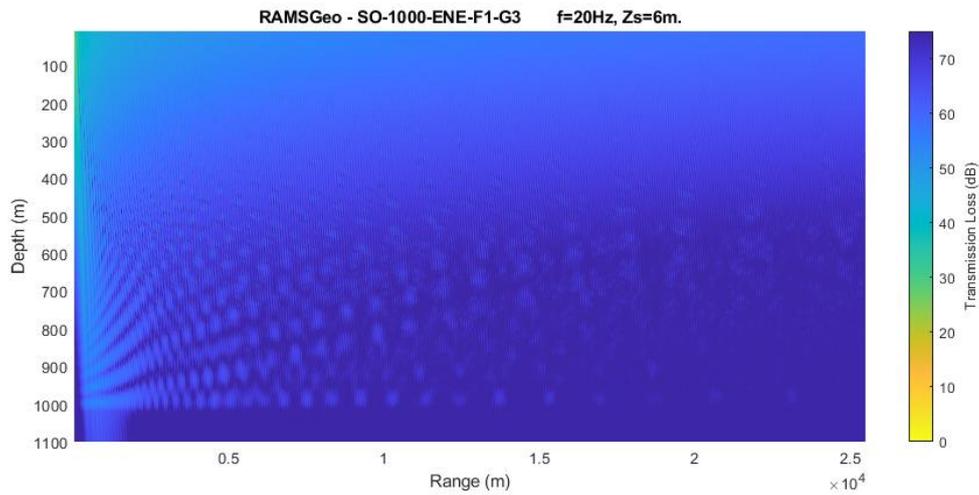


Punto SO. Profundidad 1000 m

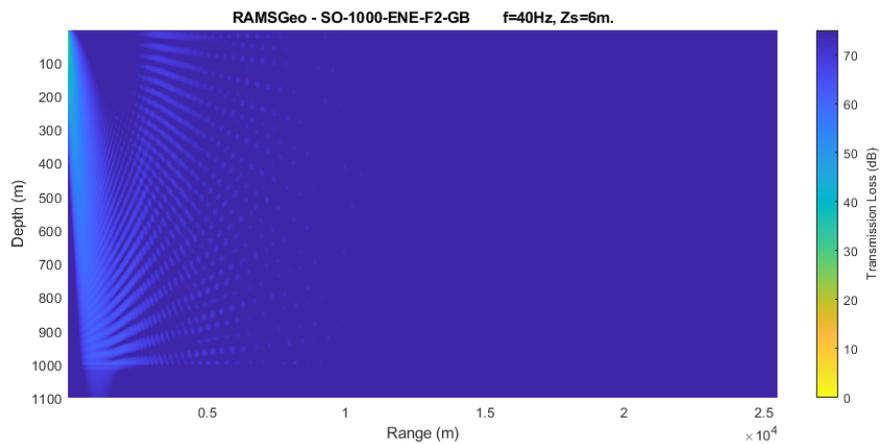
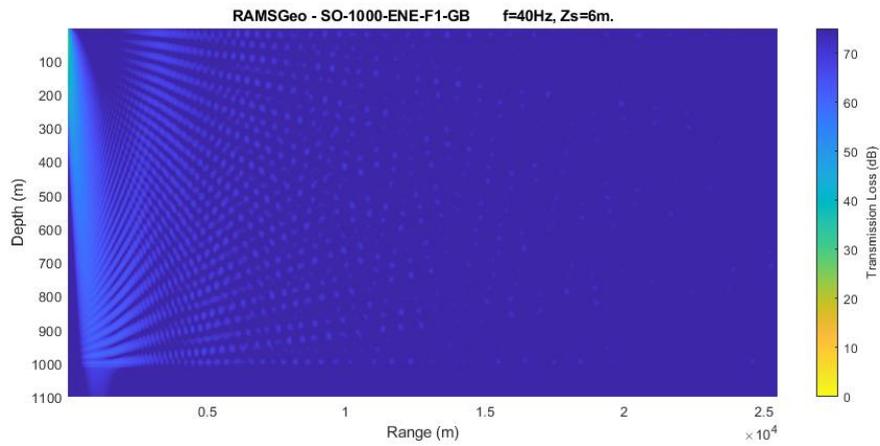
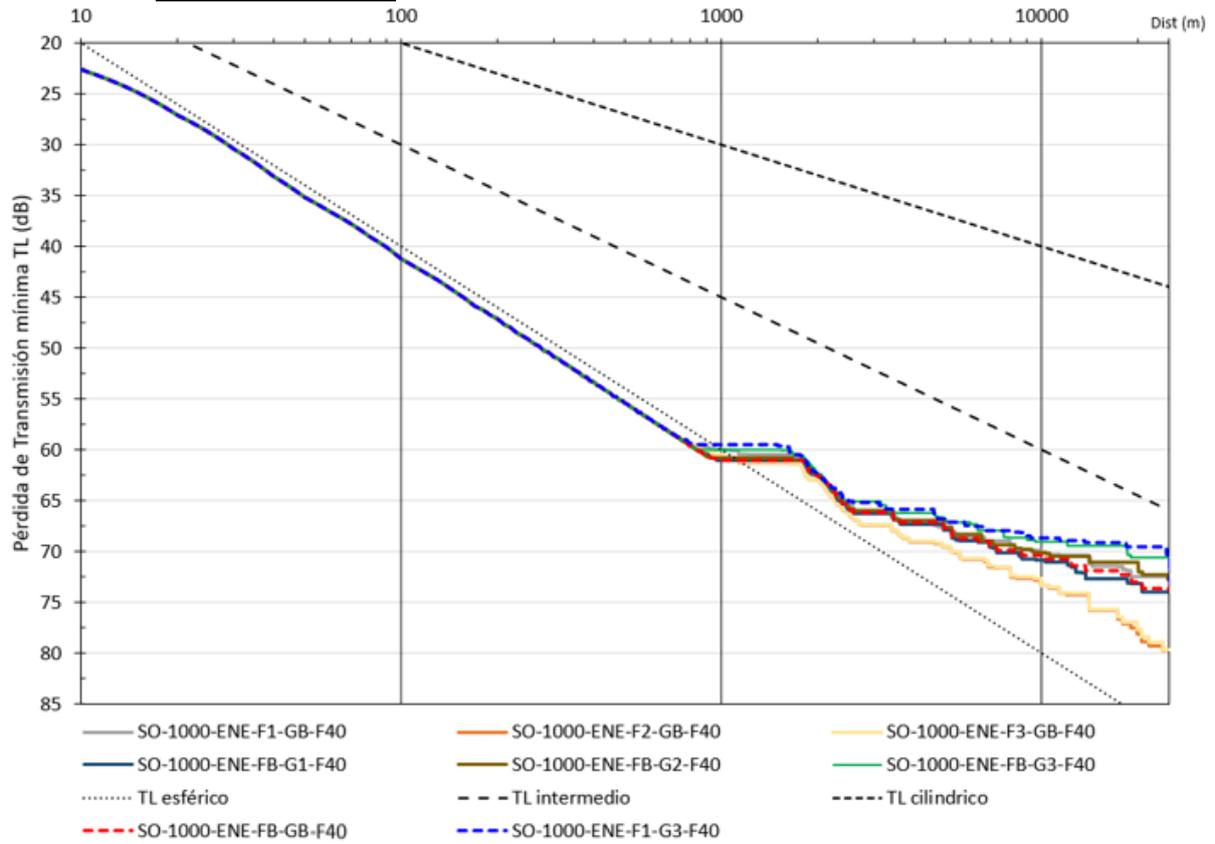
a. Frecuencia 20 Hz.

