

## ANEXO 2.2 - FONTE SÍSMICA 4135H\_070\_2500\_080

### 2.2-1 - DESCRIÇÃO DA FONTE SÍSMICA

A escolha do arranjo de fonte sísmica a ser utilizado dependerá dos dados sísmicos a serem obtidos, do navio sísmico e das características ambientais da área de pesquisa sísmica. A PGS pretende utilizar no navio sísmico o arranjo de canhões de ar 4135H\_2500.

Para fins de caracterização do arranjo e modelagem de decaimento sonoro, apresentaremos neste Estudo o arranjo 4135H\_070\_2500\_080, que possui os seguintes parâmetros: volume de 4.135 polegadas cúbicas, posicionamento a 7,0 metros (+/-0,5 m) de profundidade e pressão de disparos de 2500psi.

A Figura 2.2-1a apresenta a configuração geométrica do arranjo 4135H\_070\_2500\_080, com indicação do volume dos canhões, agrupamento e canhões ativos. A Tabela 2.2-1a contém os parâmetros de configuração do arranjo.

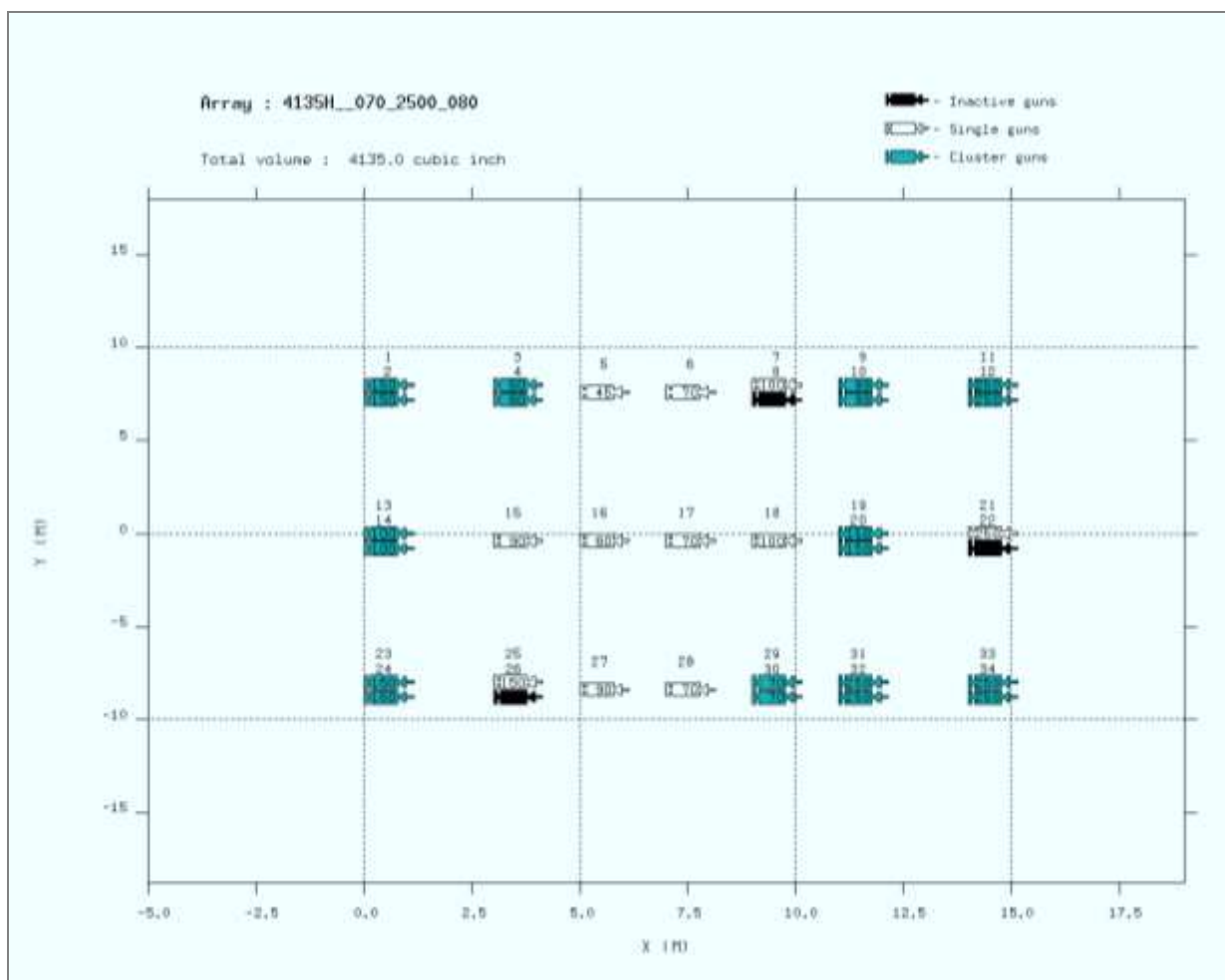
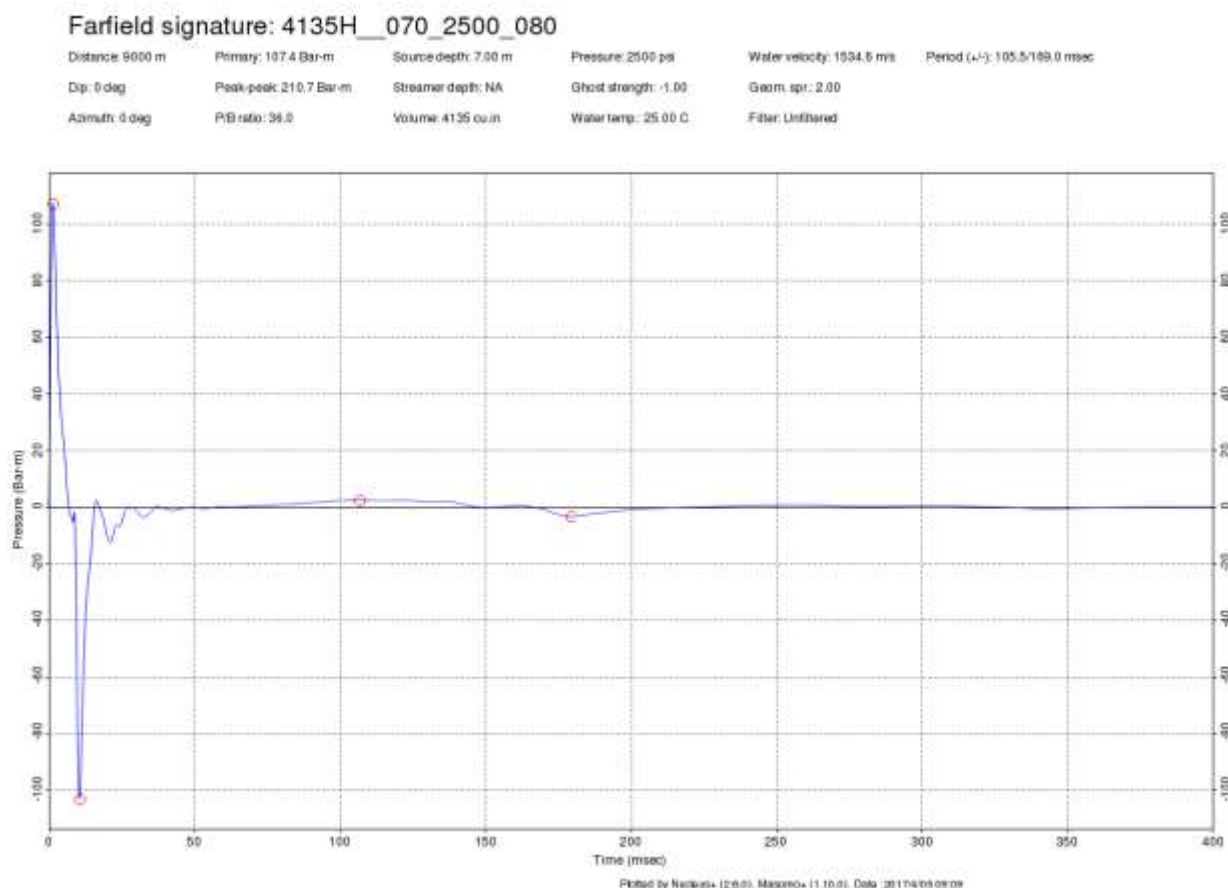


Figura 2.2-1a – Configuração geométrica do Arranjo de Canhões 4135H\_070\_2500\_080.

