



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO SÍSMICO EN
LA ESTACIÓN SÍSMICA FI-BUAP**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN INGENIERÍA GEOFÍSICA

P R E S E N T A:

JOSÉ ALBERTO GIL PÉREZ

**DIRECTORA DE TESIS:
M.C. YLEANA CLAUDIA MARTÍNEZ MIRÓN
DICIEMBRE 2024**



Oficio No. SAC/2284/2024

**C. José Alberto Gil Pérez -201424622-
Pasante de la carrera de Ingeniería
Geofísica
Presente.**

En atención al Tema de Tesis que puso Usted a consideración de la Coordinación de Área y de esta Secretaría Académica en coordinación con la Dirección de esta Facultad de Ingeniería, dentro del marco de Titulación por Examen Profesional, como medio de Titulación se dio revisión y se ha autorizado el tema denominado:

"CARACTERIZACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO SÍSMICO EN LA ESTACIÓN SÍSMICA FI-BUAP"

Por lo anterior hago de su conocimiento que se asigna como director de tema a la Mtra. Yleana Claudia Martínez Mirón.

Sin más por el momento, le envío la seguridad de mi consideración más distinguida.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

H. Puebla de Z. a 09 de diciembre de 2024

M. I. Angel Cocilio Guerrero Zamora
Director



M'ACGZ/bary
C.c.p. Interesado
C.c.p. Archivo

M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director de la Facultad de Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P r e s e n t e.

La que suscribe: Mtra. Yleana Claudia Martínez Mirón, directora del tema de tesis:

“CARACTERIZACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO SÍSMICO EN LA ESTACIÓN SÍSMICA FI-BUAP”

Presentada por el C. José Alberto Gil Pérez -201424622-, pasante del Colegio de Ingeniería Geofísica, y en atención al oficio No. SAC/2284/2024 con fecha de emisión 09 de diciembre de 2024, me permito informar a Usted que después de haber revisado cuidadosamente el contenido temático, metodología, redacción y ortografía de la tesis correspondiente, no tengo inconveniente en autorizar la impresión del mismo.

Sin otro particular, le reitero la seguridad de mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente

“Pensar bien, para vivir mejor”

H. Puebla de Z. a 13 de diciembre de 2024

Mtra. Yleana Claudia Martínez Mirón
Directora de Tema

M'YCMM/BARV
C.c.p. Archivo

Ocurre que estoy sentada bajo un árbol,
a la orilla del río,
en una mañana soleada.

Es un suceso banal
que no pasará a la historia.

Wisława Szymborska. Fragmento de «Puede ser sin título»

Para mis padres, Luz María Pérez Nava y León Gil Gutiérrez. Los amo.

Agradecimientos

Quiero agradecer a la M.C. Yleana Claudia Martínez Mirón por su apoyo, paciencia y comprensión en la dirección y elaboración de esta tesis. Por la confianza y por todos los conocimientos que adquirí cuando fui su alumno. Mas vale tarde.

A mis sinodales, el Dr. José Luis Guevara Hernández y el M.C. Julio César González Hernández, gracias por la revisión de este trabajo y por sus valiosos puntos de vista, que fueron fundamentales para el desarrollo final de esta tesis.

A todos mis maestros que contribuyeron hasta la fecha para mi formación como profesionista y persona.

A la BUAP y a los trabajadores de la Universidad, por los espacios y servicios que brindan. Esta institución es el fruto del trabajo colectivo de muchas personas, algunas de ellas casi anónimas.

A mis amigos Hipólito y Alfredo, por hacer de la Universidad una de las mejores etapas de mi vida.

A Fernanda y David, por coincidir en espacio y tiempo, por compartir un sueño y por luchar por otros mundos posibles.

A todas las personas que no fueron nombradas, sus nombres los llevo conmigo.

A Nina, Chavela y E.M., por haber cantado sólo para mí.

Contenido

RESUMEN	5
1. Introducción.....	6
1.1 Objetivo general	7
1.2 Objetivos específicos	8
1.3 Hipótesis de investigación	8
1.4 Justificación.....	8
1.5 Alcances y limitaciones	9
2. Ondas sísmicas y parámetros de fuente	10
2.1 Ondas sísmicas.....	10
1.2.1 Ondas de cuerpo.....	10
1.2.2 Ondas superficiales	12
2.2 Parámetros de fuente.....	13
2.2.1 Localización de la fuente y tiempo de origen	13
2.2.2 Magnitud	15
1.3 Ruido sísmico	16
2.3.1 Curvas de ruido sísmico.....	18
2.3.2 Análisis de Fourier	19
2.3.3 Transformada de Fourier.....	20
2.3.4 Transformada discreta de Fourier	20
2.3.5 Curvas de ruido	21
3. Metodología	23
3.1 Estación sísmica FI-BUAP	23
3.2 Obtención de curvas de ruido sísmico	24
3.3 Eventos captados por la estación sísmica FI-BUAP.....	27
4. Resultados	31
4.1 Ruido sísmico en la Facultad de Ingeniería	31
4.2 Cálculo de parámetros para eventos sísmicos.....	44
Conclusiones	49
Referencias.....	51
Anexo I.....	53
Anexo II.....	54
Anexo III.....	56
Anexo IV	147

RESUMEN

Para el presente trabajo se llevó a cabo un análisis del ruido sísmico registrado por el sismógrafo ubicado en la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FI-BUAP), con el fin de caracterizar los niveles de ruido y su variación temporal debidos a los fenómenos naturales y a la actividad antropogénica. Este análisis se llevó a cabo mediante los espectros de densidad de potencia (*PSD, Power Spectral Density*) para los registros del año 2018. A partir del análisis de ruido sísmico se llevó a cabo una asociación de la variación temporal de los niveles y las fuentes culturales y ambientales. Se observó que la mayor parte del tiempo los niveles de ruido sobresalen de las curvas de ruido propuestas por Peterson (1993), especialmente la de ruido alto, con un pico de 1-10 Hz asociada a frecuencias de actividad antropogénica. Se definió la ventana de tiempo en la que es más factible asignar parámetros de fuente (longitud, latitud, profundidad y magnitud) y se calcularon los parámetros de fuente para eventos regionales registrados dentro de la ventana de tiempo en la estación mediante el uso del software SEISAN.

1. Introducción

El cálculo de los parámetros de un sismo tiene como base el análisis de señales registradas por un sismómetro. Para hacer los cálculos de localización y magnitud de manera más eficiente se debe contar con un mínimo de tres estaciones, en el caso de contar sólo con una estación, como ocurre en el desarrollo de esta tesis, las señales registradas por el instrumento son de mayor utilidad cuando los sismos se presentan en los registros de forma clara. Esta característica permite identificar de manera clara las fases de las ondas sísmicas a la estación y es primordial para localizar los sismos por el método azimutal, debido a que los niveles de ruido de fondo de un sitio influyen en los registros de tal manera que pueden enmascarar un sismo.

El sismógrafo de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FI-BUAP) está ubicado físicamente en un lugar con intenso tráfico peatonal y vehicular, cauces de agua, árboles altos, sistemas de bombeo y drenaje, y en muchos años desde su instalación, obras de construcción y reconstrucción de edificios en las zonas aledañas. Por tal motivo, los registros obtenidos se encuentran altamente contaminados por estas fuentes y, en consecuencia, la razón señal/ruido en los registros es muy baja. Por esta razón, identificar los tiempos de llegada y el posterior análisis de las ondas P y S a la estación es una tarea difícil e imprecisa.

Por lo tanto, se plantea la necesidad de caracterizar la variación temporal de la banda de frecuencias del ruido registrado en la estación sísmica, con el fin de hallar una ventana de tiempo en la cual sea posible establecer parámetros de fuente a sismos locales.

La base de este trabajo es la obra de Peterson (1993), la cual consiste en trabajar con señales de 24 horas en intervalos de tiempo, obtener los promedios de PSD de una señal y hacer un análisis comparativo con dos curvas envolventes propuestas por él mismo, denominadas Nuevo Modelo de Ruido Alto (NHNM, *New High Noise Model*) y Nuevo Modelo de Ruido Bajo (NLNM, *New High Noise Model*).

Con ayuda de este análisis se trabajará con ventanas de tiempo en las que la relación señal/ruido permita calcular los parámetros de fuente o sea más factible hacerlo, tomando como guía el propio catálogo de sismos reportado por el SSN en 2018.

En el capítulo 2 se abordan algunos conceptos teóricos y matemáticos necesarios para la realización de este trabajo, como lo son las ondas sísmicas, el ruido sísmico, los parámetros de fuente y el análisis de Fourier, y las valiosas herramientas de este último, como la transformada rápida de Fourier y los espectros de densidad de potencia.

En el capítulo 3 se explica el método utilizado para la obtención de las curvas de ruido y las herramientas para el cálculo de parámetros de fuente.

En el capítulo 4 se presentan los resultados obtenidos de los espectros de potencia y una descripción de su caracterización y variación temporal. También se presentan los resultados obtenidos para el cálculo de parámetros de fuente de eventos seleccionados dentro la ventana de tiempo más factible y la desviación que estos resultados presentan con respecto a los reportados por el SSN.

En el capítulo 5 se presentan discusiones y conclusiones a las que se llegaron a partir de los cálculos y análisis llevados a cabo en este trabajo.

1.1 Objetivo general

Caracterizar los niveles de ruido captado por la estación sísmica de la FI-BUAP mediante el uso del modelo de ruido de fondo de Peterson, para identificar la ventana de tiempo en la cual pueden asignarse parámetros de fuente sísmica.

1.2 Objetivos específicos

- Generar los espectros de densidad de potencia (PSD) en diferentes horarios y periodos del año con el uso del software MATLAB, para analizar la variación temporal del ruido sísmico registrado en la Facultad de Ingeniería durante el año 2018.
- Localizar en el catálogo reportado por el Servicio Sismológico Nacional aquellos eventos sísmicos originados en los horarios de menor ruido sísmico, para calcular sus parámetros de fuente con base en los registros de la FI-BUAP.
- Calcular la magnitud y localización de los sismos identificados mediante el software SEISAN, para establecer una relación magnitud-distancia mínima medible.

1.3 Hipótesis de investigación

Los sismos de mediana magnitud y con distancias cercanas a la ciudad de Puebla son medibles en horarios en los que la contaminación de las señales sísmicas por el ruido ambiental es mínima.

1.4 Justificación

Los sismogramas de la estación FI-BUAP presentan tal contaminación por ruido sísmico que, en muchos casos, los arribos de las ondas P y S resultan indistinguibles del ruido ambiental. Como se mencionó anteriormente, este problema dificulta el análisis de parámetros sísmicos, principalmente para eventos de pequeña magnitud y distancias entre moderadas y grandes, y eventos que puedan originarse en el área metropolitana de la ciudad de Puebla.

Con el análisis temporal del ruido sísmico se pretende identificar los horarios y periodos en los que la banda de frecuencias de este ruido se encuentra dentro de

los niveles permitidos, de tal forma que se pueda asignar parámetros a los eventos sísmicos registrados en la FI-BUAP y la identificación de posibles sismos locales que otras redes no hayan logrado identificar por su lejanía a estas fuentes sísmicas y su poca densidad de estaciones en la ciudad de Puebla.

1.5 Alcances y limitaciones

A partir de establecer una relación magnitud-distancia mínima calculable, se puede establecer la verdadera eficiencia y utilidad de las señales registradas por la estación sísmica de la Facultad de Ingeniería.

Se determinará cuál es la calidad de los registros sísmicos obtenidos del sismógrafo de la FI-BUAP en las variaciones temporales y en cómo afectan en el cálculo de parámetros de eventos.

Los niveles de ruido intrínsecos a las señales registradas limitan el análisis de todos los eventos registrados, en especial los registros de sismos cuya fuente es cercana a la zona metropolitana de la ciudad de Puebla, los cuales son de mayor interés y donde la densidad de sensores es menor.

Se calculará la magnitud de eventos locales, pues la magnitud Coda está diseñada para eventos de cierta banda espectral. Se desestimarán los sismos de magnitud igual o mayor 6, cuando la magnitud empieza a saturarse, además de los telesismos.

2. Ondas sísmicas y parámetros de fuente

La caracterización del ruido sísmico y el cálculo de parámetros de fuente requieren conceptos y herramientas matemáticas como el análisis de Fourier, los cuales se exponen a continuación y facilitarán la comprensión de los capítulos posteriores.