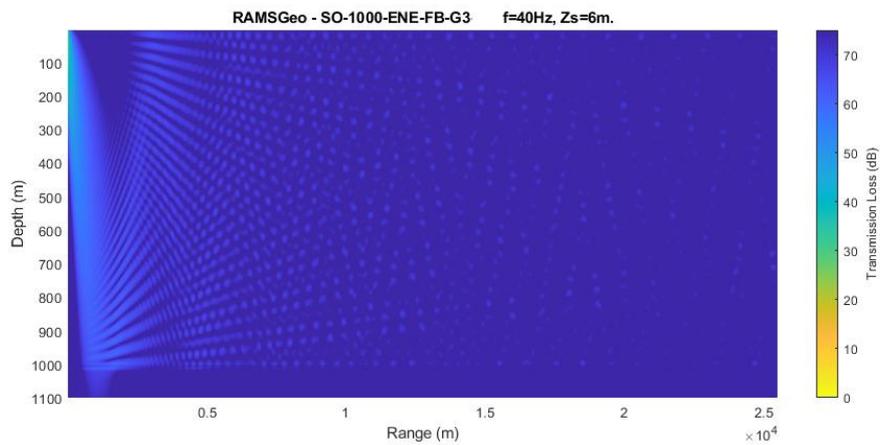
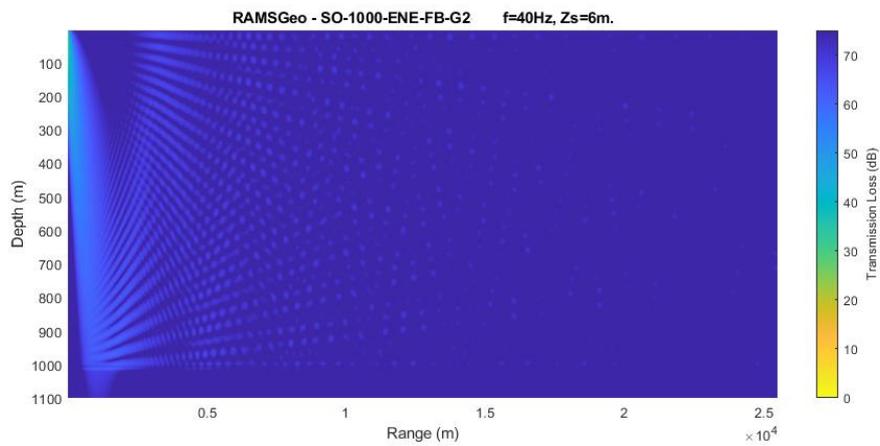
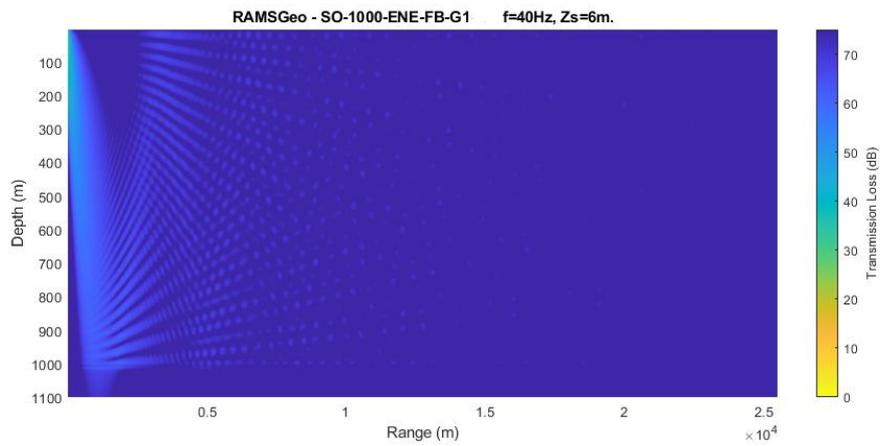
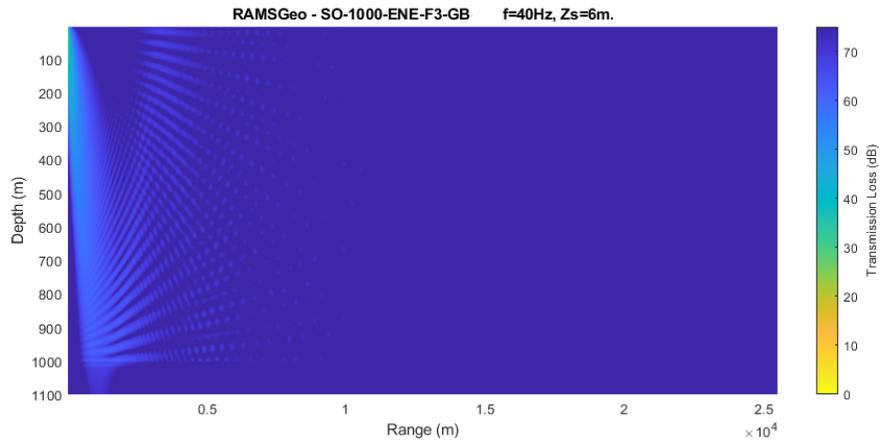


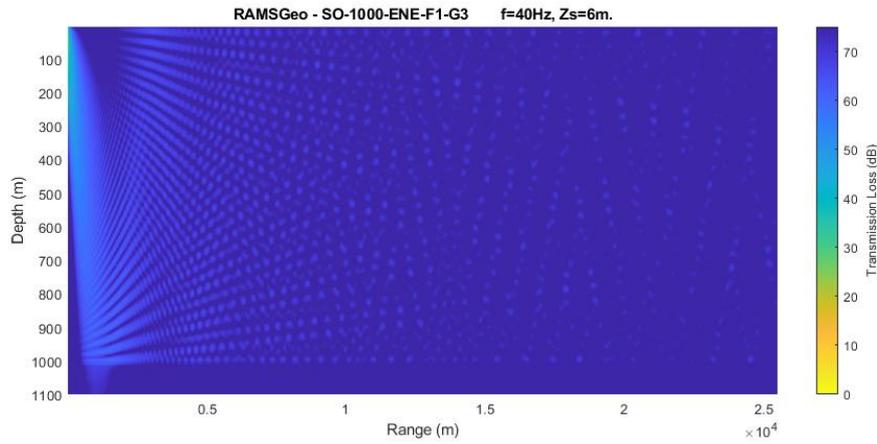
Se incluye solo un ejemplo de la combinación seleccionada para 20 Hz pues son todas muy similares.