**Tabela 2.2-1a – Parâmetros de Configuração do Arranjo de Canhões 4135H\_070\_2500\_080.**

NOME DO ARRANJO		4135H_070_2500_080							
NÚMERO DE SUBARRANJOS		3							
NÚMERO TOTAL DE CANHÕES		34 (31 ativos e 4 inativos)							
VOLUME ATIVO TOTAL		4135 polegadas cúbicas							
SUBARRANJO		1							
NÚMERO TOTAL DE CANHÕES		12							
VOLUME ATIVO TOTAL		1315 polegadas cúbicas							
CANHÃO	TIPO	X (m)	Y (m)	Z (m)	VOLUME (psi)	PRESSÃO (pol <sup>3</sup> )	ATIVIDADE (ms)	Nº cluster	Nº DO GRUPO
1	G-gun II	0.00	8.40	7.00	150.0	2500.0	1	1	1
2	G-gun II	0.00	7.60	7.00	150.0	2500.0	1	1	1
3	G-gun II	3.00	8.40	7.00	60.0	2500.0	1	2	1
4	G-gun II	3.00	7.60	7.00	60.0	2500.0	1	2	1
5	G-gun II	5.00	8.00	7.00	45.0	2500.0	1	0	1
7	G-gun II	7.00	8.00	7.00	70.0	2500.0	1	0	1
9	G-gun II	9.00	8.40	7.00	100.0	2500.0	1	0	1
10	G-gun II	9.00	7.60	7.00	100.0	2500.0	0	0	1
11	G-gun II	11.00	8.40	7.00	90.0	2500.0	1	3	1
12	G-gun II	11.00	7.60	7.00	90.0	2500.0	1	3	1
13	G-gun II	14.00	8.40	7.00	250.0	2500.0	1	4	1
14	G-gun II	14.00	7.60	7.00	250.0	2500.0	1	4	1
SUBARRANJO		2							
NÚMERO TOTAL DE CANHÕES		10							
VOLUME ATIVO TOTAL		1070 polegadas cúbicas							
CANHÃO	TIPO	X (m)	Y (m)	Z (m)	VOLUME (psi)	PRESSÃO (pol <sup>3</sup> )	ATIVIDADE (ms)	Nº cluster	Nº DO GRUPO
1	G-gun II	0.00	0.40	7.00	100.0	2500.0	1	5	1
2	G-gun II	0.00	-0.40	7.00	100.0	2500.0	1	5	1
3	G-gun II	3.00	0.00	7.00	90.0	2500.0	1	0	1
5	G-gun II	5.00	0.00	7.00	60.0	2500.0	1	0	1
7	G-gun II	7.00	0.00	7.00	70.0	2500.0	1	0	1
9	G-gun II	9.00	0.00	7.00	100.0	2500.0	1	0	1
11	G-gun II	11.00	0.40	7.00	150.0	2500.0	1	6	1
12	G-gun II	11.00	-0.40	7.00	150.0	2500.0	1	6	1
13	G-gun II	14.00	0.40	7.00	250.0	2500.0	1	0	1
14	G-gun II	14.00	-0.40	7.00	250.0	2500.0	0	0	1
SUBARRANJO		3							
NÚMERO TOTAL DE CANHÕES		12							
VOLUME ATIVO TOTAL		1750 polegadas cúbicas							
CANHÃO	TIPO	X (m)	Y (m)	Z (m)	VOLUME (psi)	PRESSÃO (pol <sup>3</sup> )	ATIVIDADE (ms)	Nº cluster	Nº DO GRUPO
1	G-gun II	0.00	-7.60	7.00	150.0	2500.0	1	7	1
2	G-gun II	0.00	-8.40	7.00	150.0	2500.0	1	7	1
3	G-gun II	3.00	-7.60	7.00	150.0	2500.0	1	0	1
4	G-gun II	3.00	-8.40	7.00	150.0	2500.0	0	0	1
5	G-gun II	5.00	-8.00	7.00	90.0	2500.0	1	0	1
7	G-gun II	7.00	-8.00	7.00	70.0	2500.0	1	0	1
9	G-gun II	9.00	-7.60	7.00	70.0	2500.0	1	8	1
10	G-gun II	9.00	-8.40	7.00	70.0	2500.0	1	8	1
11	G-gun II	11.00	-7.60	7.00	250.0	2500.0	1	9	1
12	G-gun II	11.00	-8.40	7.00	250.0	2500.0	1	9	1
13	G-gun II	14.00	-7.60	7.00	250.0	2500.0	1	10	1
14	G-gun II	14.00	-8.40	7.00	250.0	2500.0	1	10	1

A assinatura da fonte (far-field) na vertical (0° ângulo e 0° azimute) do arranjo 4135H\_070\_2500\_080 está sendo apresentada na Figura 2.2-1b e sumarizada na Tabela 2.2-1b. A máxima amplitude pico-a-pico do arranjo 4135H\_070\_2500\_080 na assinatura vertical é de 266,5 dB re: 1 µPa a 1 metro da fonte e tem duração de aproximadamente 10ms.

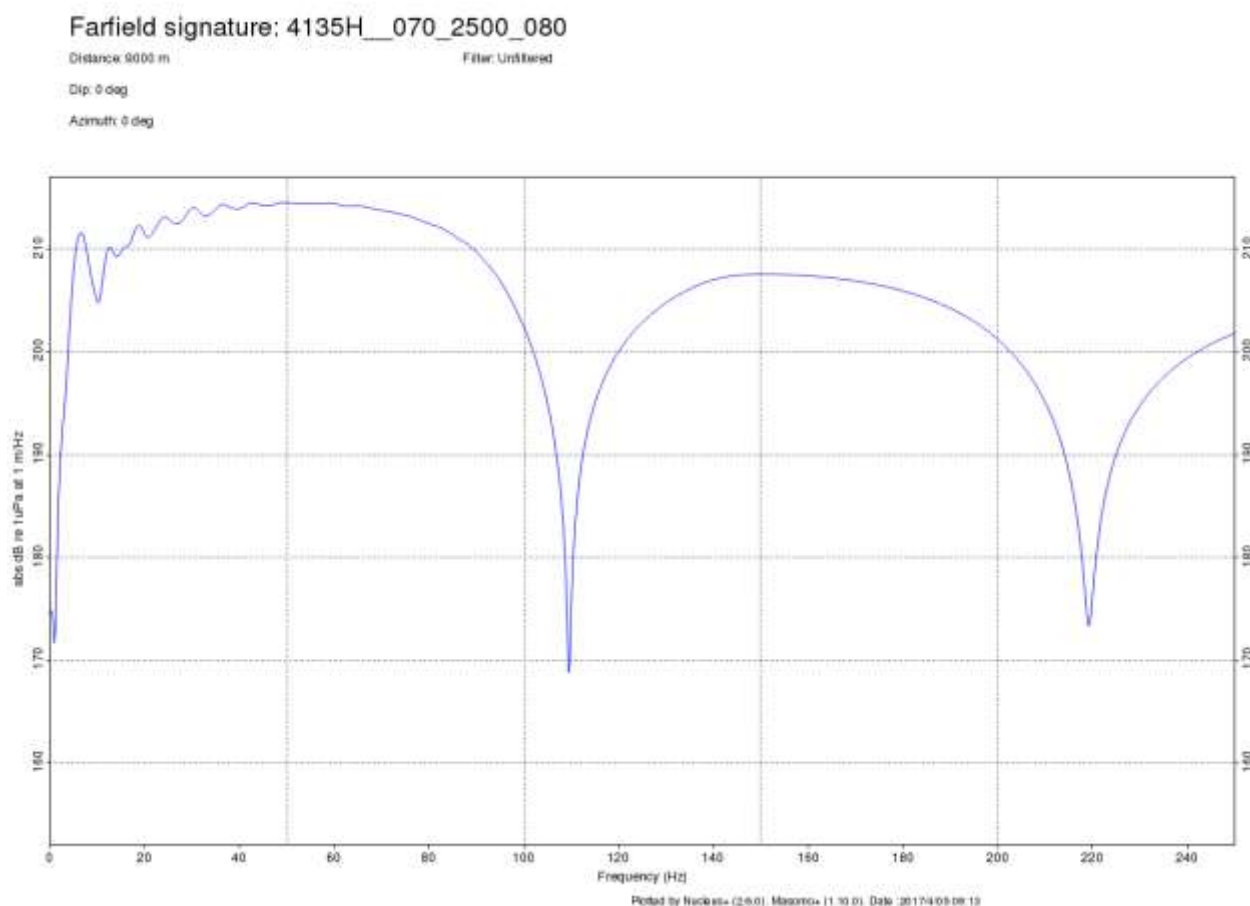


**Figura 2.2-1b** – Assinatura da fonte (far-field) na vertical (0° ângulo e 0° azimute) do arranjo 4135H\_070\_2500\_080.

**Tabela 2.2-1b** – Características da Assinatura da Fonte (Far-Field) na Vertical (0° Ângulo e 0° Azimute) do Arranjo de Canhões 4135H\_070\_2500\_080.

	<b>Bar-meters</b>	<b>dB re: 1 µPa a 1m</b>
Amplitude de Pico	107,4	260,6
Amplitude Pico-a-Pico	210,7	266,5

A Figura 2.2-1c apresenta o espectro de amplitudes na vertical (0° ângulo e 0° azimute) no intervalo de frequência de 0 (zero) a 200Hz. O arranjo produz um sinal sonoro de amplitude absoluta máxima de 214,4dB re: 1  $\mu$ Pa na frequência de 49Hz, conforme Tabela 2.2-1c.

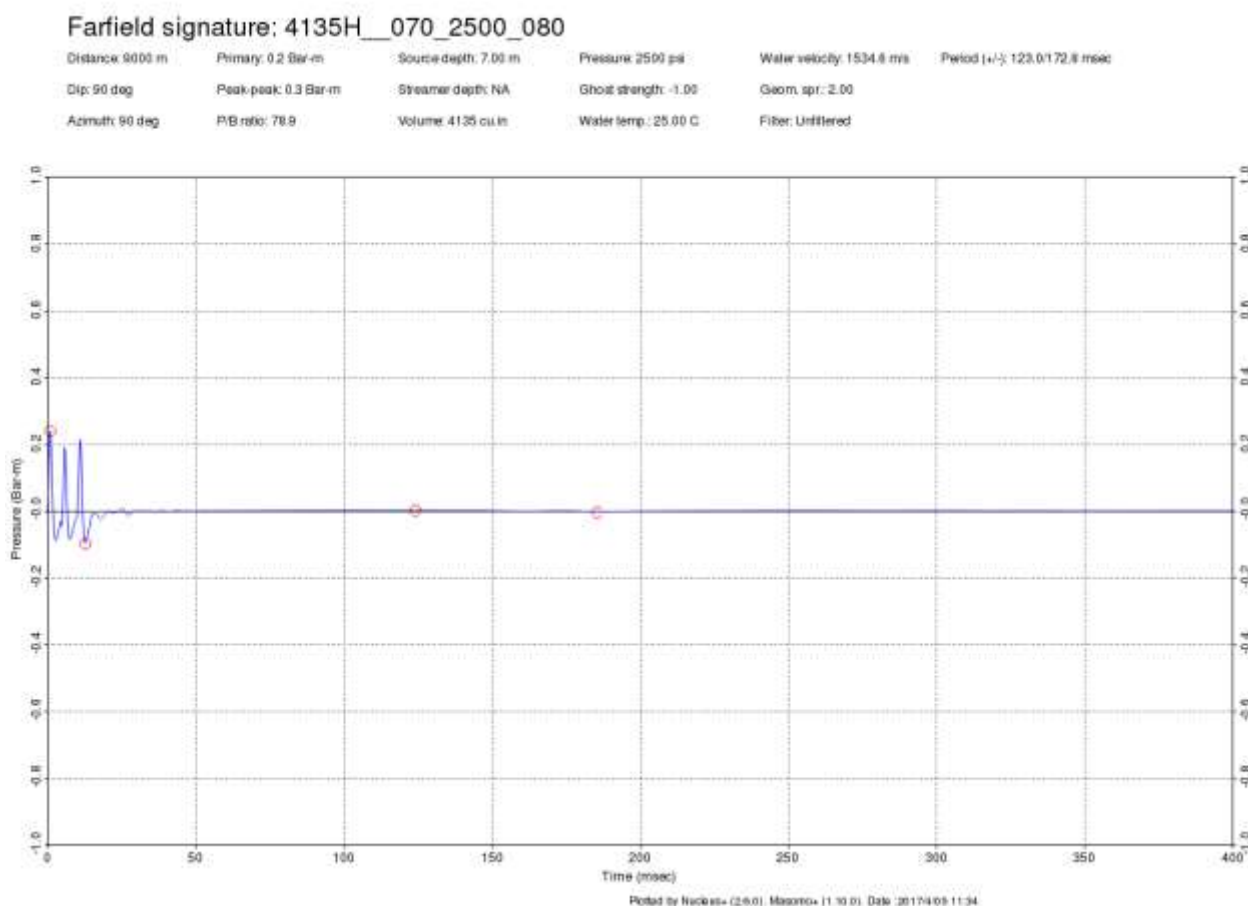


**Figura 2.2-1c** – Espectro de amplitude vertical (0° ângulo e 0° azimute) do arranjo 4135H\_070\_2500\_080 nas frequências variáveis entre 0 e 200Hz (Amplitudes em dB re: 1  $\mu$ Pa/Hz a 1m da fonte).