2.1 Ondas sísmicas

Una onda sísmica es una deformación elástica que se propaga a través de la Tierra. Las ondas sísmicas son generadas cuando ocurre un desequilibrio temporal en los estados de esfuerzo en el interior o en la superficie de un medio elástico (Lay y Wallace, 1995), en este caso, la Tierra. Las ondas son causadas tanto por fenómenos naturales como consecuencia de la actividad humana, las ondas generadas por sismos, son producto de la liberación súbita de energía almacenada en la litología deformada por la interacción de las placas tectónicas. El ciclo de acumulación-liberación de energía y de deformación/fallamiento de las rocas se conoce como teoría del rebote elástico y fue propuesta por H.F. Reid en 1910.

Las ondas sísmicas se pueden clasificar en dos grupos principales que son descritas a continuación.

1.2.1 Ondas de cuerpo

Onda primaria (P). La onda primaria es la más rápida de las ondas sísmicas, siendo la primera en ser detectada en los sismogramas en cualquier punto. El movimiento de las partículas es paralelo a la dirección de la propagación y la deformación del medio durante el paso de la onda P y está asociado con cambios de volumen por compresión y dilatación (Figura 2.1; Stein & Wysession, 2003).

Onda secundaria (S). La onda secundaria es la segunda en aparecer en los registros y en ser percibida. Es una onda de tipo transversal porque las partículas se mueven en ángulos rectos con respecto a la dirección de la propagación (Figura

2.1; Stein & Wysession, 2003). A diferencia de la onda P, el medio no sufre cambio en su volumen, pero sí presentan deformaciones de cizalla o corte.

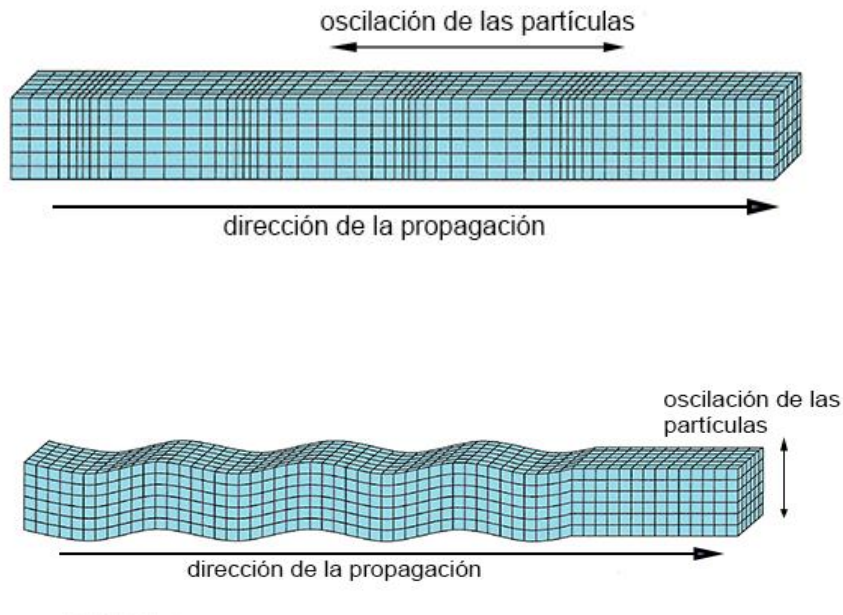


Figura 2.1 Representación de las ondas de cuerpo y su propagación.
(Figura modificada de Stein y Wysession, 2003).

Cuando el movimiento de las partículas durante el paso de la onda S se hace en una sola dirección perpendicular a la propagación, se dice que la onda está polarizada (Nava, 1998). La onda se puede descomponer en una componente vertical, denominada SV, y otra horizontal, denominada SH (Figura 2.2; Ghent University, s.f.).

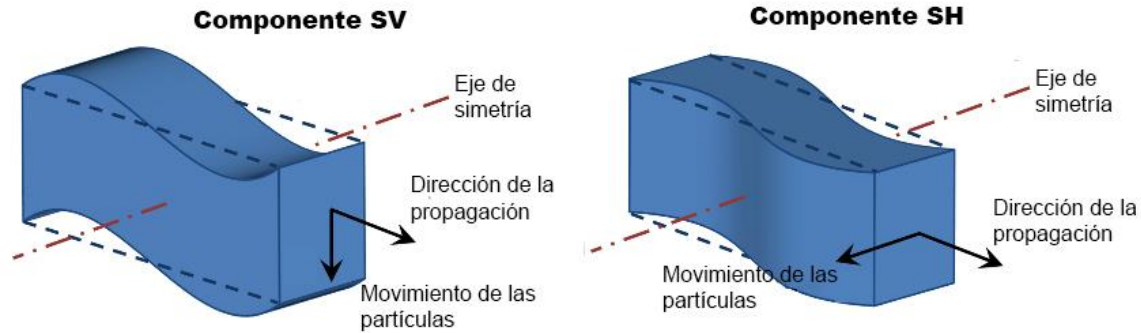


Figura 2.2 Polarización de la onda S en sus componentes SV y SH. (Figura modificada de Ghent University, s.f.)

1.2.2 Ondas superficiales

Las ondas superficiales son ondas sísmicas cuyo movimiento de las partículas sólo es permitido en las cercanías de la superficie terrestre y en las discontinuidades geológicas, por lo que las amplitudes decrecen con la profundidad y se propagan en múltiples direcciones paralelas a la superficie (Pavón, 1998). Las ondas superficiales viajan a menor velocidad que las ondas de cuerpo y se dividen en dos tipos.

Ondas Love. (Lo). Bautizada así en honor a Augustus Edward Hough Love, científico inglés responsable de la teoría matemática que predecía la existencia de este tipo de ondas en 1911. Se originan por la combinación de las componentes horizontales (SH) de las ondas secundarias. Las partículas tienen un movimiento de lado a lado, sin desplazamiento vertical. El movimiento lateral es transversal a la dirección de propagación (Figura 2.3; Shearer, 2009).

Ondas Rayleigh (Lr). Nombradas en honor al físico que las descubrió, John William Strutt mejor conocido como Lord Rayleigh. Se originan por la superposición de la ondas compresionales y transversales y las partículas describen un movimiento horizontal y vertical en el mismo plano, formando así una elipse retrograda en dirección de la propagación, arriban después de las ondas Love. (Figura 2.3; Shearer, 2009).

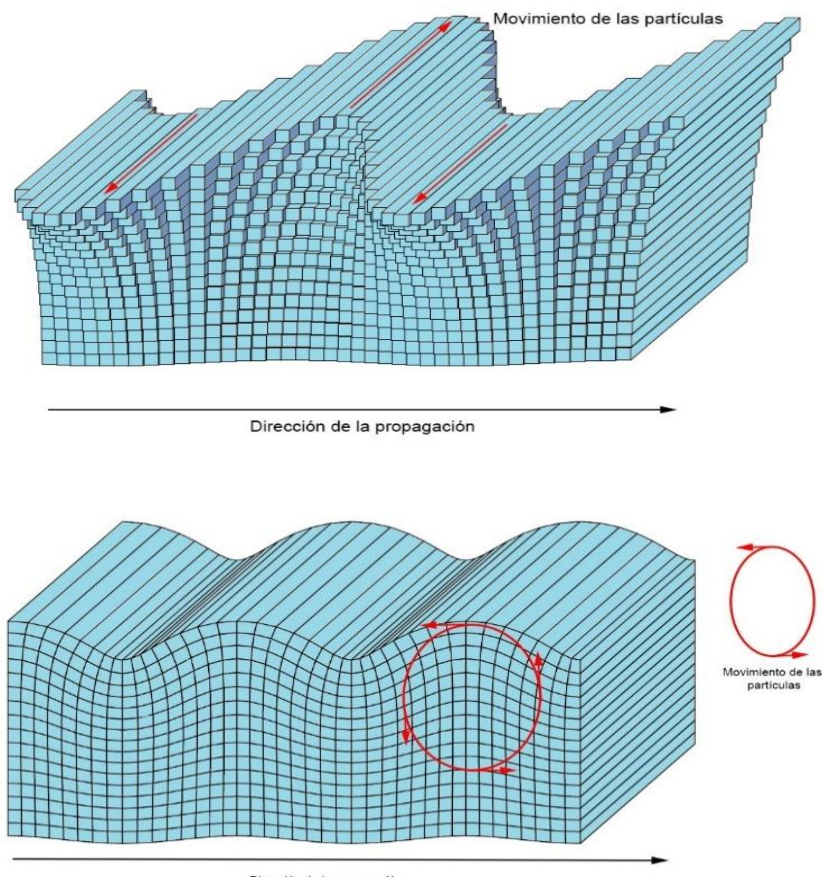


Figura 2.3. Representación de las ondas superficiales y su propagación. (Figura modificada de Shearer, 2009).

2.2 Parámetros de fuente

Calcular los parámetros de fuente de un sismo es posible mediante el análisis de los sismogramas de una o más estaciones. Los parámetros de fuente consisten en las coordenadas del epicentro, su profundidad, el tiempo de origen y la magnitud, por lo que la obtención de estos parámetros caracteriza e identifica los sismos.

2.2.1 Localización de la fuente y tiempo de origen

Los parámetros de fuente hacen referencia a parámetros espaciales y temporales en los cuales se originó un sismo: longitud, latitud, profundidad y tiempo en UTC (Universal Time Coordinated, por sus siglas en inglés). Como norma general, el cálculo de estos parámetros requiere al menos tres estaciones,

distribuidas de tal forma que sean colineales. Para el caso de sismos locales y con registros de una estación de tres componentes, es posible calcular su origen espacial y su tiempo de origen mediante el método Galitzin, que se describe a continuación.

La localización se obtiene a partir del azimuth obtenido del análisis vectorial de los arribos de la onda P de las tres componentes combinado con el cálculo de la distancia epicentral obtenida de la diferencia entre los tiempos de arribo de las ondas P y S. La componente vertical es usada para deducir el azimuth del epicentro: si el arribo de la onda P es hacia arriba, el azimuth apunta a dirección contraria a la fuente; y hacia la fuente si el arribo es abajo. (Figura 2.4; Lay y Wallace, 1995)

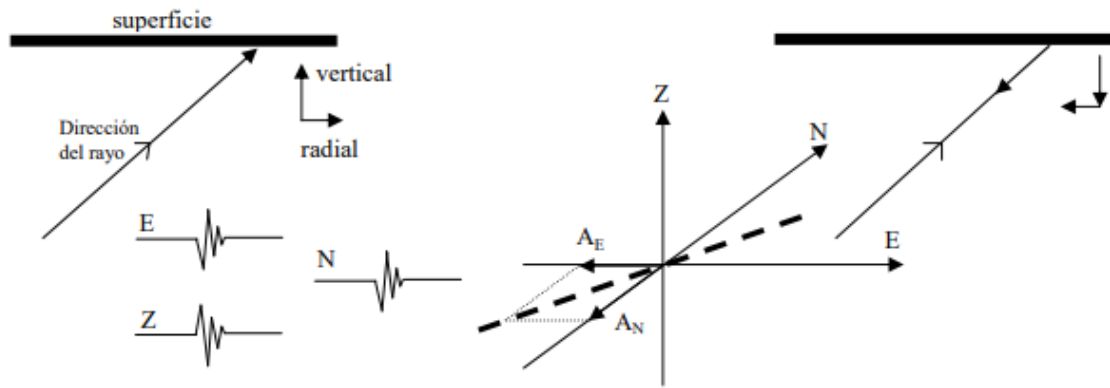


Figura 2.4. Esquema para determinar el azimuth de la fuente sísmica usando las tres componentes del sensor, suponiendo que la onda P está polarizada en los planos vertical y radial. La partícula se mueve paralela a la dirección del rayo, si es hacia arriba, el desplazamiento se aleja de la fuente. Cuando la partícula se mueve hacia abajo, el desplazamiento apunta a la fuente. (Figura modificada de Lay y Wallace, 1995).

Para un sismo local, la distancia a la fuente es determinada por:

$$D \approx \frac{V_p * V_s}{V_p - V_s} T_{sp} \approx C * T_{sp}, \quad (2.1)$$

donde D es la distancia de la estación al epicentro, V_p es la velocidad de la onda P, V_s es la velocidad de la onda S y T_{sp} es la diferencia de tiempo entre arribos.

La razón es una constante donde C equivale aproximadamente a 8 km/s. Conociendo la distancia, es posible estimar el tiempo de viaje de la onda y, en

consecuencia, el tiempo de origen del sismo. Estimar la profundidad del foco solo es posible si los sismogramas contienen fases profundas claras, por lo que para cuestiones de este trabajo no es posible obtenerlos en todos o la mayoría de eventos.