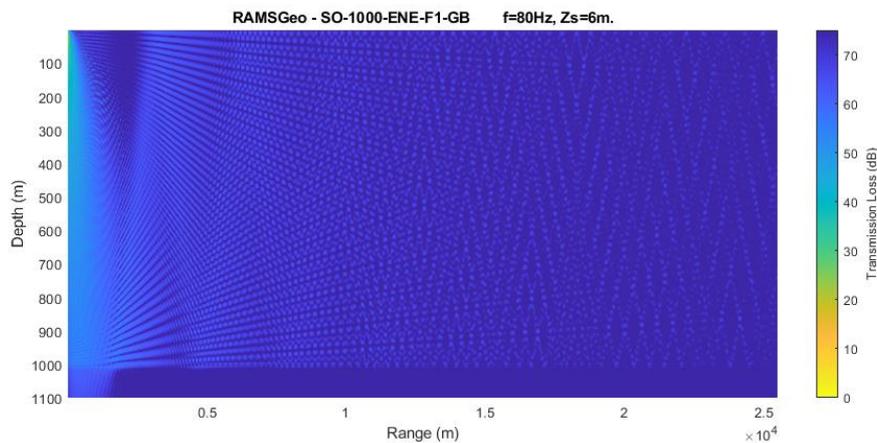
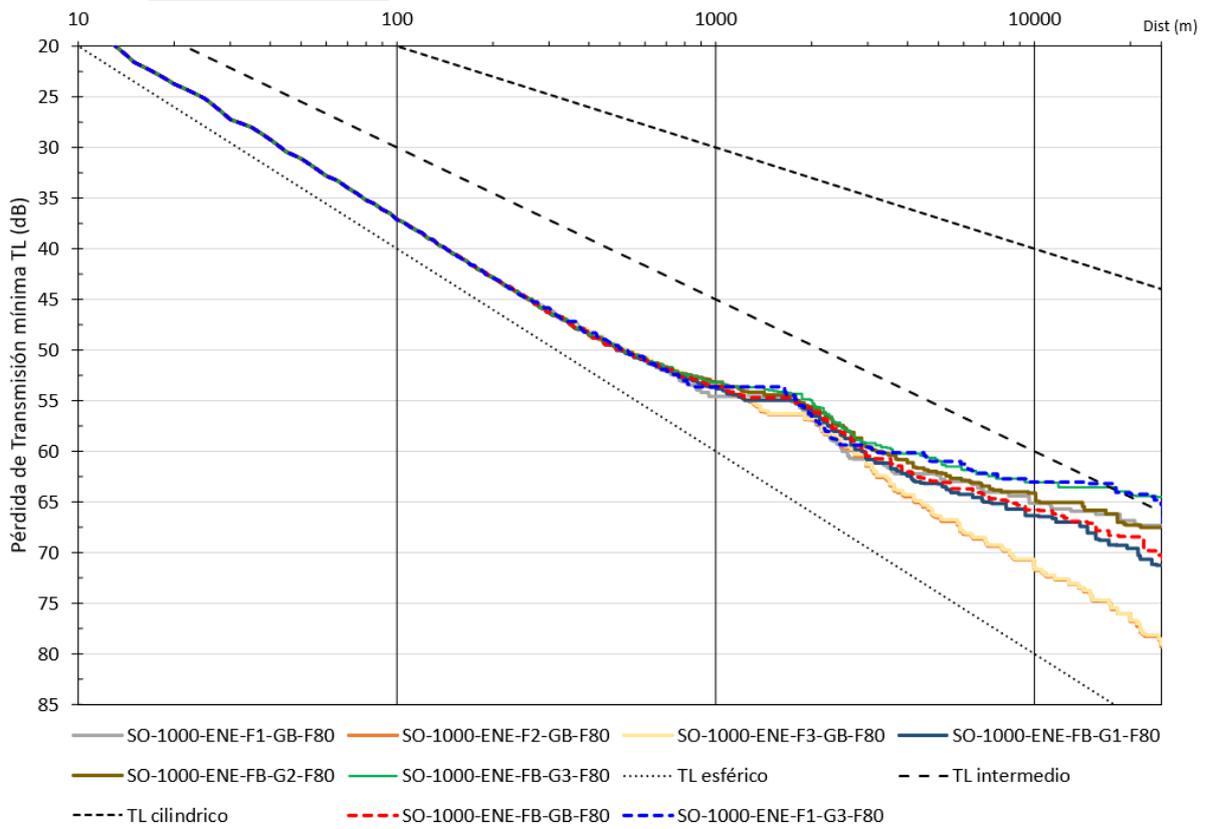

b. Frecuencia 40 Hz.