**Tabela 2.2-1c** – Características do Espectro de Amplitude na Vertical (0° ângulo e 0° azimute) do Arranjo de Canhões 4135H\_070\_2500\_080.

	Frequência (Hz)	dB re: 1 $\mu$ Pa a 1m
Amplitude Absoluta Máxima	49	214,4

A assinatura da fonte (far-field) na horizontal (90  ângulo e 90  azimute) do arranjo 4135H\_070\_2500\_080 está sendo apresentada na Figura 2.2-1d e sumarizada na Tabela 2.2-1d. A máxima amplitude pico-a-pico do arranjo 4135H\_070\_2500\_080 na assinatura horizontal   de 206,02dB re: 1  Pa a 1 metro da fonte.

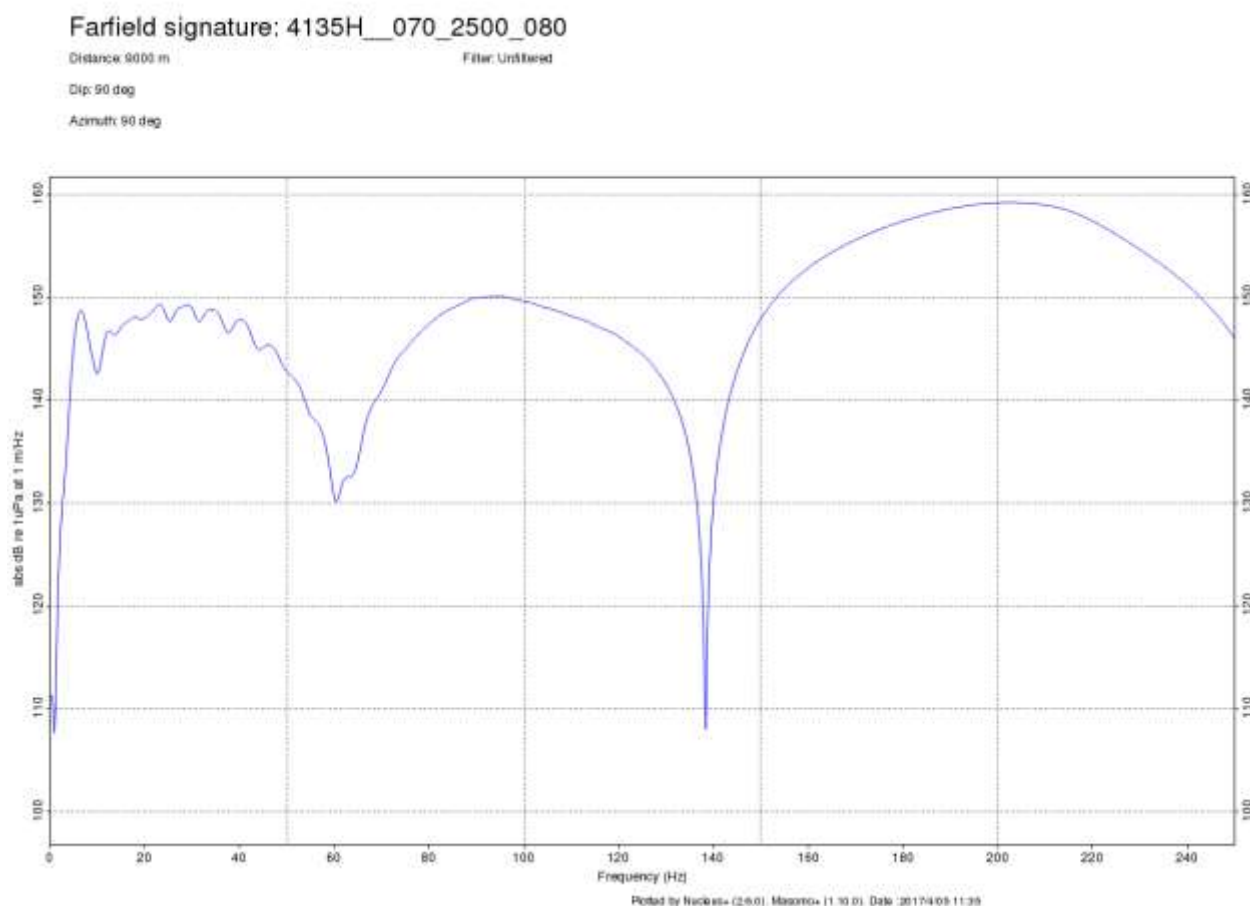


**Figura 2.2-1d** – Assinatura da fonte (far-field) na horizontal (90  ângulo e 90  azimute) do arranjo 4135H\_070\_2500\_080.

**Tabela 2.2-1d** – Características da Assinatura da Fonte (far-field) na Horizontal (90  ângulo e 90  azimute) do Arranjo de Canhões 4135H\_070\_2500\_080.

	<b>Bar-meters</b>	<b>dB re: 1 �Pa a 1m</b>
Amplitude de Pico	0,2392	207,6
Amplitude Pico-a-Pico	0,2	206,02

A Figura 2.2-1e apresenta o espectro de amplitudes na horizontal (90° ângulo e 90° azimute) no intervalo de frequência de 0 (zero) a 200Hz. O arranjo produz um sinal sonoro de amplitude absoluta máxima de 159,2dB re: 1  $\mu\text{Pa}^2$  na frequência de 200Hz, conforme Tabela 2.2-1e.



**Figura 2.2-1e** – Espectro de amplitude horizontal (90° ângulo e 90° azimute) do arranjo 4135H\_070\_2500\_080 nas frequências variáveis entre 0 e 200Hz (Amplitudes em dB re: 1  $\mu\text{Pa}/\text{Hz}$  a 1m da fonte).

**Tabela 2.2-1e** – Características do Espectro de Amplitude na Horizontal (90° Ângulo e 90° Azimute) do Arranjo de Canhões 4135H\_070\_2500\_080.

	Frequência (Hz)	dB re: 1 $\mu\text{Pa}$ a 1m
Amplitude Absoluta Máxima	200	159,2

## 2.2-2 - MODELAGEM DE DECAIMENTO DA ENERGIA SONORA

O meio que é impactado diretamente e com maior intensidade pela atividade, é o biológico, pelas interferências que as ondas sonoras produzidas pelos canhões de ar e as configurações de aparatos e equipamentos, utilizados para a coleta de dados, têm na fauna marinha. Quantificar o decaimento do sinal sonoro, desde a fonte produtora até os possíveis receptores possibilita estabelecer os limites de impacto da atividade de Pesquisa Sísmica sobre a biota associada às áreas costeiras, principalmente sobre os mamíferos marinhos devido à alta acuidade auditiva.

A PGS realizou uma análise de modelagem das características de amplitude do arranjo de fonte sísmica marítima 4135H\_070\_2500\_080. Este arranjo representa uma das configurações padrões de arranjo de fonte sísmica utilizadas pela PGS no mundo e tem gerado registros de alta qualidade e eficiência. Todas as assinaturas, análises e gráficos foram gerados com o “Marine Source Modeling” versão 5.3.1 do programa “Nucleus Seismic Analysis”, versão 6.5.7.

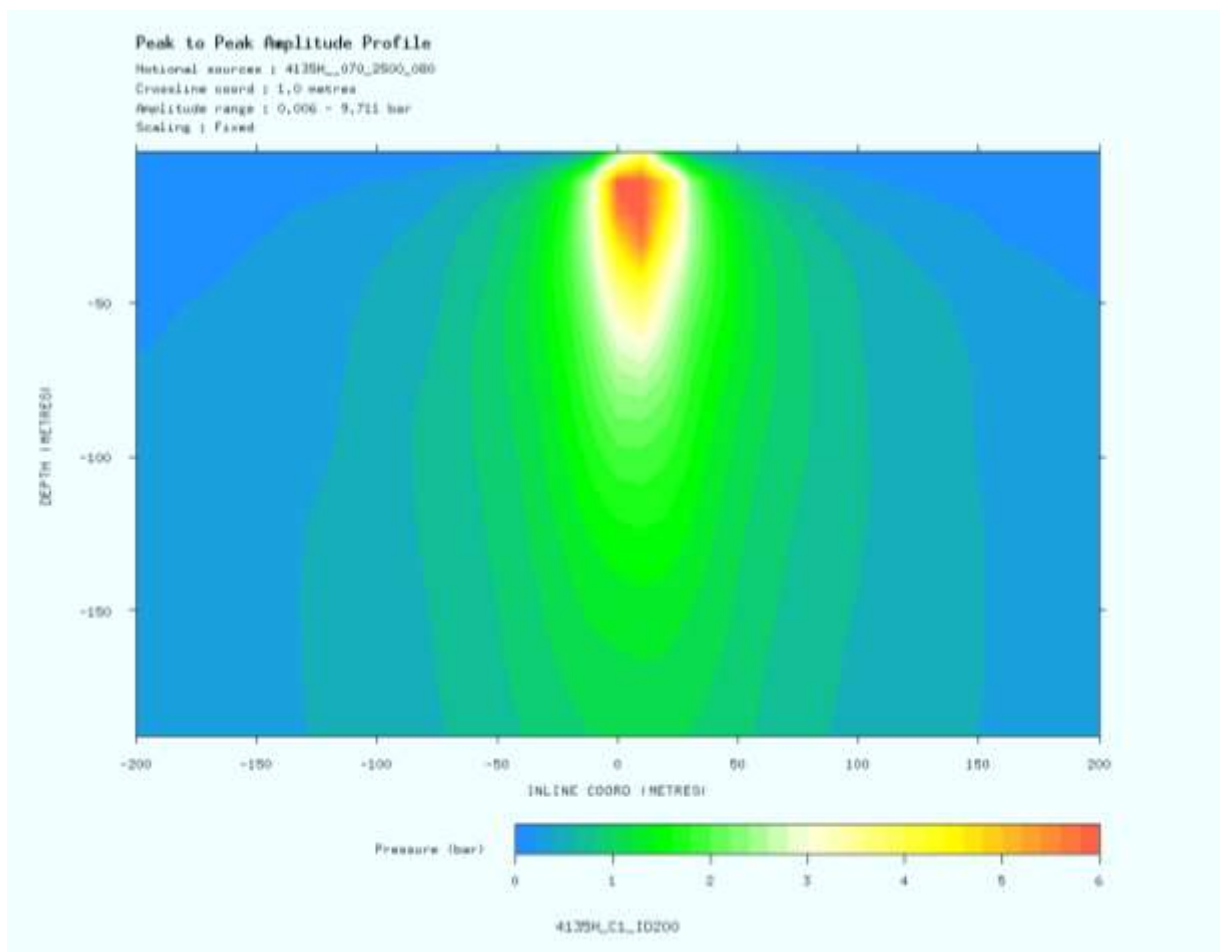
Uma série de perfis de amplitude foi gerada para avaliar a taxa à qual a pressão ao redor do arranjo decai com a distância. Como os perfis foram gerados em imagem bidimensional, pode-se observar o decaimento da energia sonora no sentido vertical e no sentido horizontal. Estes perfis foram gerados em termos de amplitude pico-a-pico no tempo dominante e em termos de amplitude absoluta máxima na frequência dominante.