2.2.2 Magnitud

La magnitud es una medida cuantitativa del tamaño de un sismo basada en los registros sísmicos. Este concepto fue introducido por Richter en 1935 y proporciona objetividad al hablar de un sismo a diferencia de la intensidad que evalúa la percepción de las personas y daños a infraestructura (Bormann *et al.*, 2002).

La escala de magnitud Richter fue diseñada para la relación entre amplitudes y distancias para la costa de California. Hoy existen múltiples escalas basadas en periodos, movimiento del suelo, duración de la señal, ondas de cuerpo o superficie, y calibradas para cada zona de la que se obtienen los registros. La escala de magnitud proporciona información útil para el análisis preliminar en diversas investigaciones mediante un simple parámetro dentro de un catálogo de eventos (Kanamori, 1983).

Para asignar una magnitud a eventos locales, los sismos deben originarse a menos de 1 000 km del punto de observación (10°), pues en estas distancias se registran de mejor manera las reflexiones y transformaciones de las ondas en la corteza y manto superior (Udías y Mezcua, 1997).

Para la elaboración de este trabajo se utiliza la magnitud Coda, ideal para sismos locales de magnitud menor a 6, escala que está basada en la duración de los registros desde el arribo de la onda P hasta que el último tren de ondas superficiales se iguale con el nivel de ruido de fondo. (Nava, 1998). Desarrollada y propuesta por Lee en 1972:

$$M_c = a \log(t_{coda}) + br + c, \quad (2.2)$$

donde M_c es la magnitud Coda, t es la duración de la coda en segundos, r la distancia hipocentral, a , b y c son constantes que cambian con la región de estudio y son proporcionados por el Servicio Sismológico Nacional y que corresponden a la Red de Banda Ancha del instituto (Esquivel Mendiola, 2018). Para nuestro caso $a=0.09$, $b=1.85$ y $c=0.004$.

1.3 Ruido sísmico

Las ondas sísmicas, como toda señal al propagarse a través de un medio, pueden ser registradas por instrumentos especializados llamados sismógrafos en el lugar en el que están instalados, generando gráficos llamados sismogramas y pueden contener información de gran valor, como son los eventos sísmicos y el propio ruido sísmico, que puede ser utilizado para estudios de efecto de sitio y de las propiedades dinámicas del lugar. La principal fuente de ruido sísmico es el *ruido cultural*, que es en su mayoría originado por la circulación del tráfico y la maquinaria (Coward *et al.*, 2005) y está compuesto principalmente de ondas superficiales de naturaleza aleatoria y estacionarias, razón por la cual las amplitudes decaen exponencialmente con la profundidad (Bormann, 2002).

El ruido sísmico está presente en todos los puntos de la Tierra y tiene dos orígenes principales: uno ocasionado por el propio instrumento y otro real, que corresponde al ruido sísmico de fondo, que puede ser originado por fenómenos naturales o por consecuencias propias de la actividad humana. (Havskov y Alguacil, 2002).

Para McNamara y Buland (2004), el ruido sísmico se puede clasificar según las fuentes que lo originan y son las siguientes:

Ruido antropogénico. También llamado *ruido cultural*. Es originado por todas las actividades consecuencia de la acción humana, como el tráfico y el funcionamiento de maquinarias y equipos. Este tipo de ruido presenta una fuerte variación diurna y un rango de frecuencias de 1-10Hz.

Ruido ambiental. Son las oscilaciones naturales provenientes del entorno que no son provocadas por sismos ni por la actividad humana. Las frecuencias

características de este tipo de ruido no sólo tienen una variación diurna, sino una variación estacional, ya que dependen fuertemente del clima y del estado del tiempo. La mayor contribución a estas perturbaciones está relacionada con el viento (0.5-60Hz), que mueve objetos que se encuentran sobre la superficie terrestre y generan movimientos en el suelo generalmente de altas frecuencias, semejante al ruido antropogénico; sin embargo, objetos altos, como árboles y mástiles, pueden generar señales de baja frecuencia.

Otros fenómenos contribuyen a la generación de ruido sísmico, generalmente asociados a frecuencias menores de 1 Hz, como corrientes y caídas de agua, tremores volcánicos, dilatación de las rocas debido a cambios de temperatura y variaciones en la presión atmosférica.

Microsismos oceánicos. Están presentes y se observan en todo el planeta, aunque en menor medida en el interior de los continentes que en las zonas costeras. El ruido debido al oleaje oceánico se puede clasificar a partir de dos frecuencias dominantes.

- Microsismos de frecuencia baja. Son generados solamente en la superficie del agua de regiones costeras a través de la interacción del oleaje con las orillas o de variaciones verticales en la presión. Las frecuencias, de 0.0625-0.1 Hz, son similares a las que presentan olas y mareas.
- Microsismos de frecuencia alta. Su generación puede ser explicada mediante la superposición de olas oceánicas de igual frecuencia viajando en sentido contrario, produciendo ondas de gravedad estacionarias de periodo medio. Estas ondas estacionarias, de 0.025-0.5 Hz, causan ondas que se propagan sin atenuación en el fondo del océano.

Ruido debido al instrumento. No son señales debido a vibraciones en el suelo. Este tipo de ruido es consecuencia de las características físicas o electrónicas del propio instrumento y de equipos asociados durante la medición, conversión y transferencia de información.

2.3.1 Curvas de ruido sísmico

Para valorar la calidad de un sismograma existen métodos como la relación señal/ruido, que permite comparar la amplitud de la señal de un evento y la amplitud del ruido causado por otras fuentes que no son un sismo (Plesinger *et al.*, 1995). Para efectos de esta tesis, se utilizarán los modelos de ruido alto y bajo propuestos por Peterson en 1993.

Aparentemente, el ruido sísmico no contiene información útil; sin embargo, los registros sísmicos son vitales en estudios de efecto de sitio, de propiedades dinámicas del lugar o, para efectos de esta tesis, para determinar la calidad de los registros sísmicos (Figura 2.5; McNamara y Buland, 2004). A continuación, se describen los fundamentos físicos y matemáticos necesarios para este trabajo basados en el análisis de Fourier.

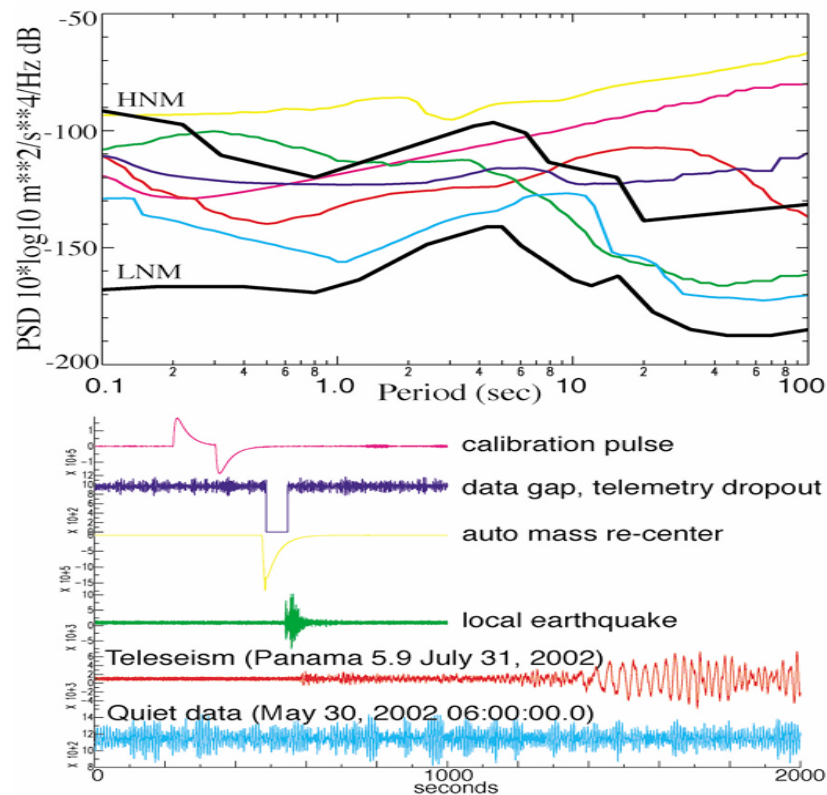


Figura 2.5. El análisis espectral de frecuencias permite descomponer la señal registrada en cada una de las señales que la forman. Fuente: McNamara y Buland (2004).

2.3.2 Análisis de Fourier

El desarrollo del análisis de Fourier tiene una larga historia, que involucra un gran número de personas, y la investigación de diferentes fenómenos físicos, tales como la difusión del calor y la vibración de la cuerda.

Para Stein y Wyssession (2003), el análisis de Fourier es una aproximación basada en la idea de que cualquier serie de tiempo puede ser descompuesta en una suma o la integral de ondas armónicas de diferentes frecuencias.

Para una señal periódica y finita de duración T, la serie de Fourier se define como:

$$f(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(w_n t) + \sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin(w_n t), \quad (2.3)$$

donde

$$w_n = \frac{2n\pi}{T},$$

$$A_0 = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) dt,$$

$$A_n = \frac{2}{T} \int_0^T \cos(w_n t) x(\tau) dt$$

(2.4)

$$B_n = \frac{2}{T} \int_0^T \sin(w_n t) x(\tau) dt$$

Donde A_0 , A_n , B_n se denominan *coeficientes de Fourier*, donde A_0 representa el valor medio de la señal, A_n , es la amplitud de cada frecuencia armónica que compone la señal y B_n es la fase de cada frecuencia armónica de la señal.

2.3.3 Transformada de Fourier

Los coeficientes de las series de Fourier para señales periódicas están relacionados de forma armónica, en cambio, una señal aperiódica, se puede considerar como una señal periódica de periodo infinito y, a medida que el periodo incrementa las frecuencias que la conforman forman un continuo y la frecuencia fundamental disminuye y la suma de series de Fourier se convierte en una integral. El espectro resultante se llama transformada de Fourier. (Oppenheim y Willsky, 1998)

En términos más simples y prácticos, la transformada de Fourier es una herramienta que permite redefinir una función del dominio del tiempo a una nueva en términos de la frecuencia. La nueva función resultante proporciona información importante, como la intensidad de las frecuencias y las fases de la señal que la componen.

Para una función de tiempo $f(t)$ continua, la serie de Fourier está dada por:

$$F(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt \quad (2.5)$$

Donde i es la unidad imaginaria y ω es la frecuencia angular.

2.3.4 Transformada discreta de Fourier

Las señales continuas, como las funciones que están en dominio del tiempo o la frecuencia, toman infinitos valores en un intervalo infinito de tiempo o frecuencia, por lo que no se puede aplicar directamente la transformada de Fourier sobre una función continua trabajando en una computadora. La transformada discreta de Fourier (TDF) surge de la necesidad de trabajar con señales digitales o discretas, modificando la transformada original para operar sobre una función discreta de longitud N y devolver un espectro de N frecuencias igualmente espaciadas.

Uno de los algoritmos más utilizados para calcular la transformada discreta de Fourier es la transformada rápida de Fourier, de Cooley y Turkey (1965), por su eficiencia computacional y tiempo menor comparado con otros procesos.

La transformada rápida de Fourier está definida por

$$TDF(\omega) = \sum_{n=0}^{N-1} f(t)_n e^{-\frac{i2\pi}{N}kn} dt; k = 0,1,2,3, \dots, N-1 \quad (2.6)$$

2.3.5 Curvas de ruido

La forma estándar de representar el ruido sísmico en este trabajo se basa en la obra de Peterson (1993), la cual consiste en dos curvas envolventes, denominadas Nuevo Modelo de Ruido Alto (NHNM, New High Noise Model) y Nuevo Modelo de Ruido Bajo (NLNM, New Low Noise Model). Estas curvas son el resultado de calcular los espectros de densidad de potencia (PSD, Power Spectral Density) a señales de ruido de fondo registradas en diferentes estaciones sismológicas de la Red Sismográfica Global (GSN, Global Seismographic Network, por sus siglas en inglés), distribuidas en todo el mundo. (McNamara y Boaz, 2005).