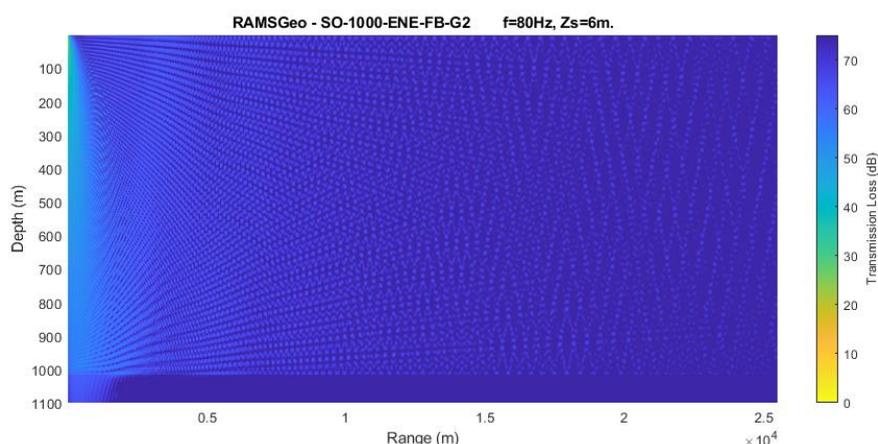
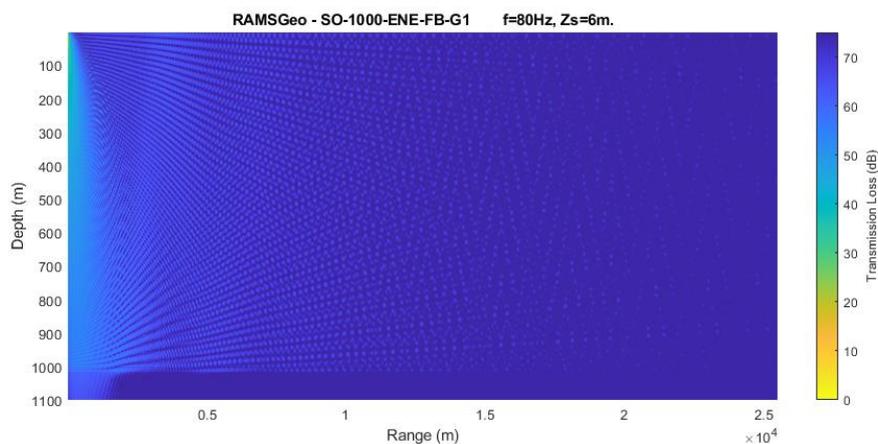
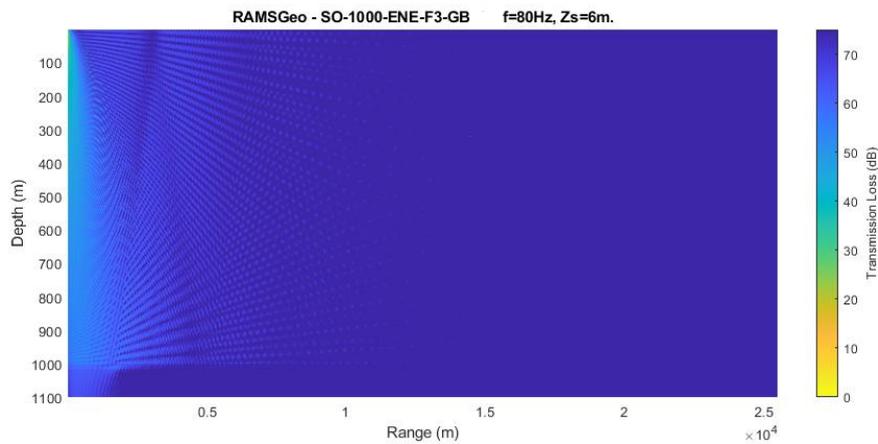
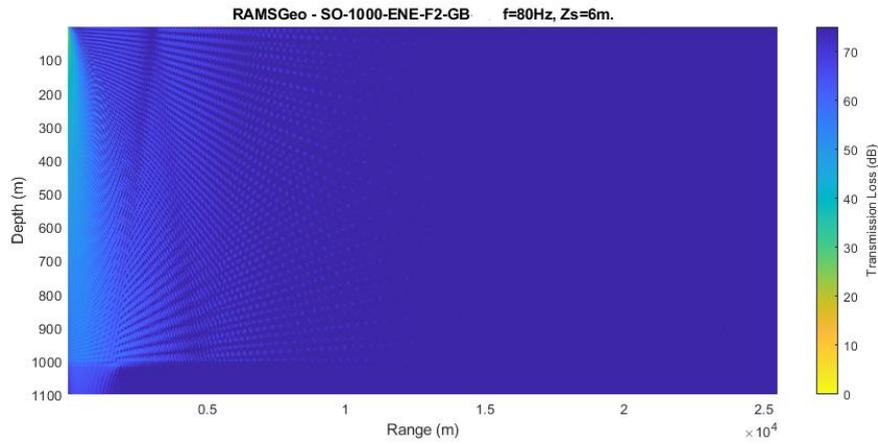