Foram gerados vários perfis para examinar o decaimento da pressão na profundidade de 200 metros: um perfil longitudinal (“inline”) estendendo a 200 metros para frente e para trás do arranjo; um perfil vertical transversal (“crossline”) estendendo 200 metros em qualquer lado do arranjo; e um perfil de plano de fundo horizontal (“depth plane”) na profundidade de 200 metros abaixo do arranjo. Adicionalmente, com a finalidade de verificar a amplitude sonora que alcança o limite da zona de segurança para cetáceos e quelônios na distância de 500 metros da fonte sísmica, foram gerados os mesmos perfis apresentados anteriormente considerando esta distância de 500 metros na modelagem.

As Figuras 2.2-2a, 2.2-2b e 2.2-2c apresentam os perfis de amplitude pico-a-pico do arranjo 4135H\_070\_2500\_080, nas respectivas direções: longitudinal (“inline”), vertical transversal (“crossline”) e plano de fundo horizontal (“depth plane”). O perfil longitudinal (“inline”) estende-se para uma distância de 200 metros para frente e para trás do centro do arranjo e estende-se a uma profundidade de 200 metros (Figura 2.2-2a). Similarmente, o perfil vertical transversal (“crossline”) estende-se 200 metros em qualquer lateral do centro do arranjo e para uma profundidade de 200 metros (Figura 2.2-2b). O perfil de plano de fundo horizontal (“depth plane”) está a uma profundidade de 200 metros e estende 200 metros em todas as direções do centro do arranjo (Figura 2.2-2c). Para estas figuras, a escala de cores varia de 0 bar-metros a 6 bar-metros, o que é equivalente a 160dB re 1 $\mu$ Pa a 1 metro (0.001 bar-meters) a 235dB re 1 $\mu$ Pa a 1 metro.

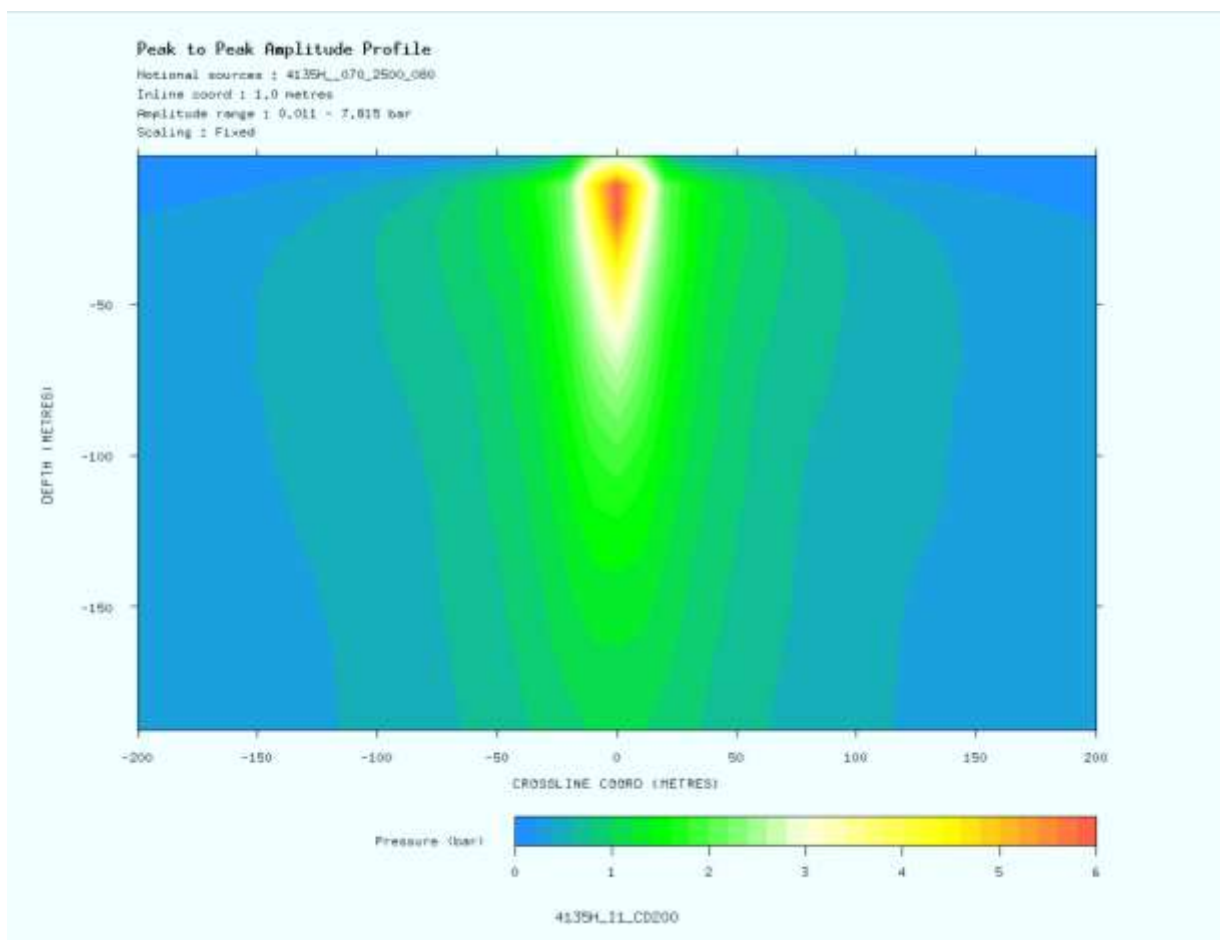
No entorno da fonte (escala de cor amarelo), a amplitude pico-a-pico é de 235dB re 1 $\mu$ Pa a 1m. Este sinal sonoro decai cerca de 75dB na distância de 200 metros para frente e para trás (Vide Figura 2.2-2a) e para lateral (Vide Figura 2.2-2b) do centro do arranjo, alcançando a amplitude pico-a-pico de 160dB re 1 $\mu$ Pa. Na direção vertical, para baixo do arranjo, o sinal decai cerca de 65dB alcançando a amplitude pico-a-pico de 170dB re 1 $\mu$ Pa na profundidade de 200 metros (Vide Figuras 2.2-2a e 2.2-2b e detalhe do perfil de fundo na profundidade de 200 metros na Figura 2.2-2c). A maior energia (235-200dB re 1 $\mu$ Pa) está concentrada na distância de 50 metros para baixo e 25 metros para qualquer lado do centro do arranjo. Na distância de 100 metros, em 45° do centro do arranjo, a amplitude pico-a-pico decai 70dB, o que

corresponde a 165dB dB *re*1  $\mu$ Pa. Na mesma distância de 100 metros, na superfície do mar, a amplitude pico-a-pico decai 75dB, o que corresponde a 160dB dB *re*1  $\mu$ Pa.

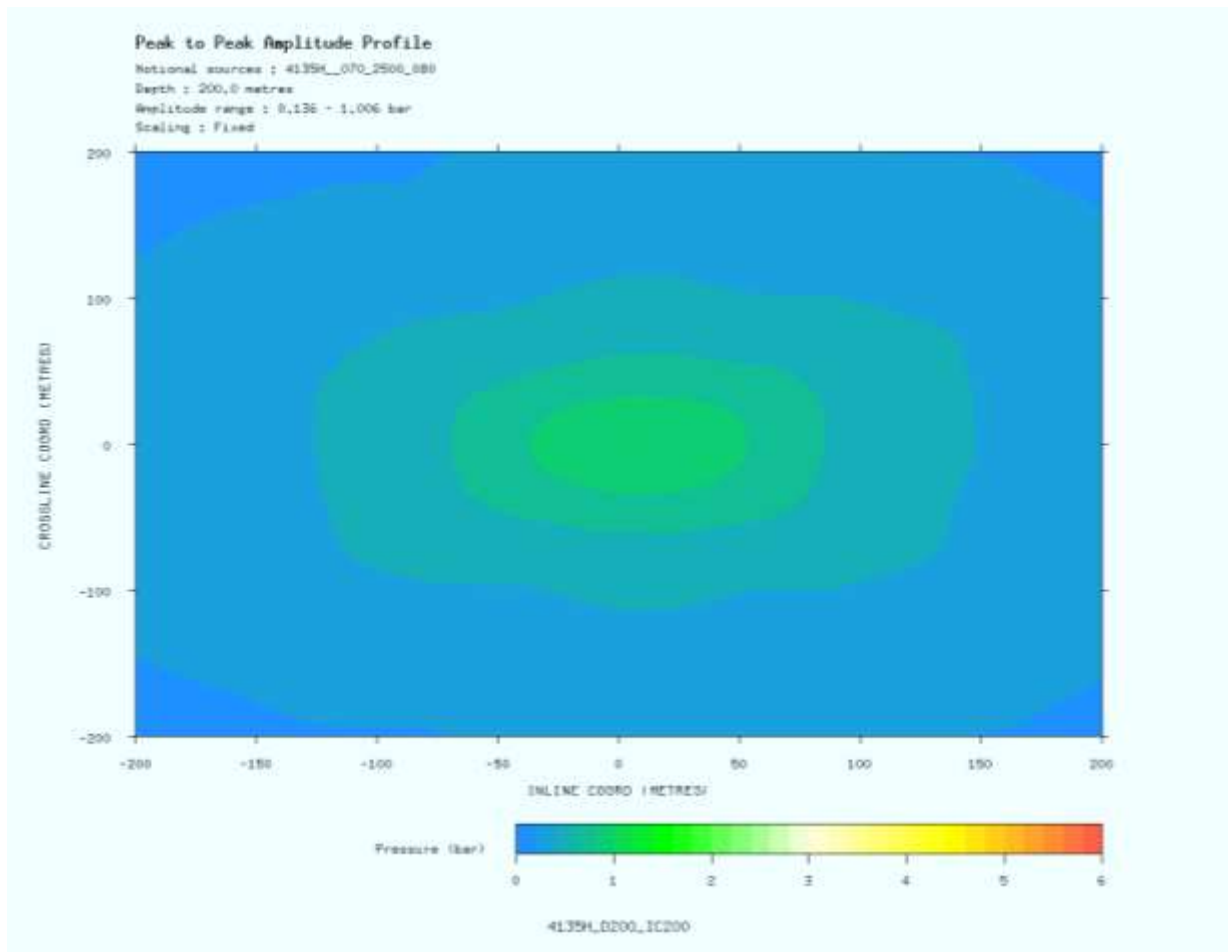


**Figura 2.2-2a** – Perfil longitudinal (“inline”) na amplitude pico-a-pico do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 200 metros (Escala de cores de 0 bar-metros a 6 bar-metros equivale a 160dB *re* 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 235dB *re* 1 $\mu$ Pa a 1m).