El Nuevo Modelo de Ruido Bajo es la composición final de una suma de espectros de frecuencias correspondiente a cada estación, en particular en la que intervienen los tipos de instrumentos, ambientes geológicos, regiones geográficas, etc. En cambio, el Nuevo Modelo de Ruido Alto es un espectro resultante del promedio del ruido de altas frecuencias en una red sísmica. (Peterson, 1993)

Calcular un espectro de densidad de potencia (PSD) para una señal discreta está dado por:

$$PSD = 2|TDF(w)|^2 \frac{\Delta t^2}{T} \quad (2.7)$$

Donde TDF es el espectro de Fourier obtenido con la transformada rápida de Fourier, Δt es el intervalo de muestro y T es el periodo. Dependiendo de la señal

original $f(t)$, las unidades para el espectro resultante serán $[m/Hz]$ para desplazamiento, $[(\frac{m}{s})/Hz]$ para velocidad y $[(\frac{m}{s^2})/Hz]$ para aceleración. Los espectros de densidad de potencia, como las curvas propuestas por Peterson, son expresados en decibeles, en función del periodo o de la frecuencia.

El ruido sísmico está presente en todos los registros sísmicos y puede afectar a tal punto que llega a enmascarar un evento de magnitud media según las condiciones en que se encuentren los instrumentos. Para efectos de esta tesis solo interesa el ancho de banda que va de 0.1 a 100 segundos. (Figura 2.6)

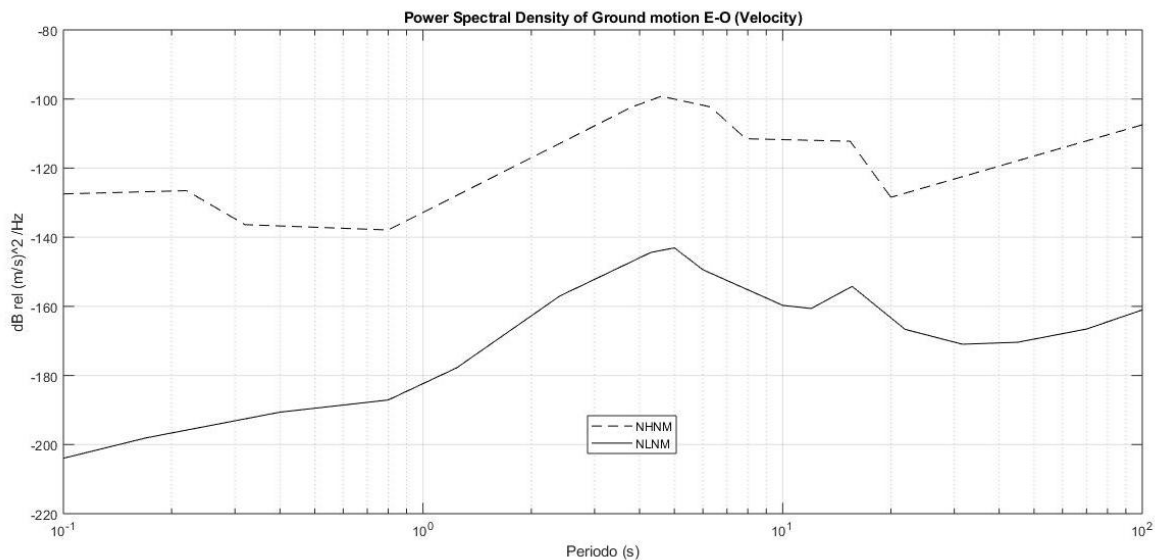


Figura 2.6. La línea continua corresponde al Nuevo Modelo de Ruido Bajo, que es la suma de espectros de frecuencias particulares a cada estación en la que intervienen los tipos de instrumentos, ambientes geológicos, regiones geográficas, etc. La línea discontinua es el Nuevo Modelo de Ruido Alto, que es el promedio del ruido de altas frecuencias de toda una red sísmica. Fuente: Peterson (1993)

3. Metodología

Después del sismo del 19 de septiembre de 1985, la entonces Escuela de Ingeniería Civil y Topografía (hoy Facultad de Ingeniería) de Puebla de la actual BUAP, instaló una red de tres acelerógrafos ubicados en lo que hoy es la Central de Abasto (CAPP), en el centro histórico de Puebla (PBPP) y en la Ciudad Universitaria (UAPP).

Para el año 2001, la Red Acelerográfica de la Ciudad de Puebla (RACP) estaba en operación conjunta con la Universidad Autónoma de Puebla y el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM). Sin embargo, para 2004, por diversos motivos, la estación que se encontraba en Ciudad Universitaria (UAPP), junto con la estación de la Central de Abasto (CAPP), fueron dadas de baja.

En un esfuerzo por reactivar el estudio sísmico, la facultad adquirió y puso en operaciones un sismómetro de banda ancha en 2014 que permaneció activo hasta 2020 y es patrimonio del Colegio de Geofísica de la BUAP. Debido a los limitantes en el espacio, la estación fue instalada en la misma Facultad de Ingeniería, sobre suelo no rocoso y escasa profundidad, donde los sismogramas presentaron una importante contaminación de ruido sísmico.

En contraste, las estaciones localizadas en un basamento rocoso y alejadas del ruido antropogénico siempre tendrán niveles de ruido más bajos que las estaciones localizadas sobre sedimentos y cercanas a lugares donde haya un gran flujo de actividad humana. Antes de localizar una estación sísmica, es necesario llevar a cabo estudios de ruido sobre el sitio. El ruido de altas frecuencias es generado en las cercanías de la estación y el ruido de bajas frecuencias se origina relativamente lejos.

3.1 Estación sísmica FI-BUAP

La estación sísmica es una caseta especial donde se resguarda el equipo necesario para hacer la medición y almacenar los registros sísmicos. La caseta está ubicada

en la Facultad de Ingeniería de la BUAP. Se divide en dos compartimentos, uno superficial, donde se encuentra el equipo electrónico como el digitalizador y una PC donde se almacenan y visualizan los sismogramas, y otro subterráneo, donde se encuentra el sensor sísmico de tres componentes.

El equipo consiste en un sismómetro T4S04, que es un sensor de banda ancha que registra los movimientos en velocidad en tres componentes ortogonales (norte-sur, este-oeste y vertical). El sensor se conecta a un digitalizador DM24 Güralp, que digitaliza y posteriormente almacena la señal detectada a 100 muestras por segundo.

3.2 Obtención de curvas de ruido sísmico

Para la obtención de las curvas de ruido sísmico, primero se tuvo que hacer un análisis de cada uno de los días correspondientes al año 2018 (con horario UTC+00:00), que corresponde a la detección de los eventos captados por el sismómetro para así descartar los días de ocurrencia de sismo, como los que, por errores instrumentales, los sismogramas presentan cortes o vacíos temporales. Para este paso es importante el uso de filtros con los cuales es posible identificar los eventos sísmicos y diferenciarlos del ruido sísmico. (Figura 3.1)

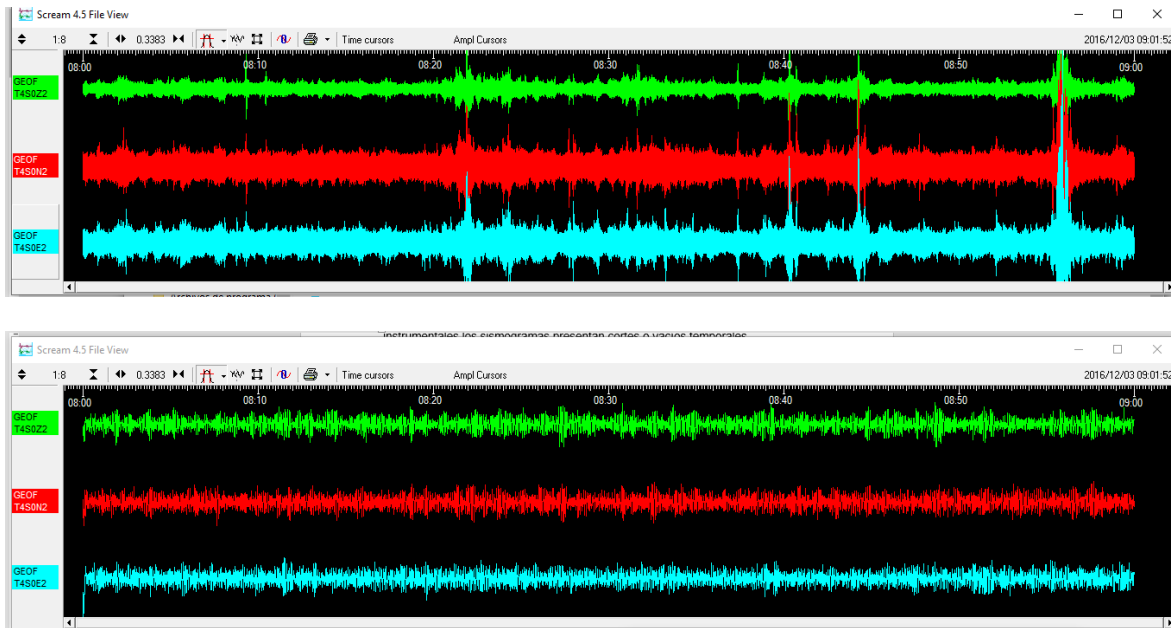


Figura 3.1. Se observa el sismograma de la estación sísmica FI-BUAP para el día 6 de diciembre, en un horario de 8:00 a 9:00 UTC. En el primer caso, la señal no ha sido filtrada; los picos aparentan ser arribos de ondas sísmicas. La segunda imagen corresponde al mismo sismograma con filtro 0.1 – 1 Hz; los picos anteriores sólo son ruido de alta frecuencia.

Antes del procesamiento de las señales sísmicas, hubo que convertir los datos obtenidos del digitalizador a un formato idóneo para poder analizarlos. El procesamiento de los sismogramas se hizo mediante el software MATLAB y el código empleado se encuentra en el Anexo II.

Como ya se dijo, la base de este trabajo es la obra de Peterson (1993), que consiste en trabajar con señales de 24 horas en intervalos de tiempo, obtener los promedios de PSD de una señal y hacer un análisis comparativo con dos curvas envolventes propuestas por el mismo, denominadas Nuevo Modelo de Ruido Alto (NHNM, New High Noise Model) y Nuevo Modelo de Ruido Bajo (NLNM, New Low Noise Model).

El primer paso es realizar sobre los datos un proceso conocido en la sismología como corrección por línea base y el segundo conocido como eliminación por línea de tendencia; posteriormente, se hizo la corrección por instrumento y se eligieron ventanas de tiempo de una hora para poder visualizar de mejor manera las variaciones diurnas de las señales obtenidas. Por último, se utilizan la transformada

rápida de Fourier para obtener los espectros de potencia en velocidad y se hace un suavizado mediante el método de la media móvil, que consiste en deslizar una ventana a lo largo de los datos, calculando la media de los puntos dentro de la misma. Se puede ver un esquema general del procedimiento en la Figura 3.2.

Las curvas resultantes se encuentran en el Anexo III. A partir de estos resultados, se hizo un análisis de la variación temporal del ruido sísmico presente en la estación FI-BUAP.

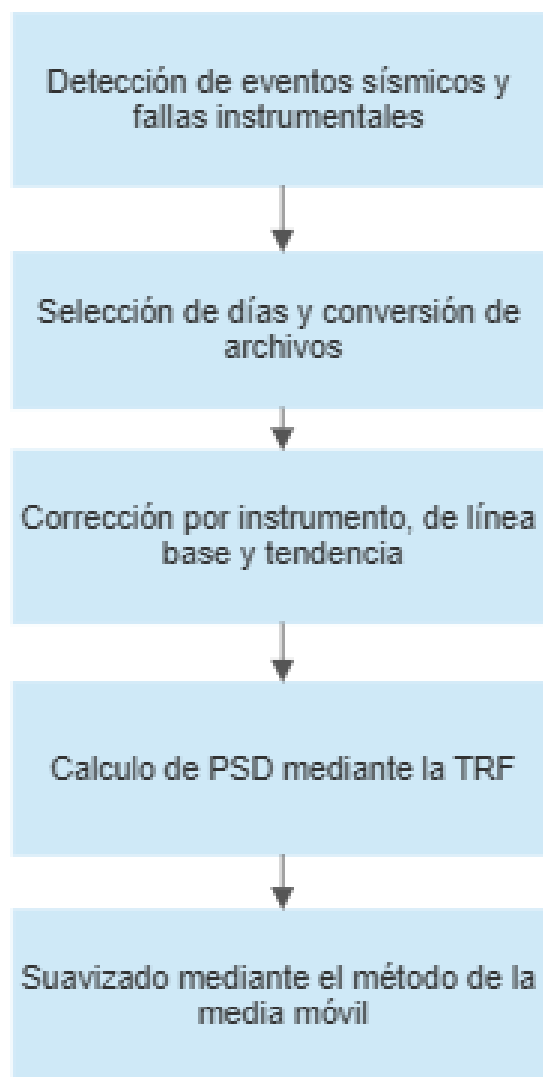


Figura 3.2. Esquema general de procedimiento para el cálculo de los PSD.