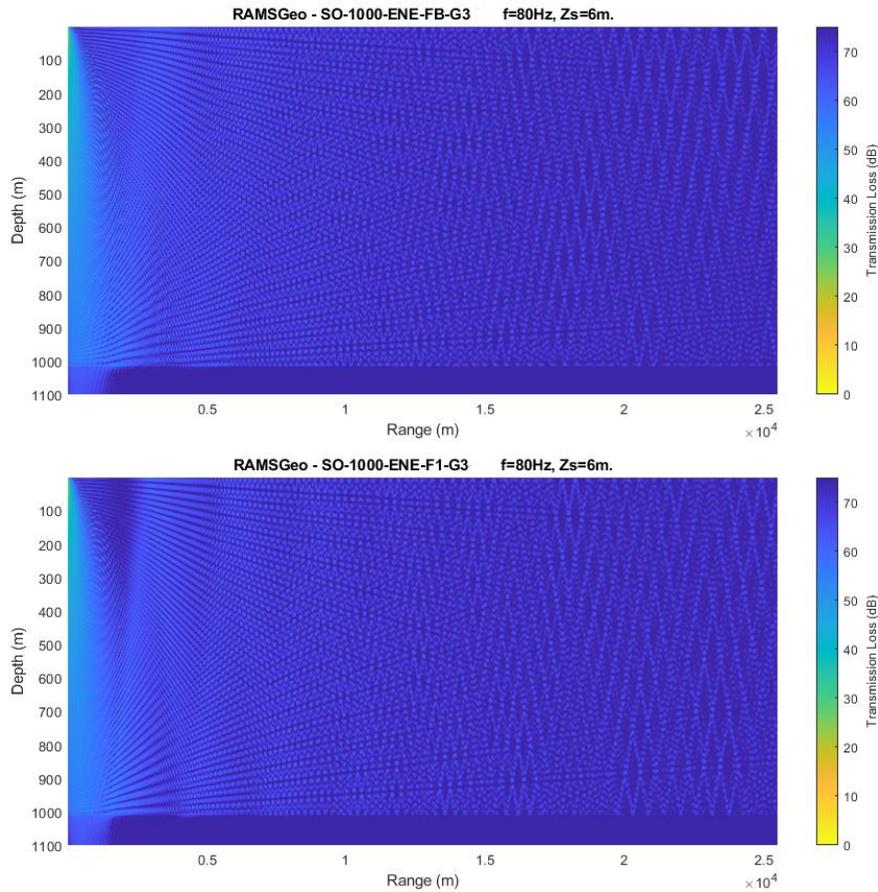





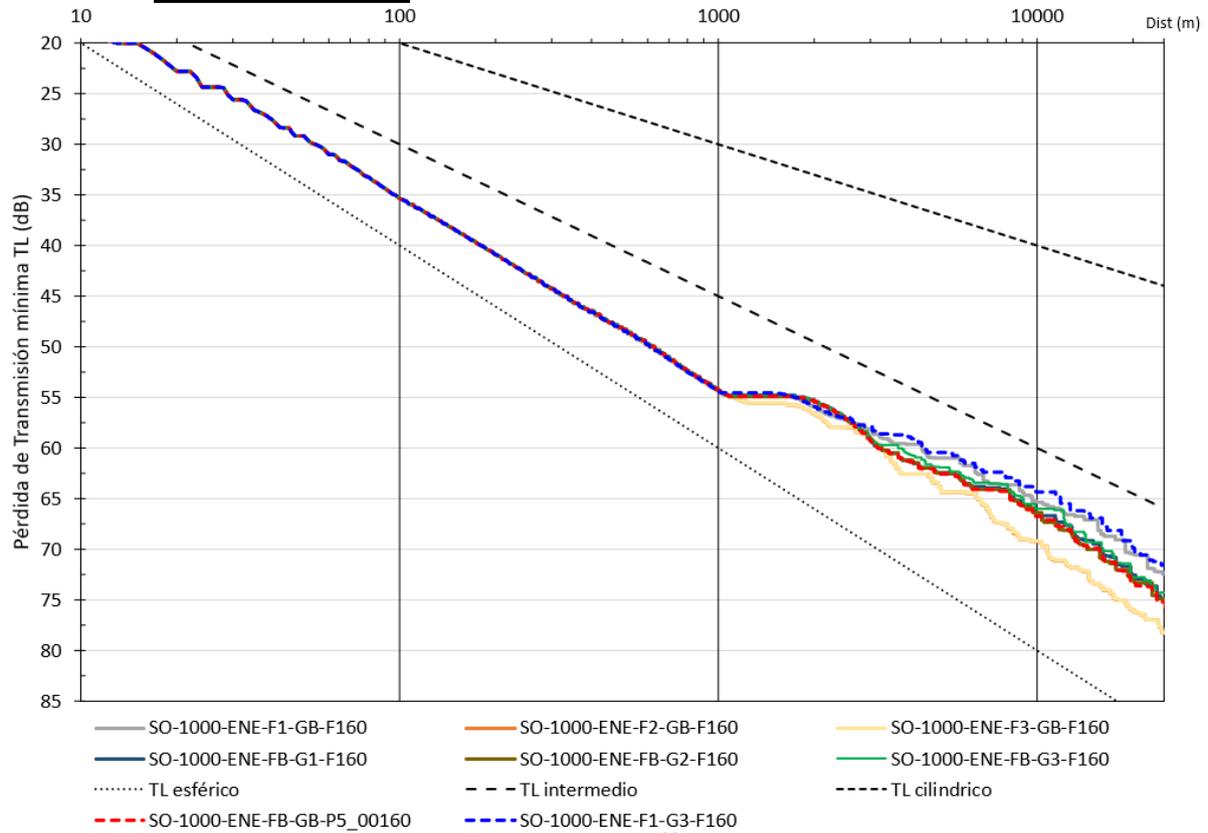
c. Frecuencia 80 Hz.

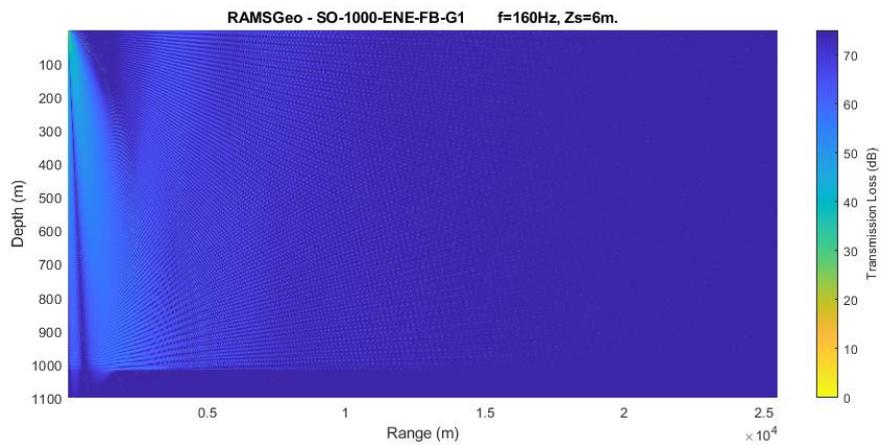
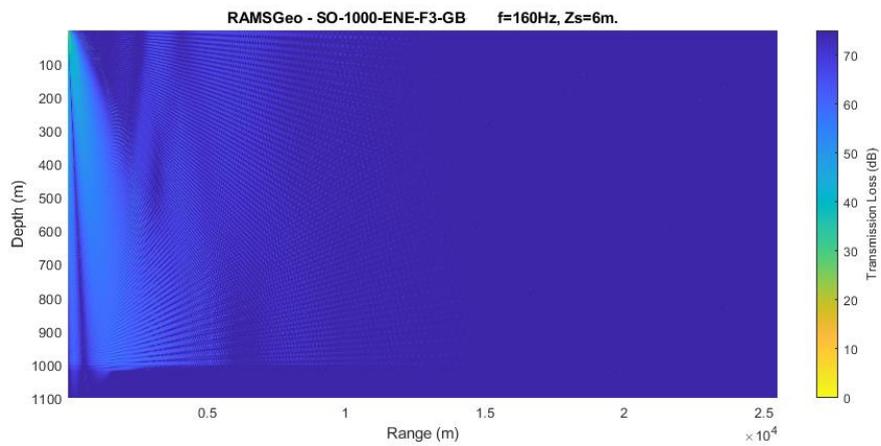
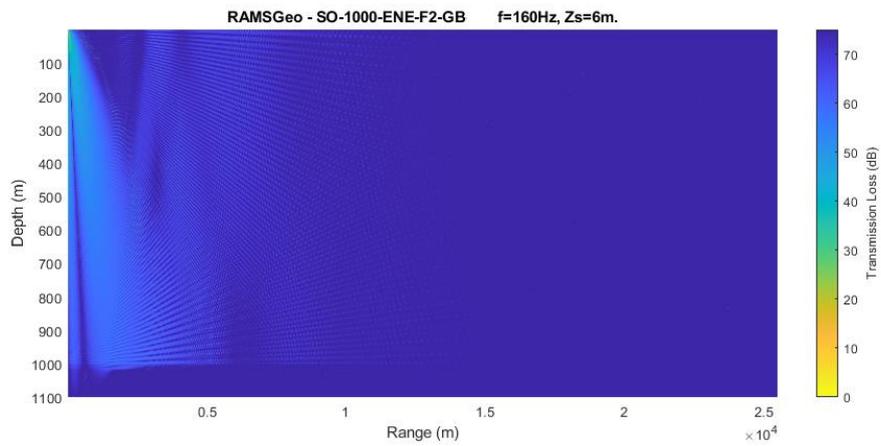
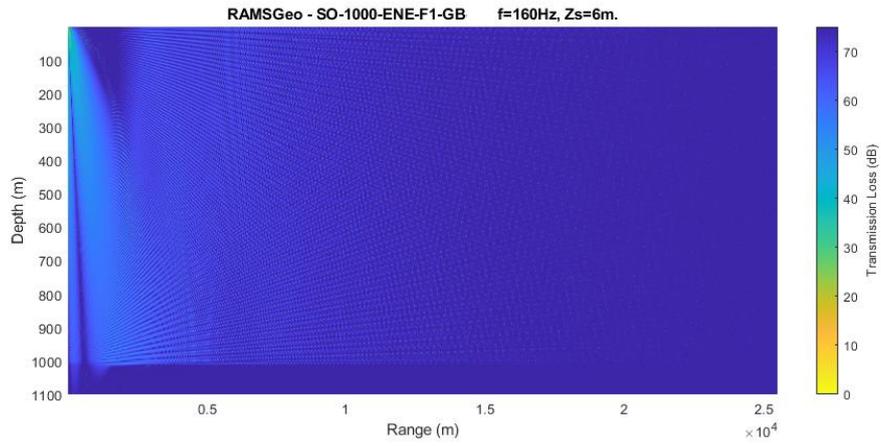