**Figura 2.2-2b** – Perfil vertical transversal (“crossline”) na amplitude pico-a-pico do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 200 metros (Escala de cores de 0 bar-metros a 6 bar-metros equivale a 160dB re 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 235dB re 1 $\mu$ Pa a 1m).



**Figura 2.2-2c** – Plano de fundo horizontal (“depth plane”) na amplitude pico-a-pico do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 200 metros (Escala de cores de 0 bar-metros a 6 bar-metros equivale a 160dB re 1 Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 235dB re 1 Pa a 1m).

As Figuras 2.2-2d, 2.2-2e e 2.2-2f apresentam os perfis de amplitude absoluta máxima do arranjo 4135H\_070\_2500\_080 para distâncias de 200 metros na longitudinal (“inline”), vertical transversal (“crossline”) e plano de fundo horizontal (“depth plane”), respectivamente. Para estas Figuras, a escala de cores varia de 140dB re 1 Pa/Hz a 1 metro a 200dB re 1 Pa/Hz a 1 metro.

No entorno da fonte (escala de cor amarelo), a amplitude absoluta máxima   de 200dB re 1  Pa/Hz a 1 metro. Este sinal sonoro decai cerca de 60dB na distância de 200 metros para frente e para tr s (*Vide* Figura 2.2-2d) e para lateral (*Vide* Figura 2.2-2e) do centro do arranjo, alcançando a amplitude absoluta máxima de 140dB re 1  Pa/Hz. Na dire o vertical, para baixo do arranjo, o sinal decai cerca de 32dB, alcançando a amplitude absoluta máxima de 168dB re 1  Pa na profundidade de 200 metros (*Vide* Figuras 2.2-2d e 2.2-2e e detalhe do perfil de fundo na profundidade de 200 metros na Figura 2.2-2f). A maior energia (200-180dB re 1  Pa) está concentrada na distância de 50 metros para baixo e 25 metros para qualquer lado do centro do arranjo. Na profundidade de 100 metros, em 45  do centro do arranjo, a amplitude absoluta máxima decai 32dB, o que corresponde a 168dB dB re 1  Pa/Hz. Na mesma distância de 100 metros, na superfície do mar, a amplitude absoluta máxima decai de 60dB, o que corresponde de 140dB re 1  Pa/Hz.

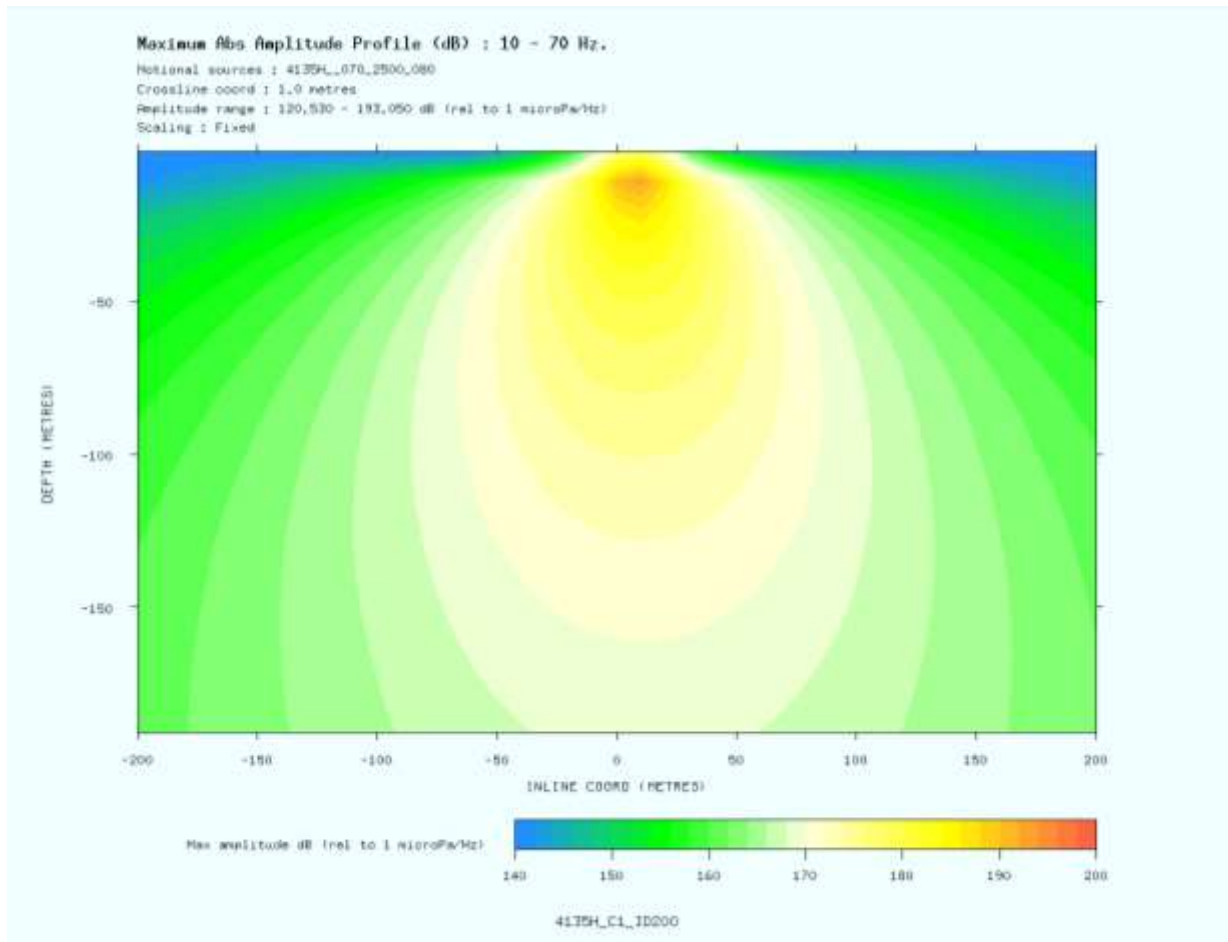
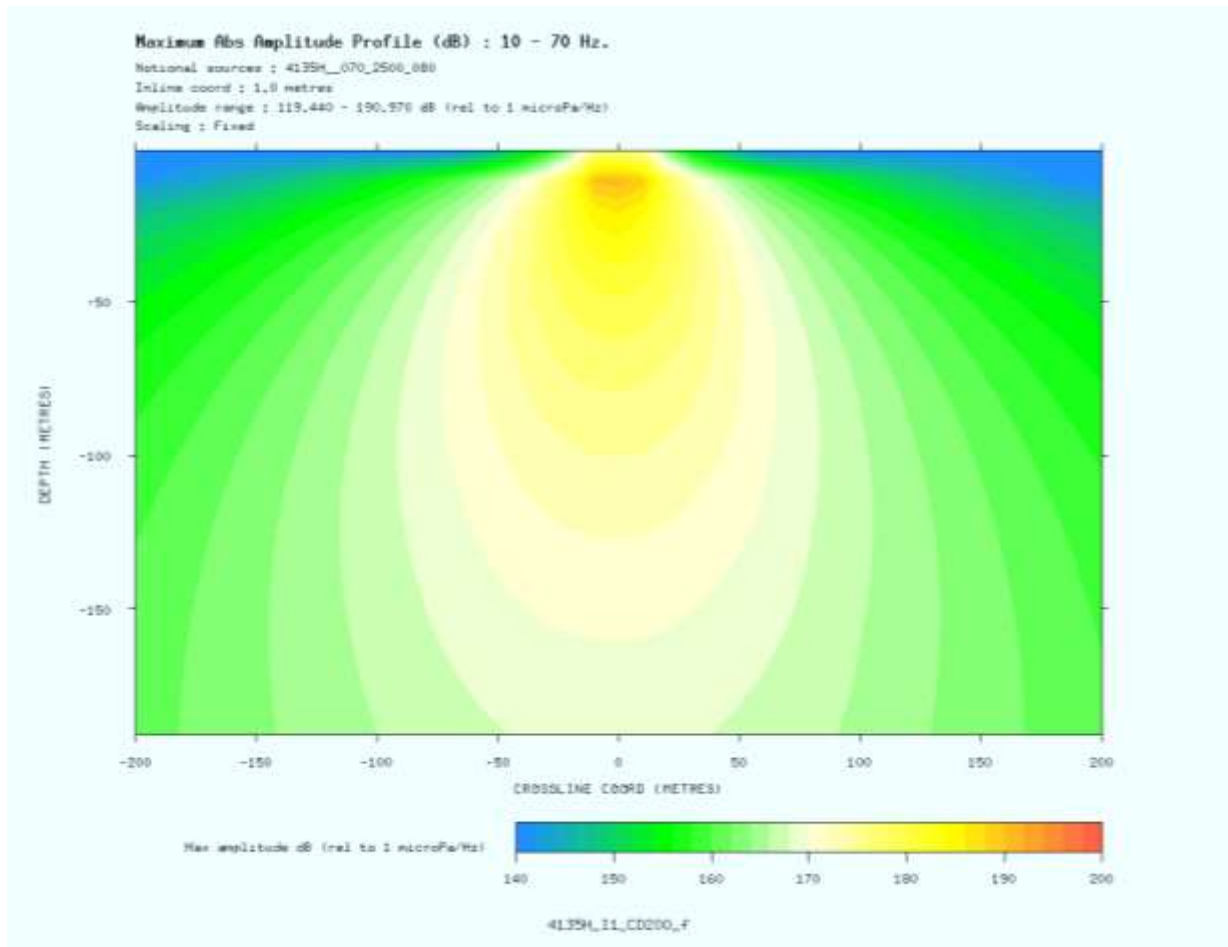
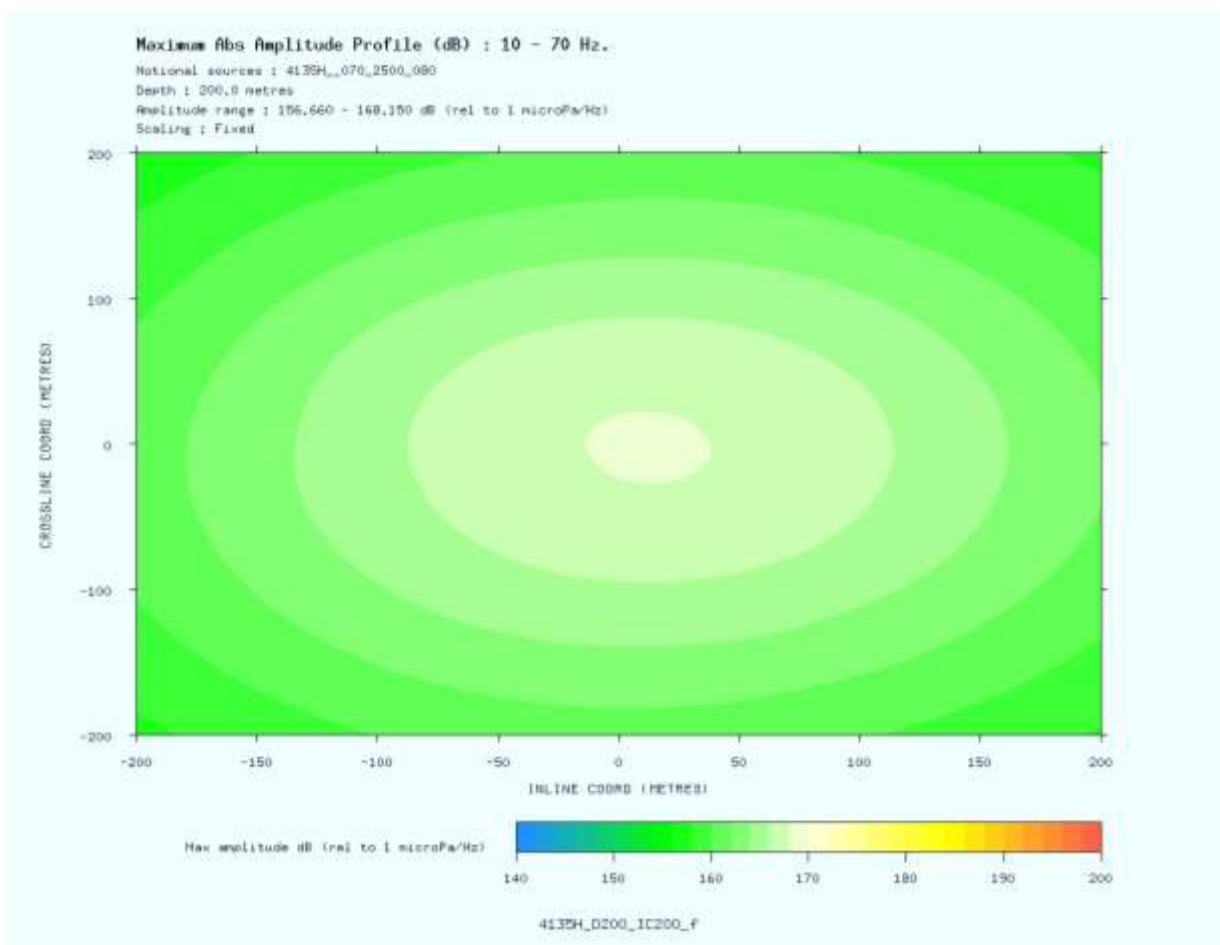