3.3 Eventos captados por la estación sísmica FI-BUAP

Se detectaron los eventos captados con la estación sísmica para el año 2018 con una revisión de cada uno de los días registrados, utilizando diferentes filtros para diferenciar los eventos locales de los regionales (Figura 3.3).

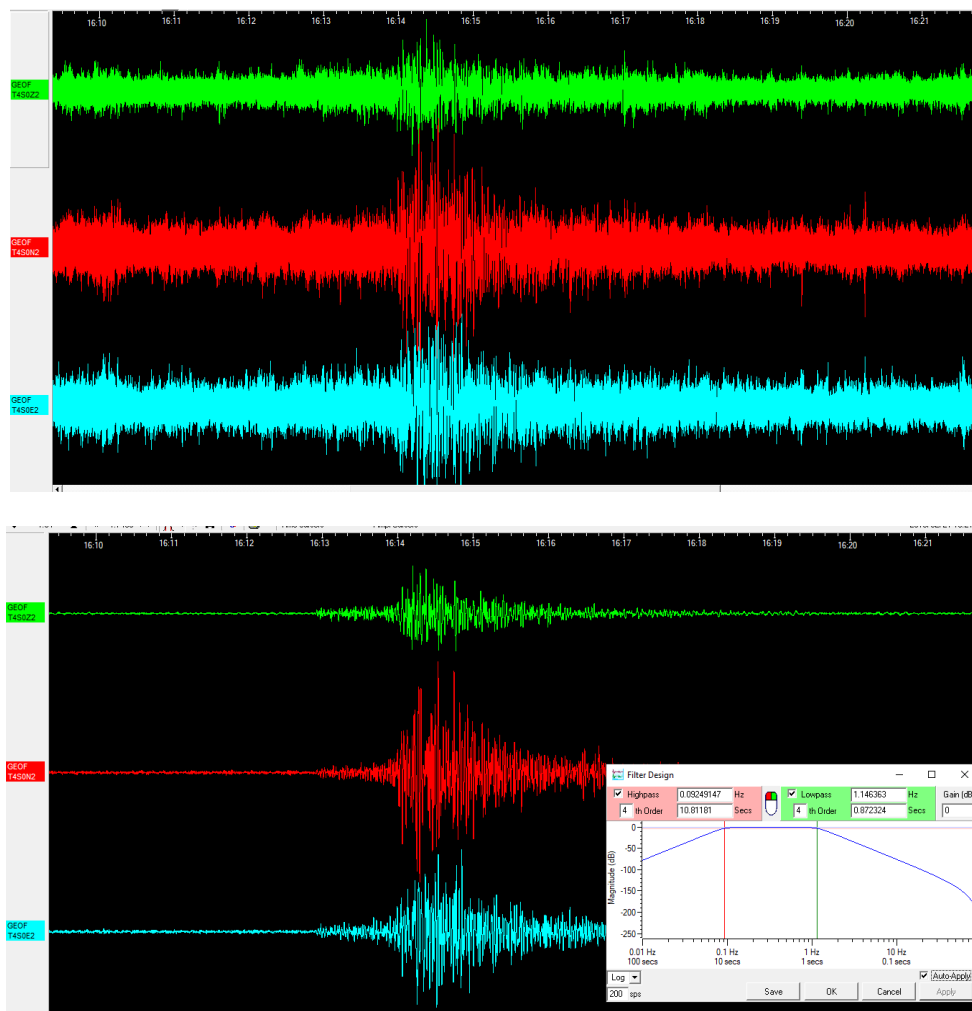


Figura 3.3. Se observa en ambas imágenes el evento del día 21 de febrero de 2018, de magnitud 5 y con origen a las 16:11:31 UTC. Se nota con claridad el efecto del uso del filtro sobre el sismograma para visualizarlo, pero no sirve para hacer un calculo de parametros.

Se procedió a preparar los sismogramas de los eventos locales que se visualizaban de forma clara, sin ser enmascarados por el ruido ambiental y cuyos arribos de la onda P y S se mostraban con claridad para poder procesarlos. Para ello se convirtieron a formato SAC (Seismic Analysis Code) para recortar las formas

de onda, y, posteriormente, convertirlos a formato SEISAN, que es el software utilizado para obtener los parámetros sísmicos.

En el software SEISAN se hicieron los *picados* en los sismogramas de los arribos de la onda P en la componente vertical y la onda S en las componentes horizontales, especificando en la vertical si se trataba de una compresión o de una dilatación para poder hacer el cálculo de la localización y magnitud. La duración de la Coda se indica sobre la componente vertical de igual manera que la onda P. (Figura 3.4)

Se muestra un esquema general del procedimiento para el cálculo de parámetros en la Figura 3.5.

Sirvió como guía el propio catálogo de sismos reportado por el Servicio Sismológico Nacional para elaborar un catálogo propio de eventos registrados por la estación FI-BUAP con su respectivo calculo.

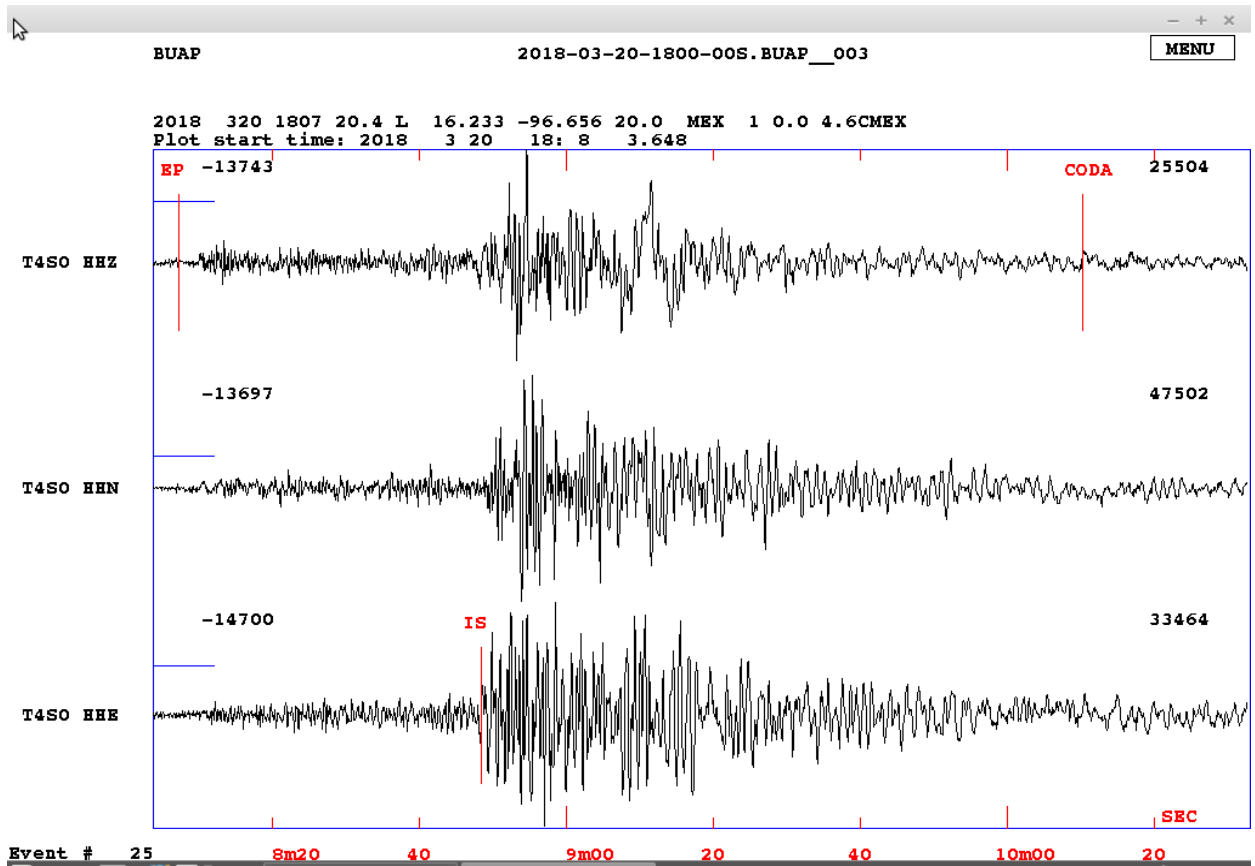


Figura 3.4 Se observa el sismograma en SEISAN de la estación FI-BUAP para el evento reportado por el SSN de magnitud 4.6, ocurrido el 20 de marzo de 2018 a las 18:07 UTC, con coordenadas 16.04, -99.68. Se pueden observar las fases correspondientes al arribo de la fase P (emergente), el arribo de la onda S (impulsiva) y la duración del evento (Coda).

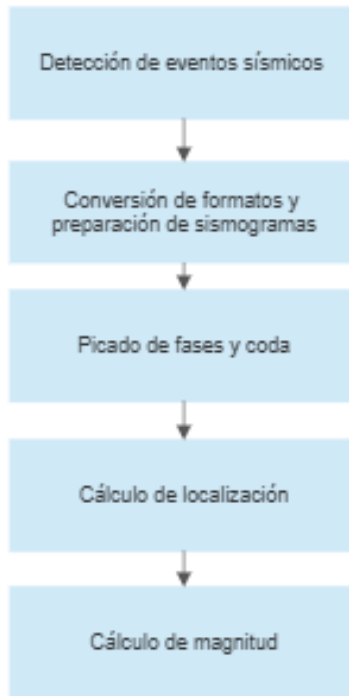


Figura 3.5 Esquema general de procedimientos para el cálculo de parámetros de fuente de eventos sísmicos locales registrados por la estación FI-BUAP.

4. Resultados

4.1 Ruido sísmico en la Facultad de Ingeniería

Se analizaron los sismogramas y llevaron a cabo los PSD de un total de 164 días del año 2018, Los espectros de potencia presentan una gran variación diurna donde se observaron tres diferentes patrones en la variación diurna del ruido sísmico. Los espectros de potencia obtenidos se encuentran en el Anexo III.

A partir de los PSD obtenidos, se hizo un análisis para cada hora y se puede observar que el ruido sísmico sale de las curvas de Peterson en todo momento, en especial el del Nuevo Modelo de Ruido Alto en el espectro de bajo periodo o altas frecuencias.

El rango de periodos que más sobresale y que tiene mayor repercusión a la hora de hacer un análisis cualitativo de la calidad de los sismogramas corresponde a los periodos cortos, que van desde los valores de 0.1 a 1 segundos. Estos periodos también se asocian tanto a la actividad humana como a la de los sismos locales. Hay otro rango de periodos que también exceden las curvas de ruido que va de los 20 a los 50 segundos y se puede asociar con las variaciones ambientales propias de la estación, como lo son los niveles de ruido alto en periodos mayores a 1 segundo. Sin embargo, el ruido sísmico presenta una variación diurna en el que encuentran tres patrones de ruido características de la hora en que se obtienen los sismogramas y se describen a continuación.

El primer patrón de comportamiento del ruido corresponde a un periodo de tiempo de mayor calidad en los sismogramas, lo que es consecuencia de una menor cantidad de ruido captado y es la franja horaria que va de las 21:00 horas de un día a las 7:00 horas del día siguiente (UTC-5 del 1 de abril al 28 de octubre y UTC-6 el resto del año). Esta ventana de tiempo se caracteriza porque tienen la menor cantidad de días que llegan a sobresalir de la curva de Nuevo Modelo de Ruido Alto, con un pico entre los periodos de 0.3 a 0.4 segundos en la componente vertical; para las componentes horizontales, la mayoría sobrepasa la misma curva modelo entre los periodos de 0.3 a 0.7 segundos. También se observan días que sobresalen

en la misma curva modelo de ruido alto entre los periodos de 20 a 30 segundos de manera suave para las componentes horizontales. Del total de días, son pocos los que sobrepasan. Pueden estar asociados estos picos de 0.3 a 0.7 segundos con tremores volcánicos o sistemas automatizados en Ciudad Universitaria. En cambio, los periodos que sobresalen de 20 a 30 segundos corresponden a variaciones ambientales.

A continuación, se describen los espectros de potencias para tres diferentes horas de diferentes meses en los que se pueden ver con claridad el patrón de comportamiento del ruido sísmico antes descrito.