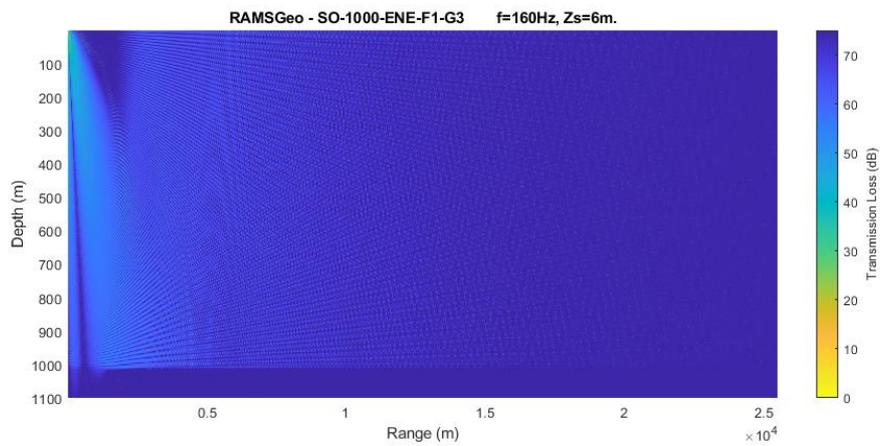
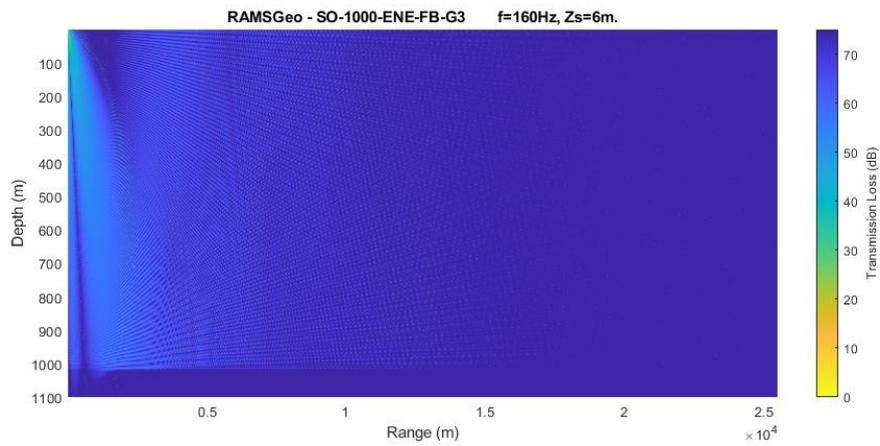
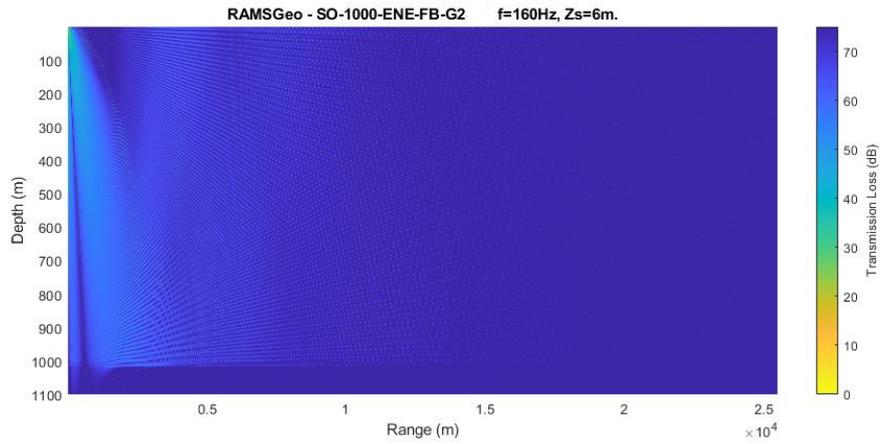