Figura 2.2-2d – Perfil longitudinal (“inline”) na amplitude absoluta máxima do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 200 metros (Escala de cores de 140dB re 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 200dB re 1 $\mu$ Pa a 1m).



**Figura 2.2-2e** – Perfil vertical transversal (“crossline”) na amplitude absoluta máxima do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 200 metros (Escala de cores de 140dB re 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 200dB re 1 $\mu$ Pa a 1m).

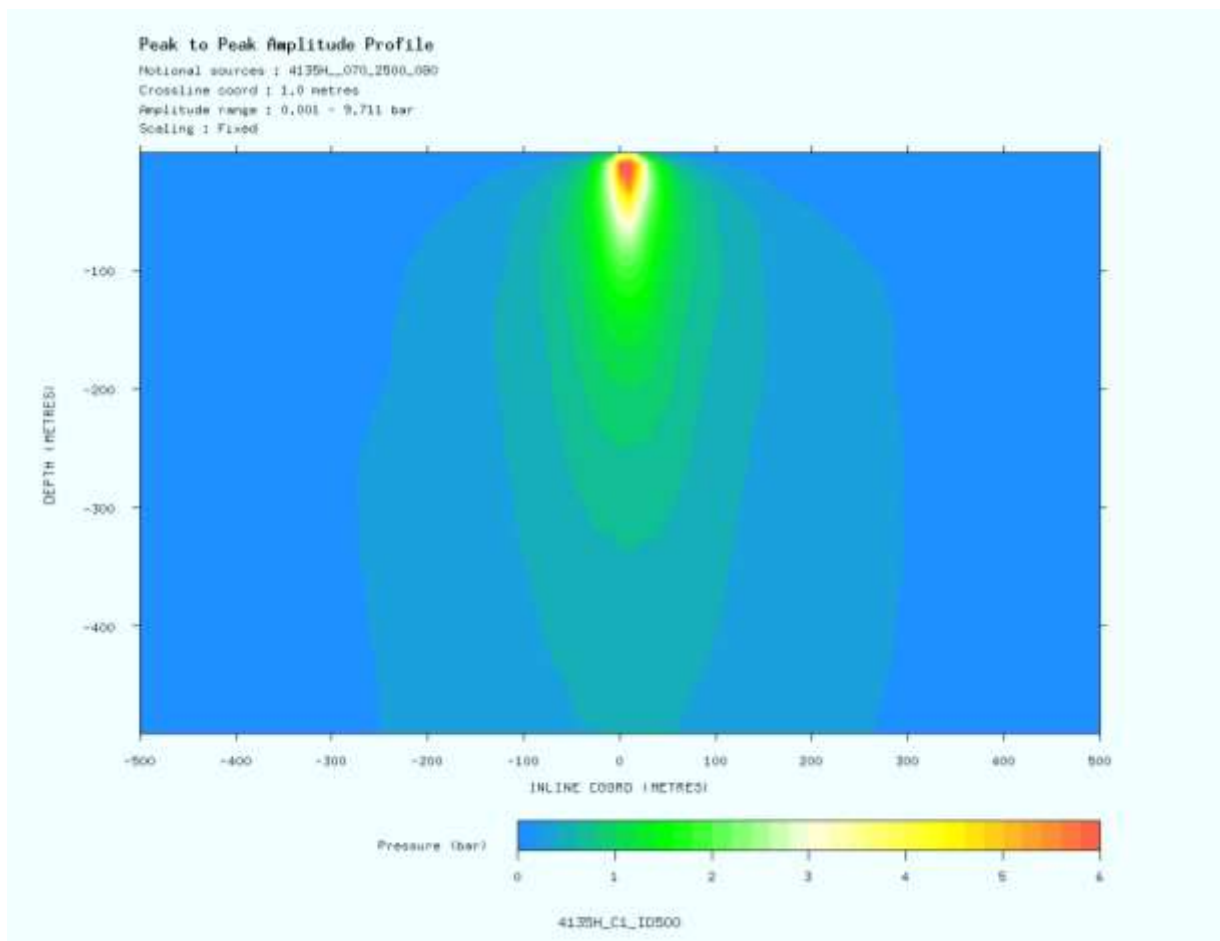


**Figura 2.2-2f** – Plano de fundo horizontal (“depth plane”) na amplitude absoluta máxima do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 200 metros (Escala de cores de 140dB re 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 200dB re 1 $\mu$ Pa a 1m).

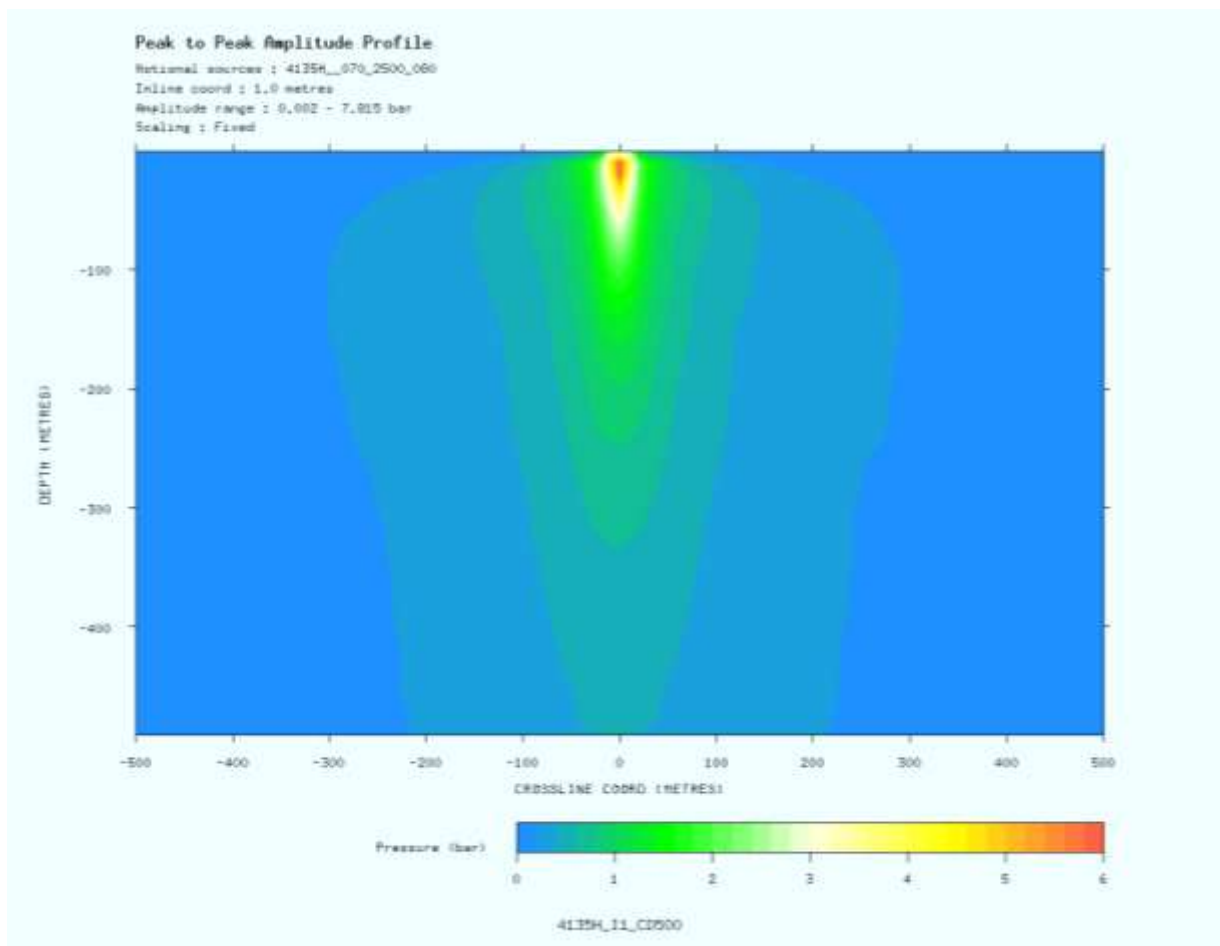
As Figuras 2.2-2g, 2.2-2h e 2.2-2i apresentam os perfis de amplitude pico-a-pico do arranjo 4135H\_070\_2500\_080 para a distância de 500 metros, nas respectivas direções: longitudinal (“inline”), vertical transversal (“crossline”) e plano de fundo horizontal (“depth plane”). O perfil longitudinal (“inline”) estende-se para uma distância de 500 metros para frente e para trás do centro do arranjo e estende-se a uma profundidade de 500 metros (Figuras 2.2-2g). Similarmente, o perfil vertical transversal (“crossline”) estende-se 500 metros em qualquer lateral do centro do arranjo e para uma profundidade de 500 metros (Figura 2.2-2h). O perfil de plano de fundo horizontal (“depth plane”) está a uma profundidade de 500 metros e estende-se 500 metros em todas as direções do centro do arranjo (Figura 2.2-2i). Para estas Figuras, a escala de cores varia de 0 bar-meters a 1,5 bar-meters, o que é equivalente a 160dB re 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 224dB re 1 $\mu$ Pa a 1m.