En el mes de enero, para los días seleccionados de 00:00 a 01:00 horas en tiempo local (UTC—6) se puede observar que los espectros de potencia que sobresalen de la curva de Nuevo Modelo de Ruido Alto (NHNM) no son la de la mayoría de los días. En la componente vertical exceden con un pico de 0.3 a 0.4 segundos. En las componentes horizontales los espectros de potencia sobresalen la curva entre los periodos de 0.3 a 0.7 segundos; también, exceden la curva modelo de manera suave y poco pronunciada para los periodos de 20 a 30 segundos (Figura 4.1).

En el mes de mayo, para los días seleccionados de 00:00 a 01:00 horas en tiempo local (UTC-5) se puede observar de igual manera que son pocos los espectros de potencia que sobresalen de la curva de Nuevo Modelo de Ruido Alto (NHNM). En la componente vertical exceden la curva en una franja de 0.3 a 0.4 segundos. Para las componentes horizontales, los espectros de potencia sobresalen la curva entre los periodos de 0.3 a 0.7 segundos sin exceder otra banda de periodos (Figura 4.2).

En el mes de septiembre, para los días seleccionados de 04:00 a 05:00 en tiempo local (UTC-5) se puede observar de igual manera que los espectros de potencia de unos días son los que sobresalen de la curva de Nuevo Modelo de Ruido Alto (NHNM). En la componente vertical exceden la curva en una franja de 0.3 a 0.4 segundos. Para las componentes horizontales, los espectros de potencia

sobresalen la curva entre los periodos de 0.3 a 0.7 segundos sin exceder otra banda de periodos (Figura 4.2).

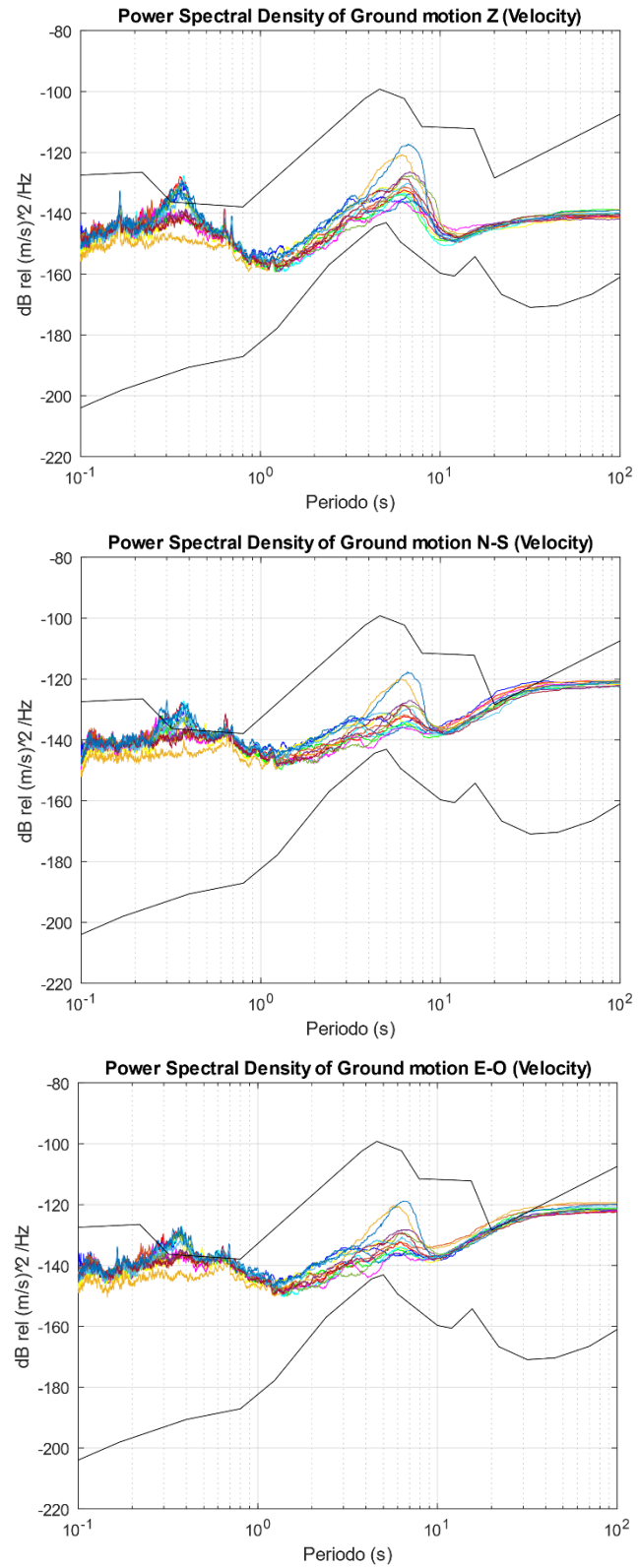


Figura 4.1. Espectros de densidad de potencia correspondientes a las horas de 00:00 a 01:00 del mes de enero.

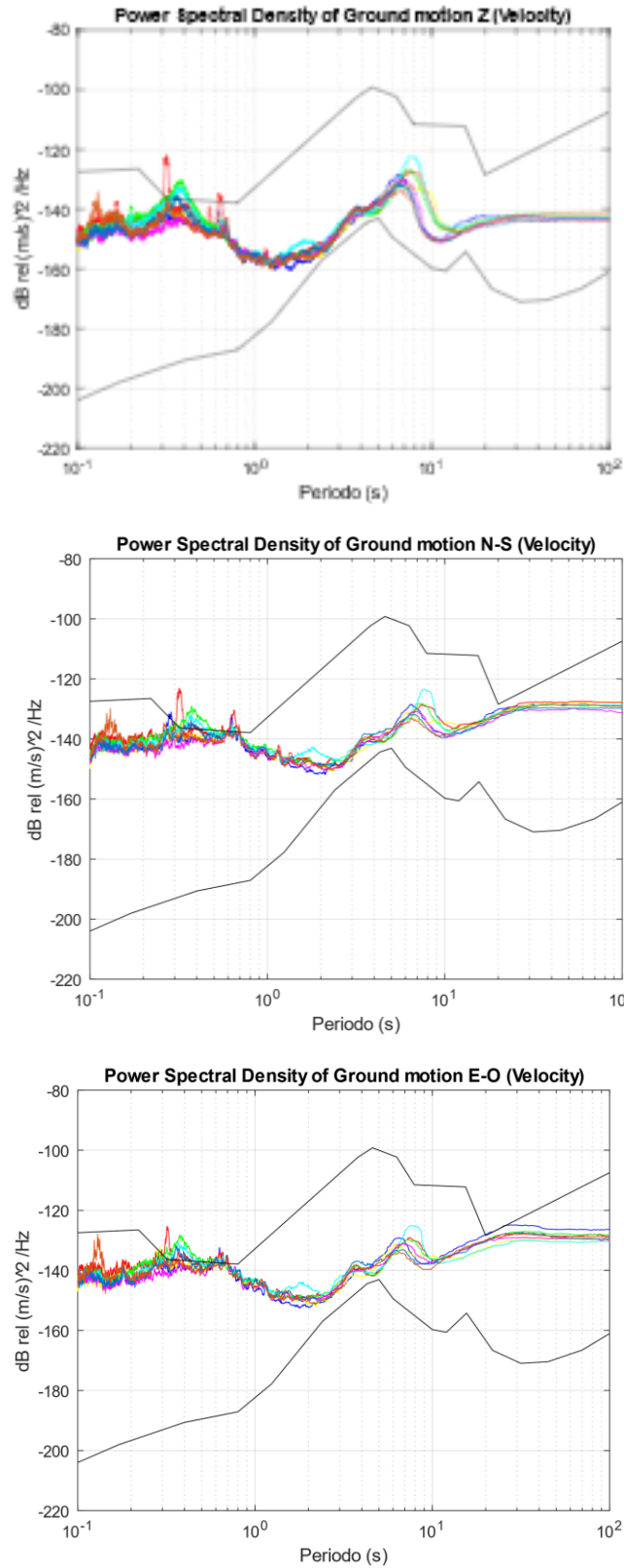


Figura 4.2. Espectros de densidad de potencia correspondientes a las horas de 00:00 a 01:00 del mes de mayo.

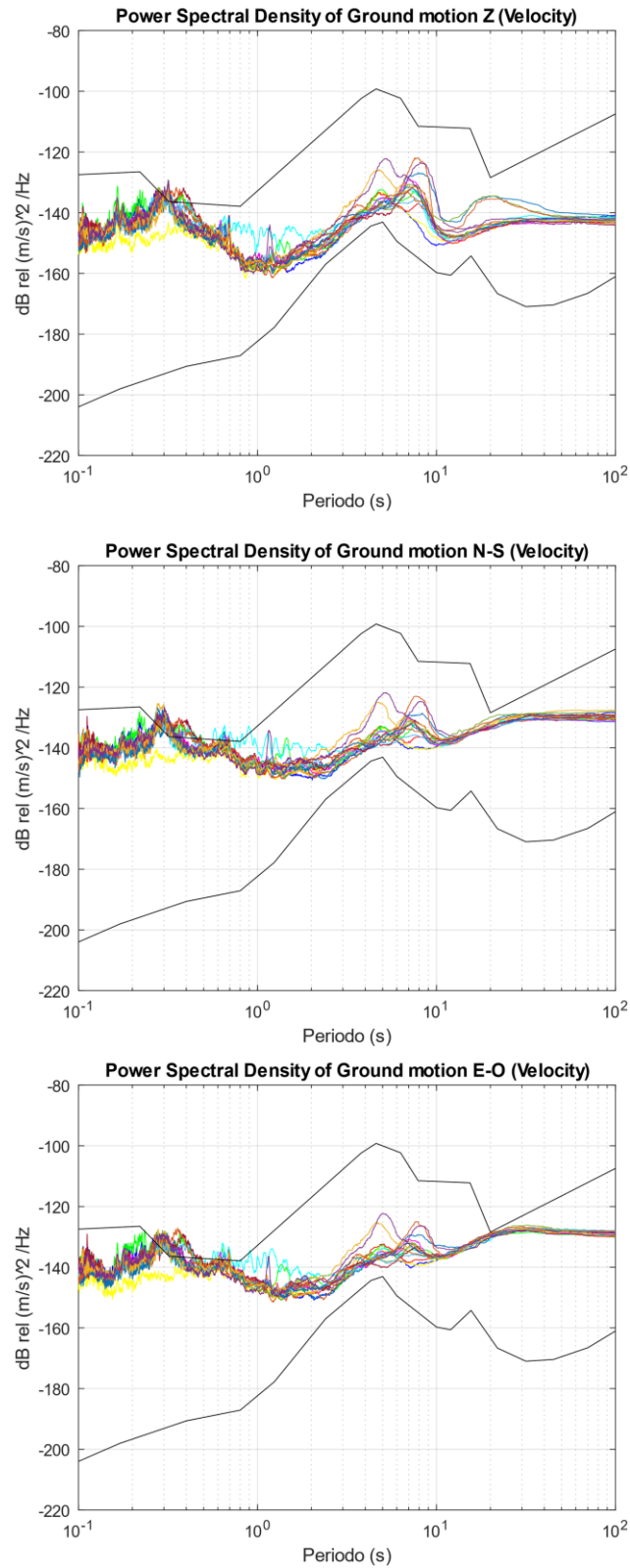


Figura 4.3. Espectros de densidad de potencia correspondientes a las horas de 04:00 a 05:00 del mes de septiembre.

El segundo patrón encontrado corresponde al de mayores niveles de ruido sísmico y tiene una ocurrencia de 07:00 a 21:00 horas en tiempo local y que corresponden a los días en su mayoría a los días hábiles, en los que la Facultad de Ingeniería y toda Ciudad Universitaria están en labores normales. Esta franja temporal se caracteriza porque los espectros de potencia sobresalen en todo momento la curva del Nuevo Modelo de Ruido Alto. En la componente vertical, los espectros de frecuencia sobrepasan la curva modelo de ruido alto entre los periodos de 0.1 a 0.7 segundos, siendo esta, una banda más amplia que la del anterior comportamiento de ruido y en magnitudes mayores y en las componentes horizontales sobresalen entre los periodos de 0.1 a 0.9 segundos y para periodos largos de 20 a 50 segundos.

A continuación, se explican los espectros de potencias para diferentes horas de ciertos días en los que se encontraron este comportamiento de ruido sísmico.

En el mes de mayo de 11:00 a 12:00 horas de tiempo local (UTC-5), se encontraron niveles de ruido que rebasan la curva del Nuevo Modelo de Ruido Alto para todos los días seleccionados. Para en la componente vertical que sobresale entre los periodos de 0.1 a 0.77 segundos y en las componentes horizontales lo hacen entre la banda de 0.1 a 0.9 segundos y con pocos días que lo hacen para la banda de 20 a 50 segundos (Figura 4.4).