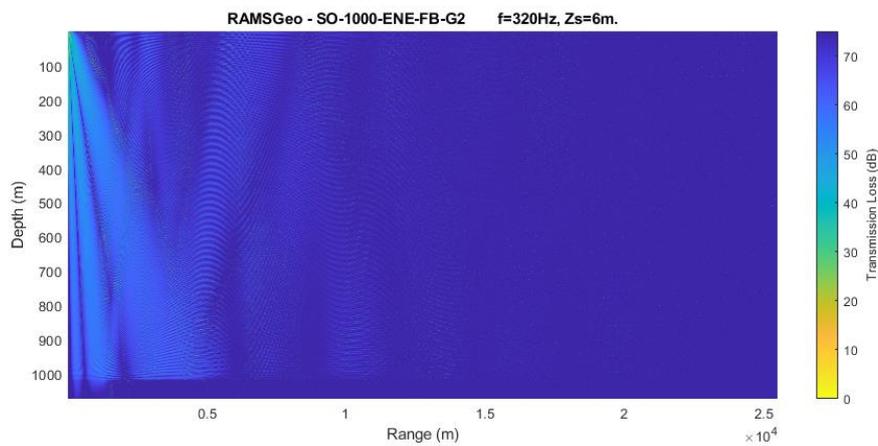
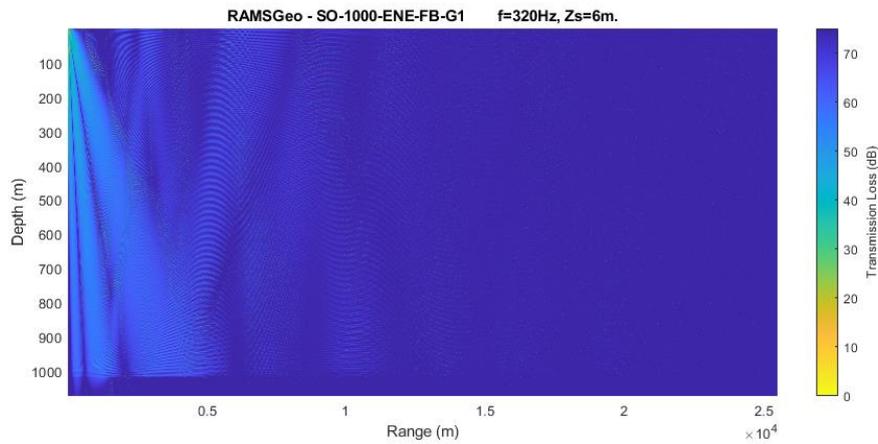
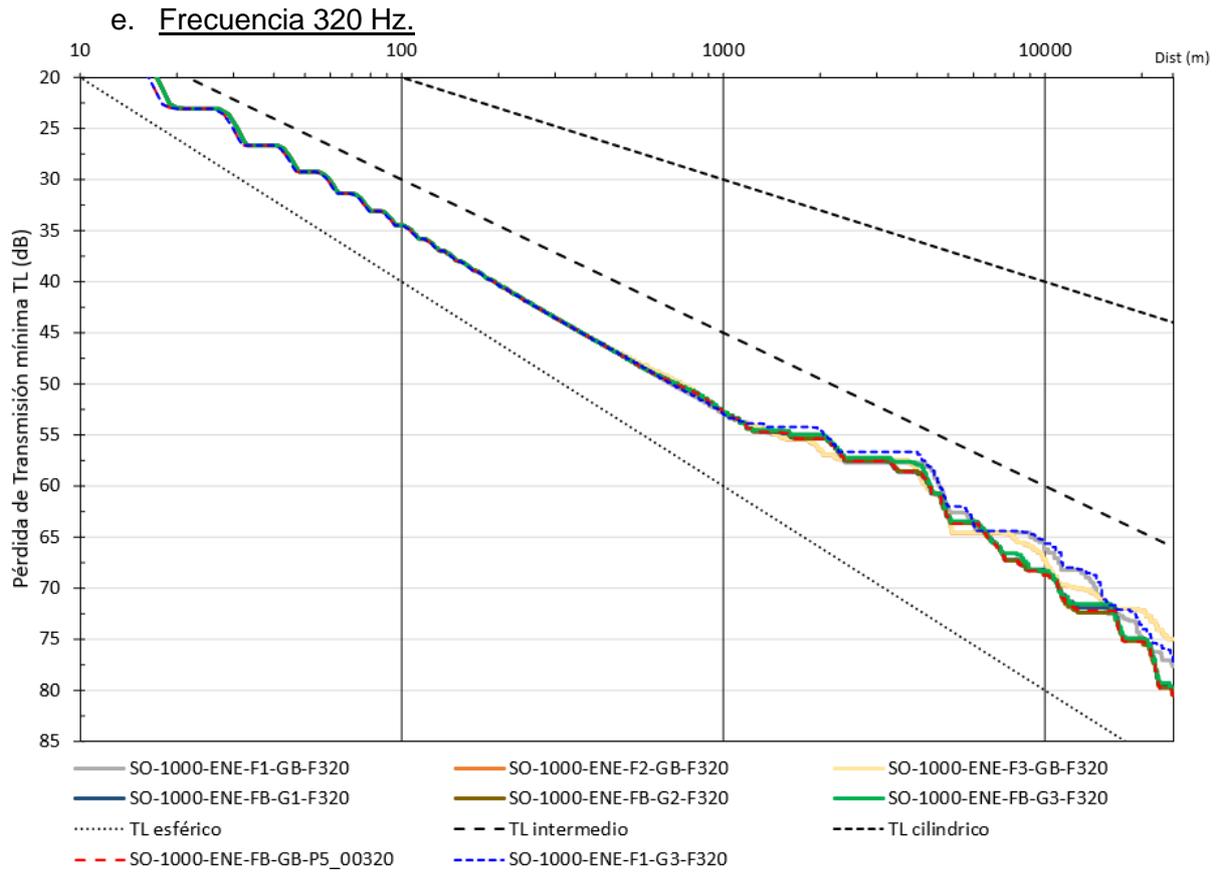