No entorno da fonte (escala de cor amarelo), a amplitude pico-a-pico é de 224dB re 1  $\mu$ Pa a 1m. Este sinal sonoro decaí cerca de 64dB na distância de 500 metros para frente e para trás (*Vide* Figura 2.2-2g) e para lateral (*Vide* Figura 2.2-2h) do centro do arranjo, alcançando a amplitude pico-a-pico de 160dB re 1  $\mu$ Pa. Na direção vertical, para baixo do arranjo, o sinal decaí cerca de 61,5dB, alcançando a amplitude pico-a-pico de 162,5dB re 1  $\mu$ Pa na profundidade de 500 metros (*Vide* Figuras 2.2-2g e 2.2-2h e detalhe do perfil de fundo na profundidade de 200m na Figura 2.2-2i). A maior energia (224-200dB re 1  $\mu$ Pa) está concentrada na distância de 50 metros para baixo e 25 metros para qualquer lado do centro do arranjo. Na distância horizontal de 500 metros na superfície do mar, que corresponde a zona de segurança para cetáceos e quelônios, a amplitude

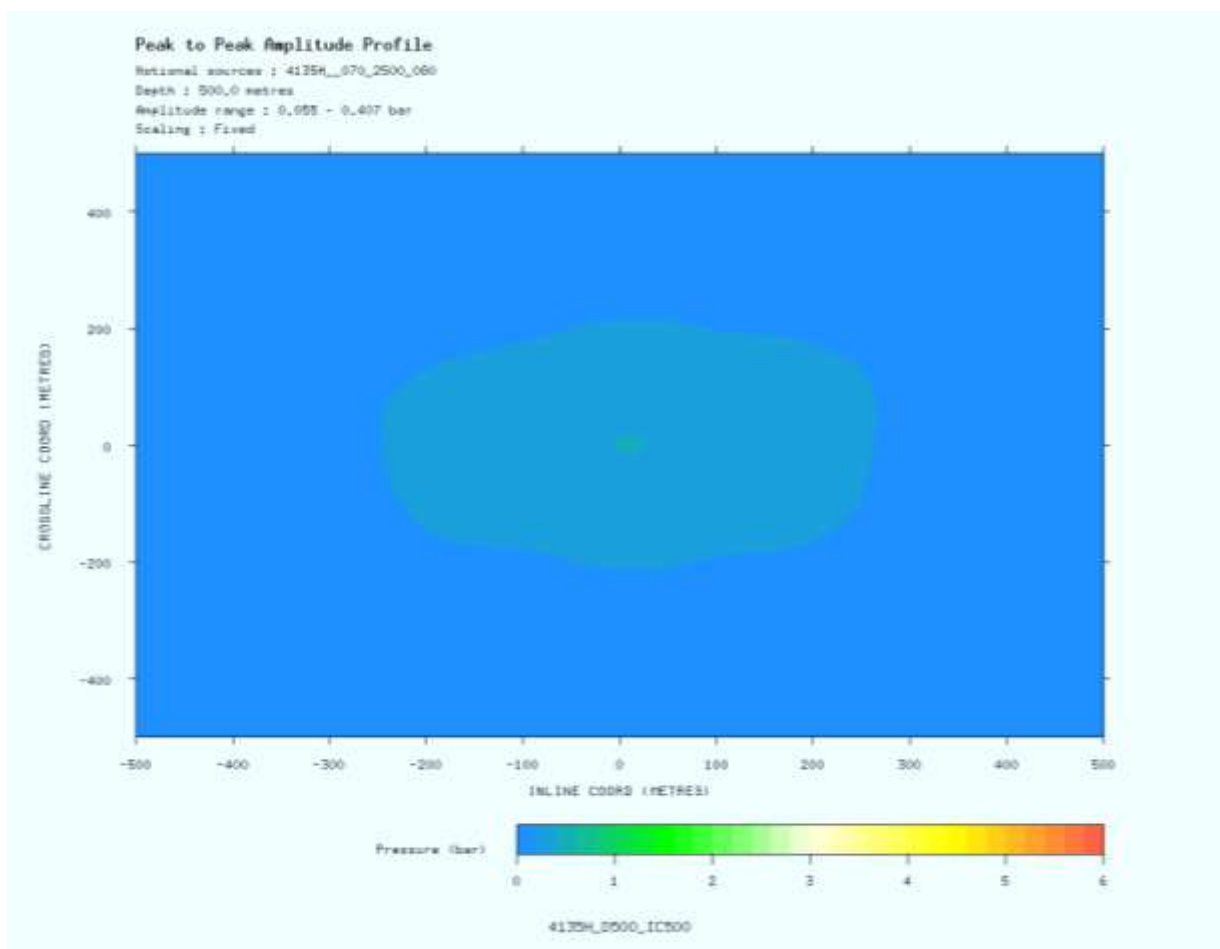
pico-a-pico decai 64 dB, o que corresponde a 160dB dB re1  $\mu$ Pa. Na profundidade de 250 metros, em 45° do centro do arranjo, a amplitude pico-a-pico decai 64dB, o que corresponde a 160dB dB re1  $\mu$ Pa.



**Figura 2.2-2g** – Perfil longitudinal (“inline”) na amplitude pico-a-pico do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 500 metros (Escala de cores de 0 bar-metros a 1,5 bar-metros equivale a 160dB re 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 224dB re 1 $\mu$ Pa a 1m).



**Figura 2.2-2h** – Perfil vertical transversal (“crossline”) na amplitude pico-a-pico do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 500 metros (Escala de cores de 0 bar-metros a 1,5 bar-metros equivale a 160dB re 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 224dB re 1 $\mu$ Pa a 1m).

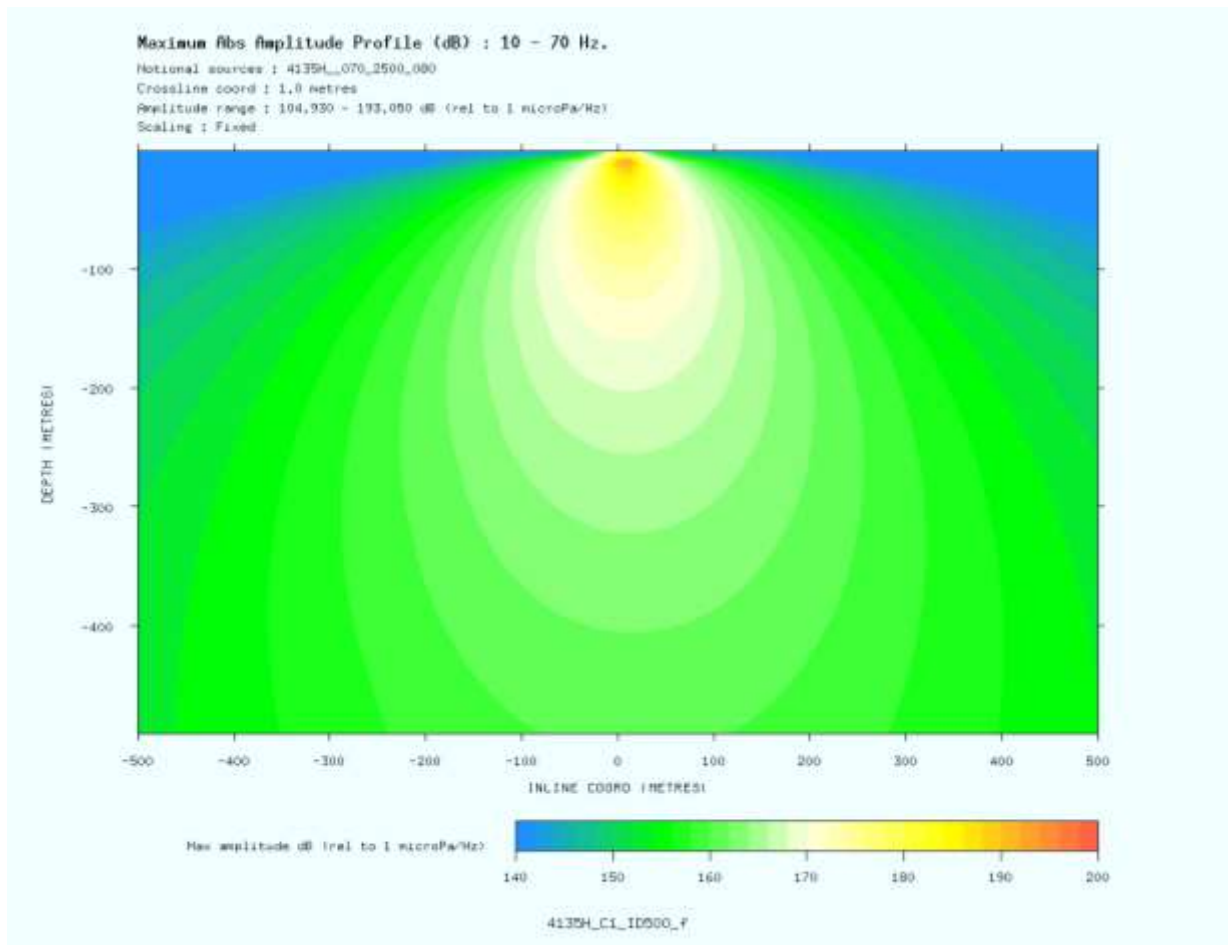


**Figura 2.2-2i** – Plano de fundo horizontal (“depth plane”) na amplitude pico-a-pico do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 500 metros (Escala de cores de 0 bar-metros a 1,5 bar-metros equivale a 160dB re 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 224dB re 1 $\mu$ Pa a 1m).