En el mes de junio de 18:00 a 19:00 horas en tiempo local (UTC-5), se encontraron que todos los días seleccionados sobrepasan la curva de ruido alto. Para la componente vertical sobresale de la banda de 0.2 a 0.7 segundos mientras que para las componentes horizontales sobresale de 0.1 a 0.9 segundos haciéndolo de manera más pronunciada de 0.2 a 0.7 segundos y con periodos largos de 20 a 50 segundos que rebasan la curva en la mayoría de los días (Figura 4.5).

En el mes de diciembre de 09:00 a 10:00 horas en tiempo local (UTC-6), se encontró que todos los días rebasan la curva de ruido alto. Para la componente vertical la componente vertical sobresale entre la banda de 0.2 a 0.7 segundos y para las componentes sobresalen de 0.1 a 0.9 segundos con una banda de periodos largos que sobresalen la curva de ruido alto de 20 a 0 segundos (Figura 4.6).

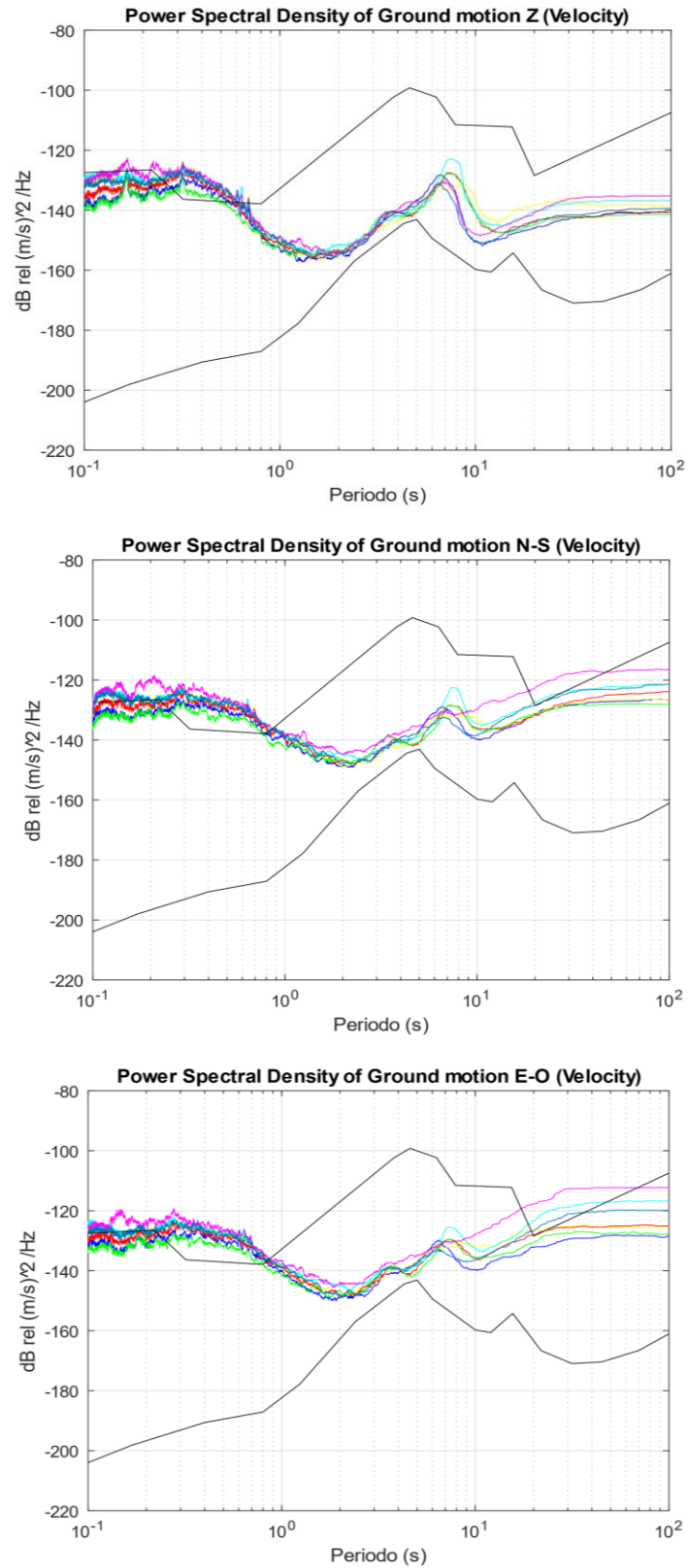


Figura 4.4. Espectros de densidad de potencia correspondientes a las horas de 11:00 a 12:00 del mes de mayo.

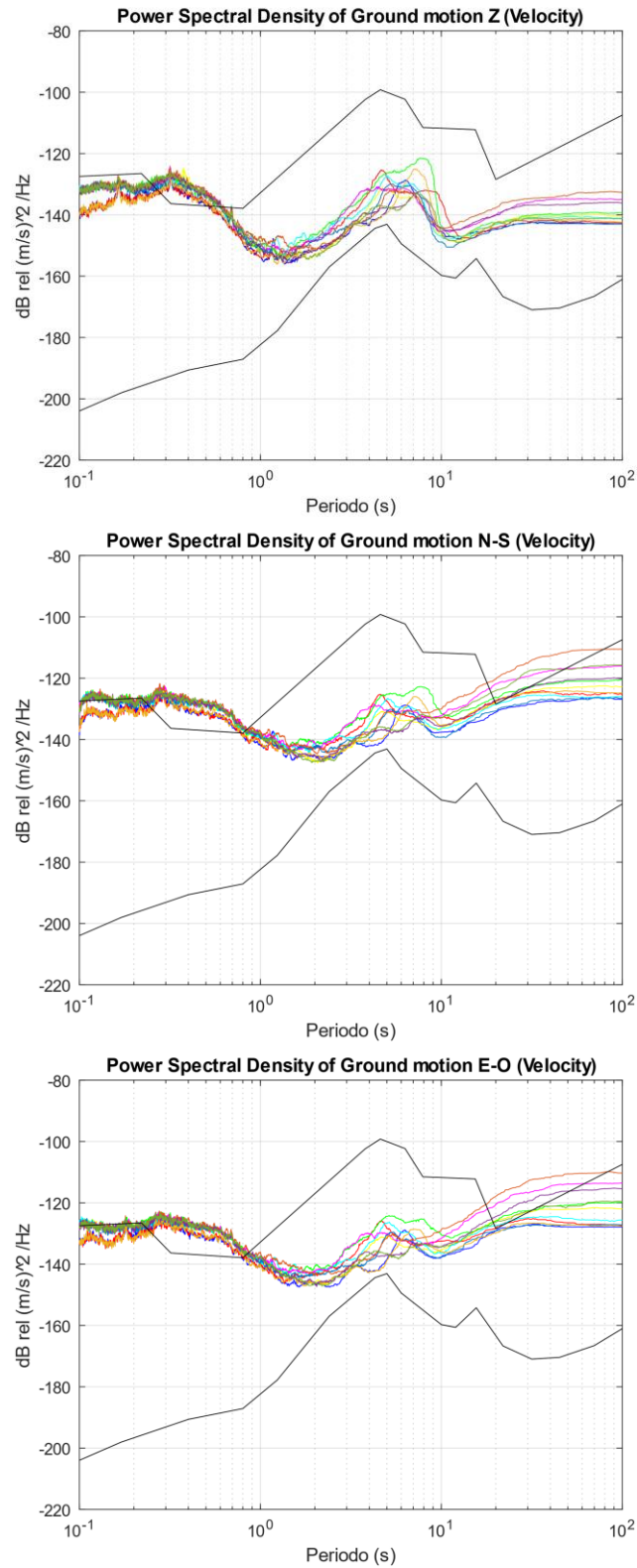


Figura 4.5. Espectros de densidad de potencia correspondientes a las horas de 18:00 a 19:00 del mes de junio.

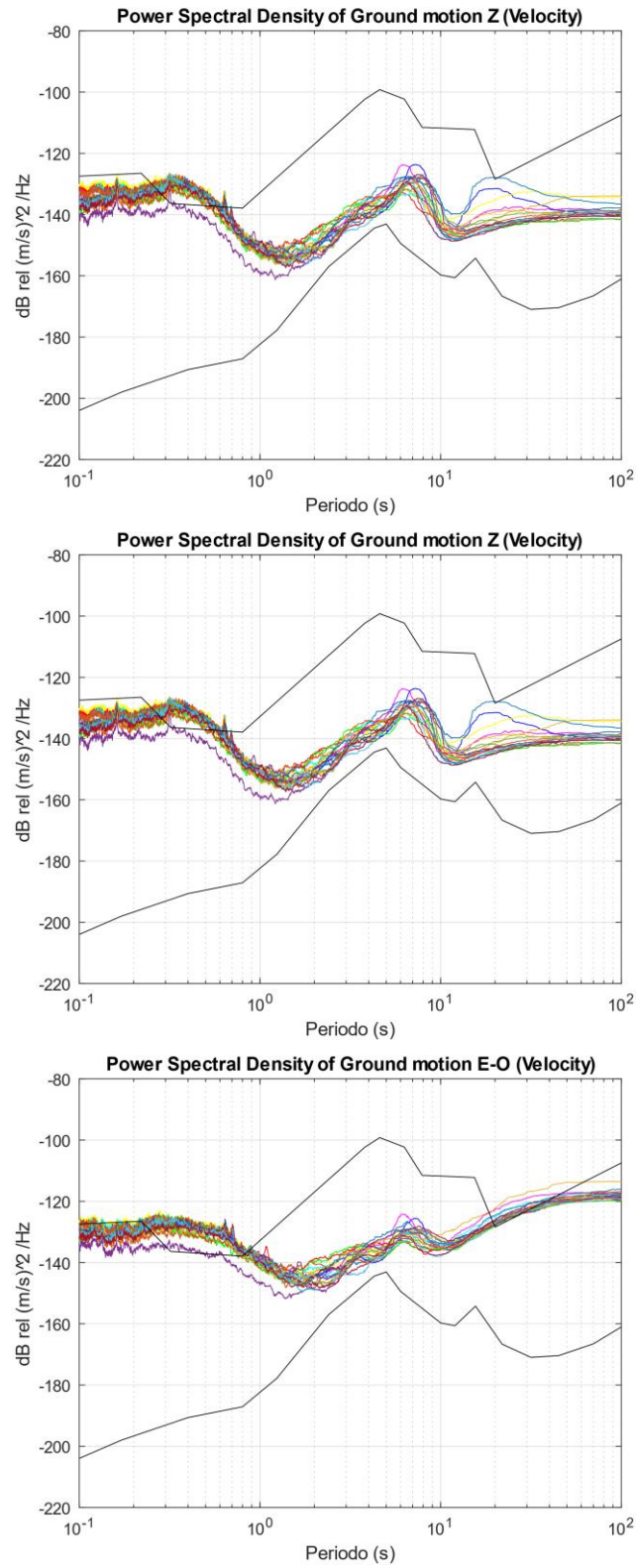


Figura 4.6. Espectros de densidad de potencia correspondientes a las horas de 09:00 a 10:00 del mes de diciembre.

Por último, hay un tercer patrón de ruido sísmico que sí bien es parecido y ocurre en las mismas franjas horarias que el anterior, tiene características que lo permiten diferenciar y los tiempos de ocurrencias son especiales porque corresponden a periodos vacacionales, feriados y de ciertos fines de semana.

En este periodo de tiempo, los espectros de potencia rebasan en todo momento la curva de ruido alto, aunque de manera menos pronunciada y en una banda de periodos más estrecha. La componente vertical rebasa la curva modelo en la banda de 0.2 a 0.6 segundos con escasos días que llegan a sobrepasar la banda de periodo largo de 20 a 50 segundos. Las componentes horizontales también sobresalen la curva de ruido alto, pero en diferentes bandas que van de 0.1 a 0.9 segundos.

A continuación, se detallan algunos patrones encontrados que tienen un comportamiento diferente a los dos descritos anteriormente.

En los días de vacaciones de julio de 11:00 a 12:00 horas en tiempo local (UTC-5) se observa que todos los días sobresalen de la curva de ruido sísmico, pero en un rango de 0.2 a 0.7 segundos en periodo para la componente vertical y de 0.1 a 0.9 segundos y de 20 a 50 segundos para las componentes horizontales (Figura 4.7).