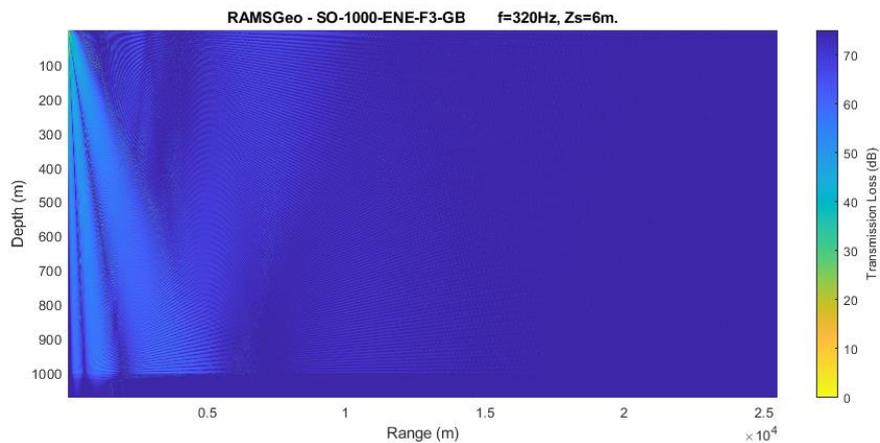
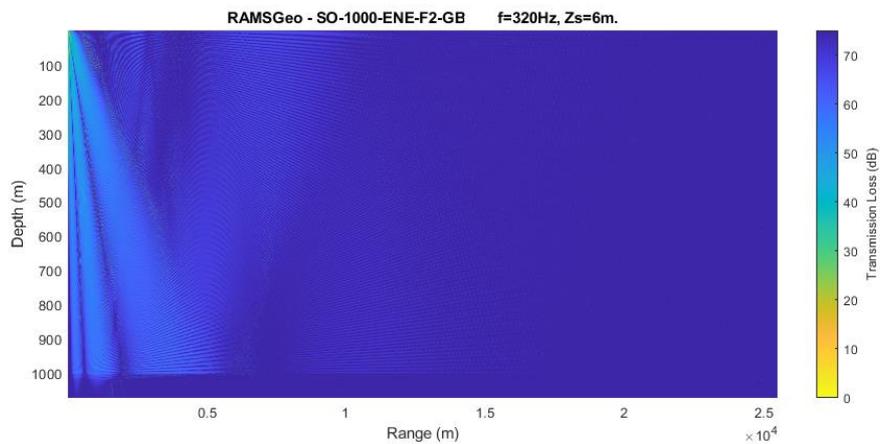
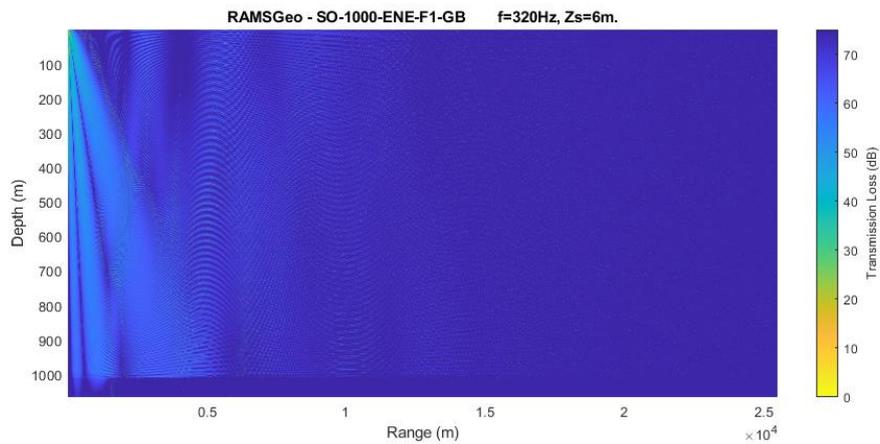
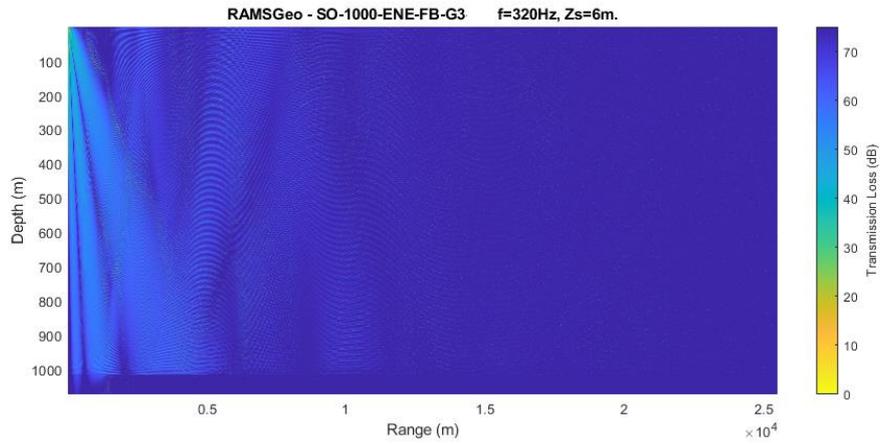
d. Frecuencia 160 Hz.

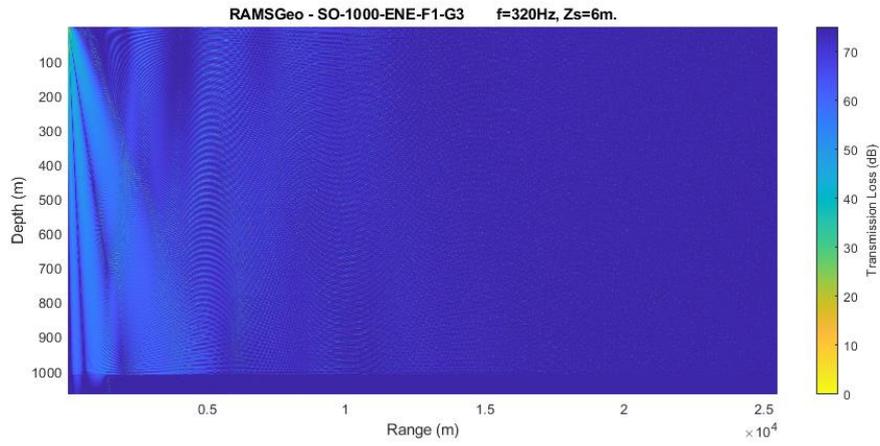












7 CONCLUSIONES

Se observó que el tipo de suelo FB-GB (Fango sobre Grava con parámetros base) es más conservativo para frecuencias menores a 80 Hz, y AB-GB (Arena sobre Grava con parámetros base) es más conservativo en ciertos casos para las frecuencias 160 Hz y 320 Hz y para grandes distancias de la fuente; sin embargo, éstas últimas son frecuencias que aportan menos energía.

Considerando que la mayor parte de la zona tendría fangos sobre arena limosa y que sería probable encontrar grava en los sectores de los “cañones” sumergidos y en cuerpos contorníticos, se considera conservativo adoptar en primera instancia la combinación FB-GB (Fango sobre Grava con parámetros base).

También se puede apreciar que los perfiles oceanográficos correspondientes al mes de Enero en la subzona más hacia el Sur y al mes de Octubre en la subzona más hacia el Norte, resultan más conservativos; sin embargo, la diferencia entre perfiles oceanográficos de diferentes meses en el mismo punto resulta muy pequeña, con diferencias apenas perceptibles.

En la evaluación de sensibilidad de la variabilidad de la batimetría se observa que en general la condición de profundidad constante 1000 m del punto SO (SO-1000) resulta más conservativa para todas las frecuencias hasta unos 2 km de la fuente. Para frecuencias altas (160 Hz y 320 Hz) y distancias mayores, SO-1000 es aproximadamente igual o menos conservativa que las demás. El perfil Norte con profundidad creciente (hacia el océano) es más conservativo pero solamente a partir de unos 6 km de la fuente, donde la acumulación de SEL será significativamente menor que para distancias menores.

Por lo tanto, se considera razonable adoptar la condición SO-1000 (profundidad 1.000 m) como la globalmente más conservativa a los efectos de la determinación del SPL y SELcum.

Como resultado de este análisis, se concluyó que los parámetros correspondientes a F1 (menor espesor de fangos) y G3 (mayor velocidad compresional y densidad de gravas), son los más conservativos, por lo que se realizó una última simulación combinando estas dos (F1-G3), la cual resultó la más conservativa de todas y fue seleccionada para realizar las simulaciones sistemáticas por tercios de octavas desde 1 Hz a 1 kHz, cuyos resultados se presentan en el Capítulo 6.