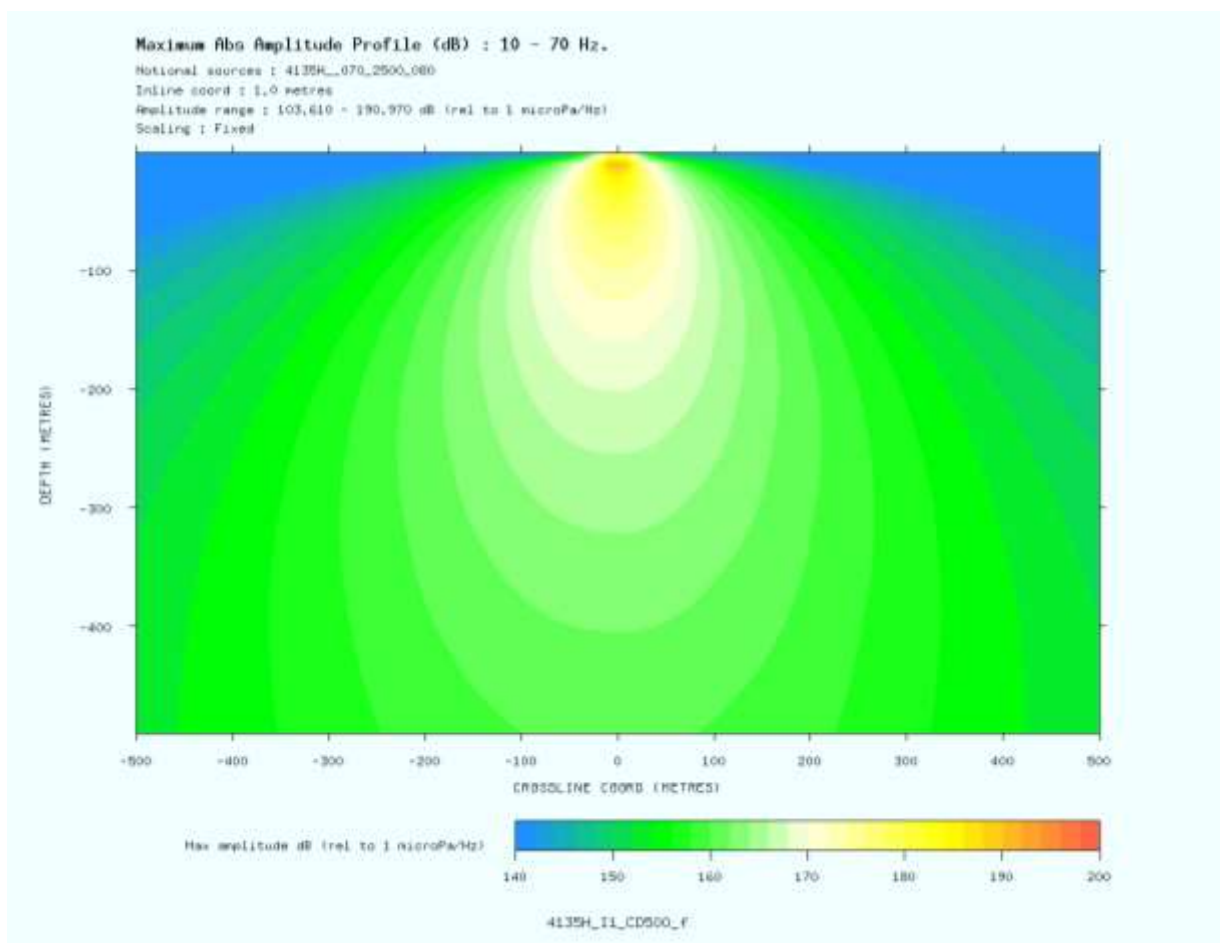
As Figuras 2.2-2j, 2.2-2k e 2.2-2l apresentam os perfis de amplitude absoluta máxima do arranjo 4135H\_070\_2500\_080 para distâncias de 500 metros na longitudinal (“inline”), vertical transversal (“crossline”) e plano de fundo horizontal (“depth plane”), respectivamente. Para estas Figuras, a escala de cores varia de 140dB re 1 $\mu$ Pa/Hz a 1m a 200dB re 1 $\mu$ Pa/Hz a 1m.

No entorno da fonte (escala de cor amarelo), a amplitude absoluta máxima é de 200dB re 1  $\mu$ Pa/Hz a 1m. Este sinal sonoro decai cerca de 60dB na distância de 500m para frente e para trás (*Vide* Figura 2.2-2j) e para lateral (*Vide* Figura 2.2-2k) do centro do arranjo, alcançando a amplitude absoluta máxima de 140dB re 1  $\mu$ Pa/Hz. Na direção vertical, para baixo do arranjo, o sinal decai cerca de 40dB, alcançando a amplitude absoluta máxima de 160dB re 1  $\mu$ Pa na profundidade de 500m (*Vide* Figuras 2.2-2j e 2.2-2k e detalhe do perfil de fundo na profundidade de 200m na Figura 2l). Na distância horizontal de 500m na superfície do mar, que corresponde a zona de segurança para cetáceos e quelônios, a amplitude absoluta máxima decai 60dB, o que corresponde a 140dB re 1  $\mu$ Pa. Na profundidade de 250 metros, em 45° do centro do arranjo, a amplitude absoluta máxima decai 42dB, o que corresponde a 158dB re 1  $\mu$ Pa.





**Figura 2.2-2j** – Perfil longitudinal (“inline”) na amplitude absoluta máxima do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 500m (Escala de cores de 140dB re 1 Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 200dB re 1 Pa a 1m).



**Figura 2.2-2k** – Perfil vertical transversal (“crossline”) na amplitude absoluta máxima do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 500 metros (Escala de cores de 140dB re 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 200dB re 1 $\mu$ Pa a 1m).

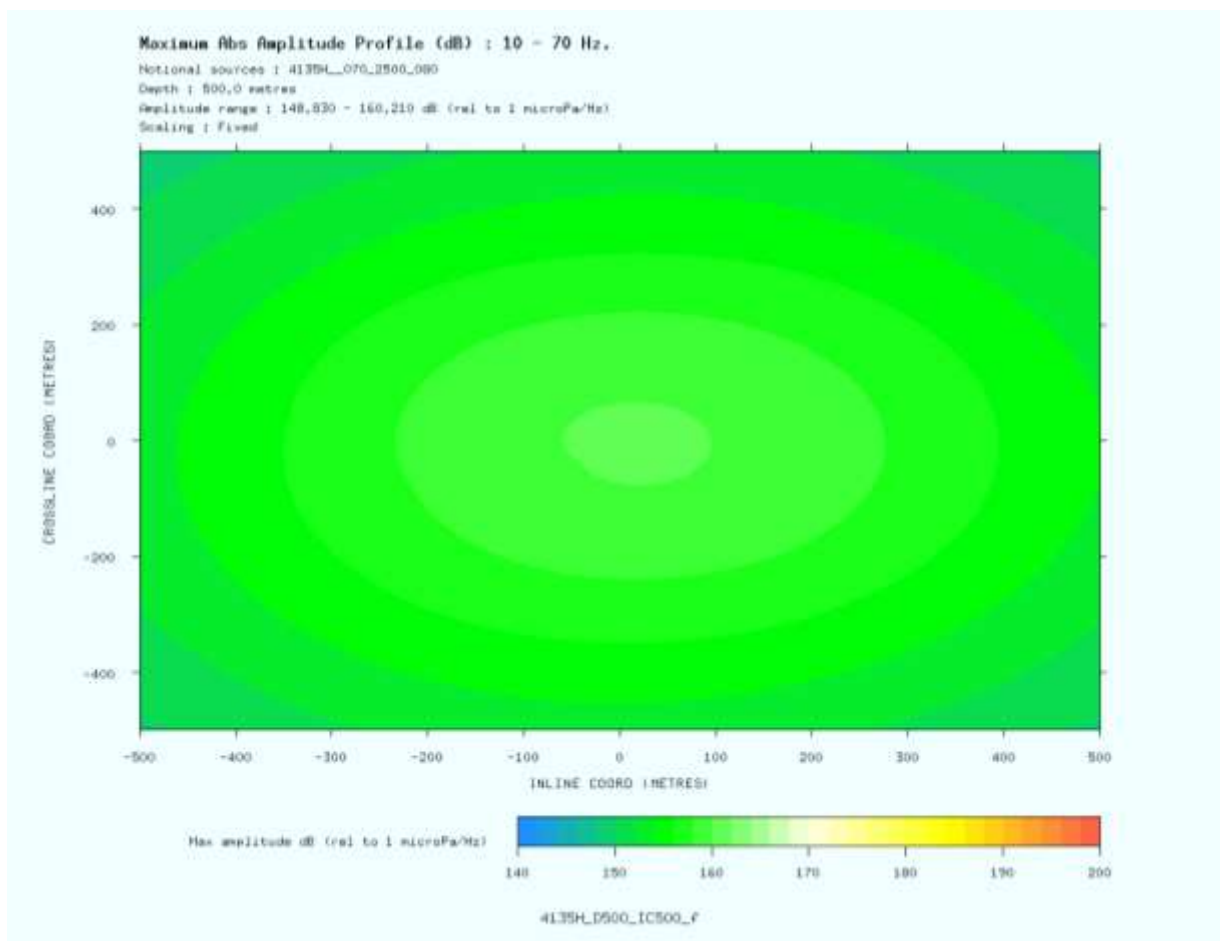


Figura 2.2-2I – Plano de fundo horizontal (“depth plane”) na amplitude absoluta máxima do arranjo de canhão 4135H\_070\_2500\_080 a uma profundidade de 500 metros (Escala de cores de 140dB re 1 $\mu$ Pa a 1m (0.001 bar-meters) a 200dB re 1 $\mu$ Pa a 1m).