Se observan los PSD para el día primero de mayo (UTC-5). Las horas obtenidas corresponden al tiempo de mayor prevalencia de ruido sísmico de 07:00 a 21:00 horas. Se observa que en la componente vertical sobresale de 0.3 a 0.7 segundos y en las componentes horizontales sobresalen de 0.1 a 0.9 segundos y de 20 a 50 segundos (Figura 4.8).

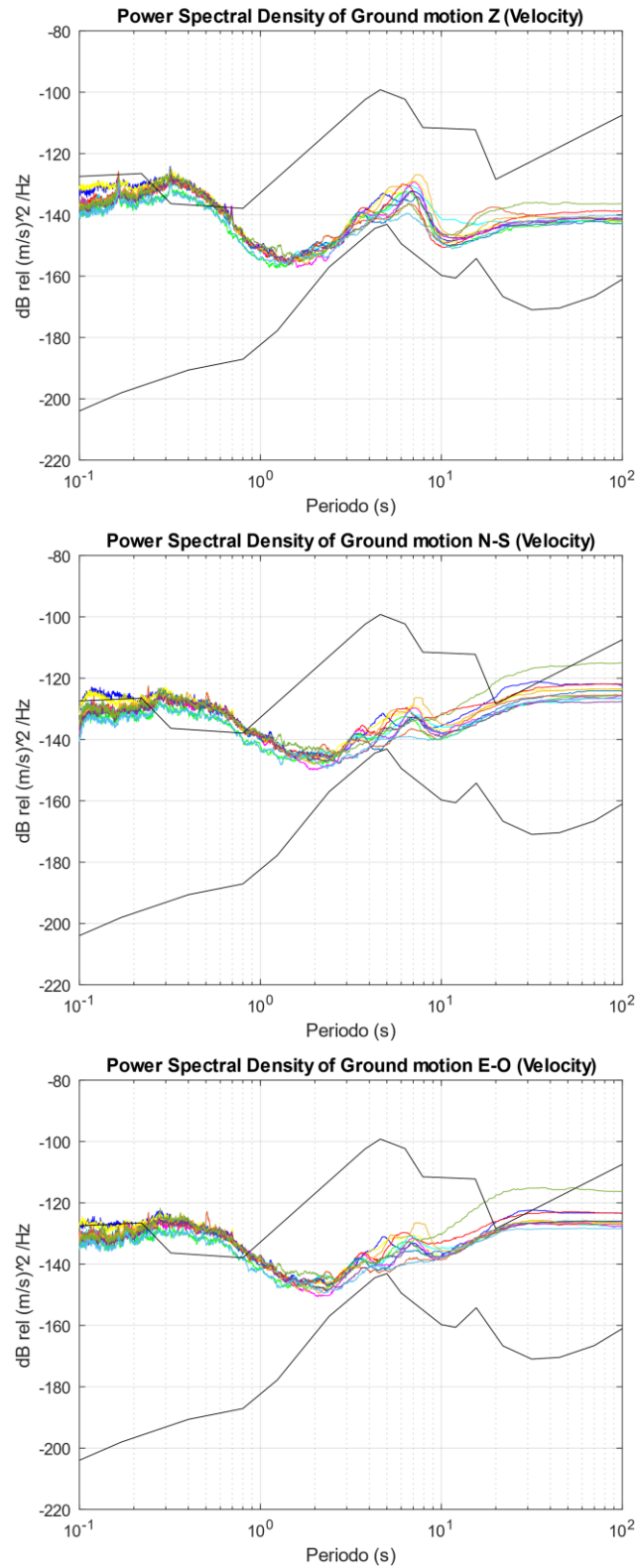


Figura 4.7. Espectros de densidad de potencia correspondientes a las horas de 11:00 a 12:00 durante las vacaciones del mes de julio.

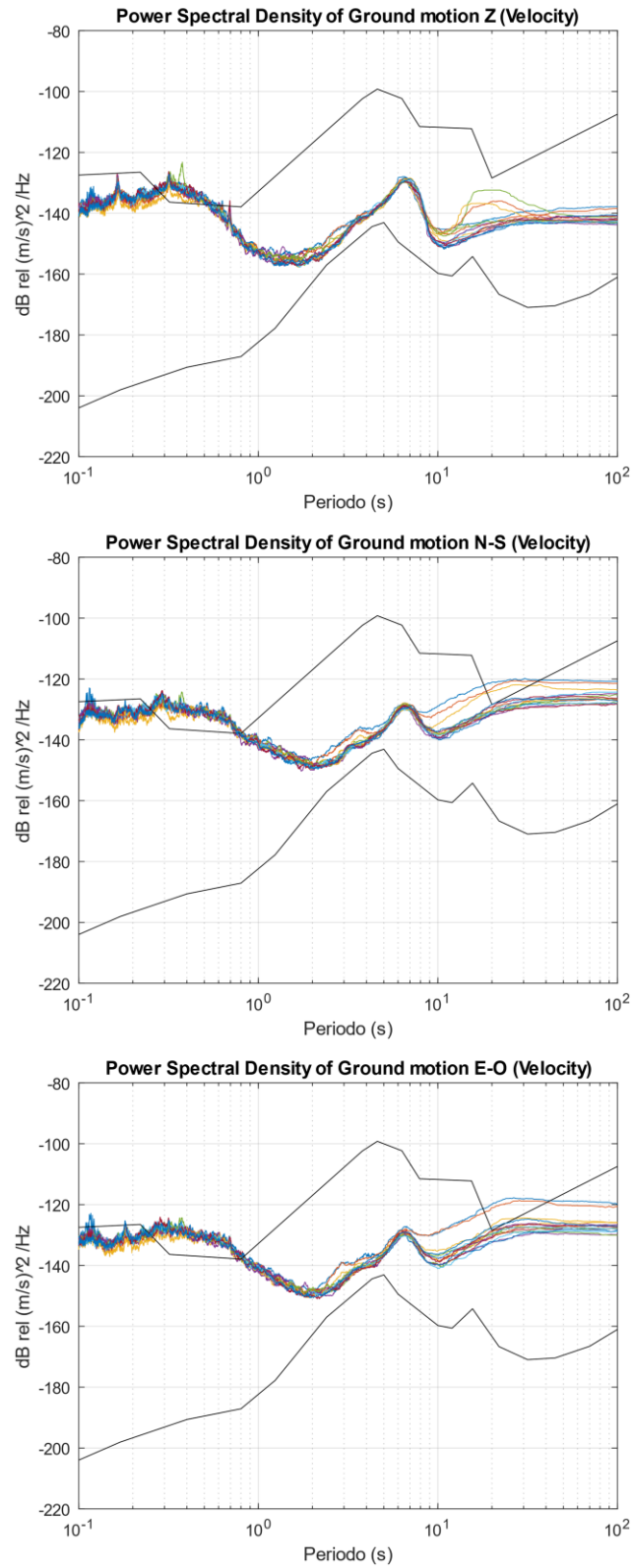


Figura 4.8. Espectros de densidad de potencia correspondientes a las horas de 07:00 a 21:00 del 1 de mayo.

4.2 Cálculo de parámetros para eventos sísmicos

Como se mencionó en el capítulo anterior, se detectaron los sismos de forma manual, analizando los sismogramas día a día. En total se encontraron 301 sismos locales y 78 telesismos registrados por la estación FI-BUAP. Del total de eventos locales hallados, 192 fueron seleccionados para la obtención de parámetros de fuente al cumplir la condición de tener arribos de fases perceptibles aún después de la aplicación de filtrados. De los eventos calculados, la mayoría presentó una gran diferencia respecto a los datos publicados por Servicio sismológico Nacional en cuanto la ubicación del epicentro de los sismos más no en la magnitud ni en el tiempo de origen que se aproximaron bastante a la información oficial. Por su parte el principal error en la ubicación, la diferencia sustancial son las coordenadas obtenidas y la distancia epicentral a la estación en la minaría de los casos como se puede observar en los epicentros obtenidos con los epicentros reportados por el SSN (Figura 4.5).

A partir de un análisis con respecto a las diferencias de distancia epicentral a la fuente y del rumbo de los datos oficiales, se discriminaron aquellos que presentaron un error relativo mayor al 5% en al menos uno de los dos parámetros. Finalmente se obtuvieron 30 eventos sísmicos que sí bien no tienen ubicaciones exactas, son cercanos los epicentros obtenidos (Figura 4.6).

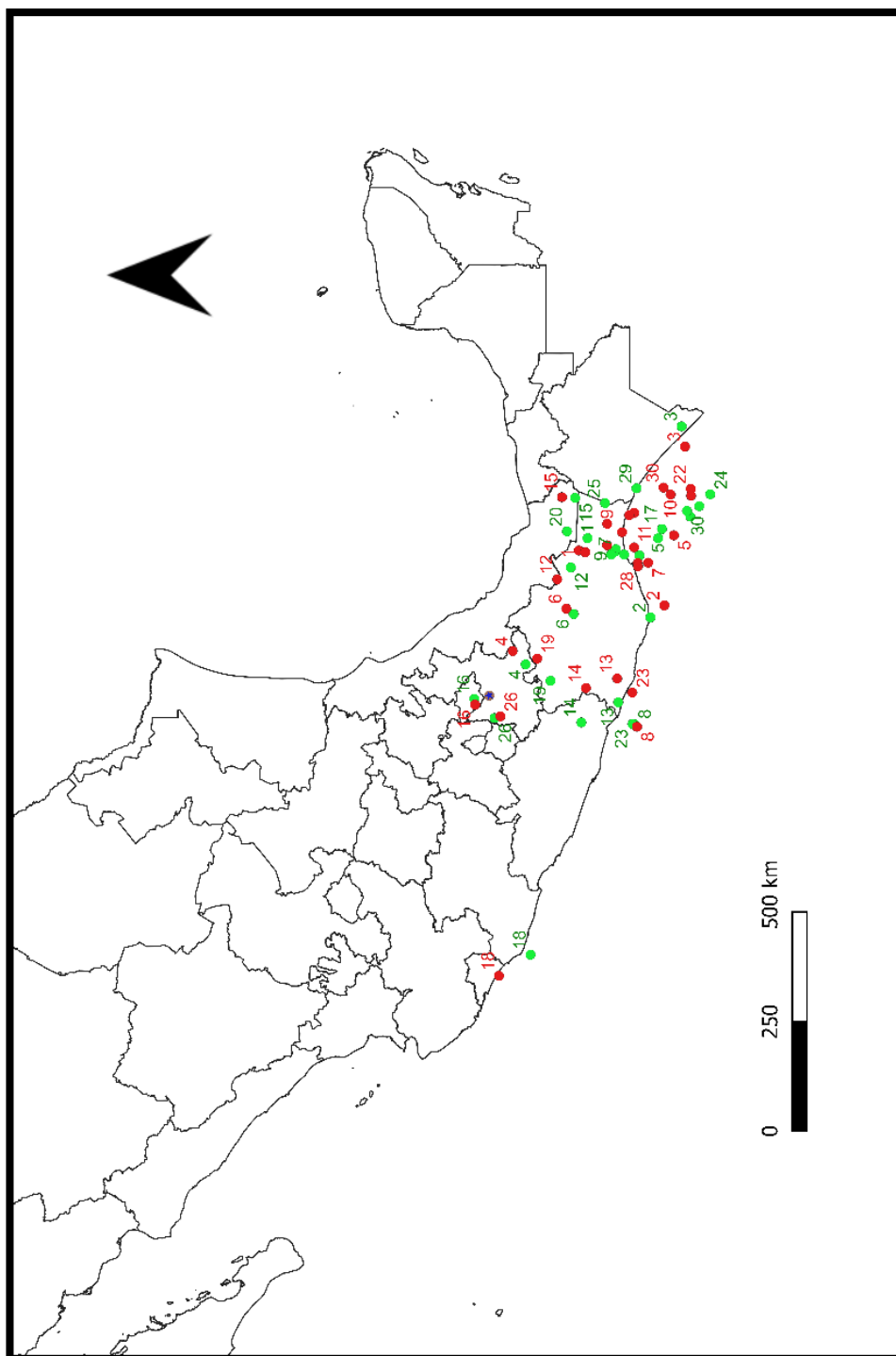


Figura 4.6. Se observan los 46 epicentros calculados (rojo) en los que la desviación con respecto a los reportados por el SSN (verde).

El método Galitzin es útil para obtener una aproximación de la dirección o rumbo del epicentro y no la ubicación real, por lo que sus limitaciones, combinadas con la influencia de los niveles de ruido sísmico en las lecturas del algoritmo de SEISAN, provocan una gran diferencia en la obtención de la latitud y la longitud de los epicentros (Figura 4.7).

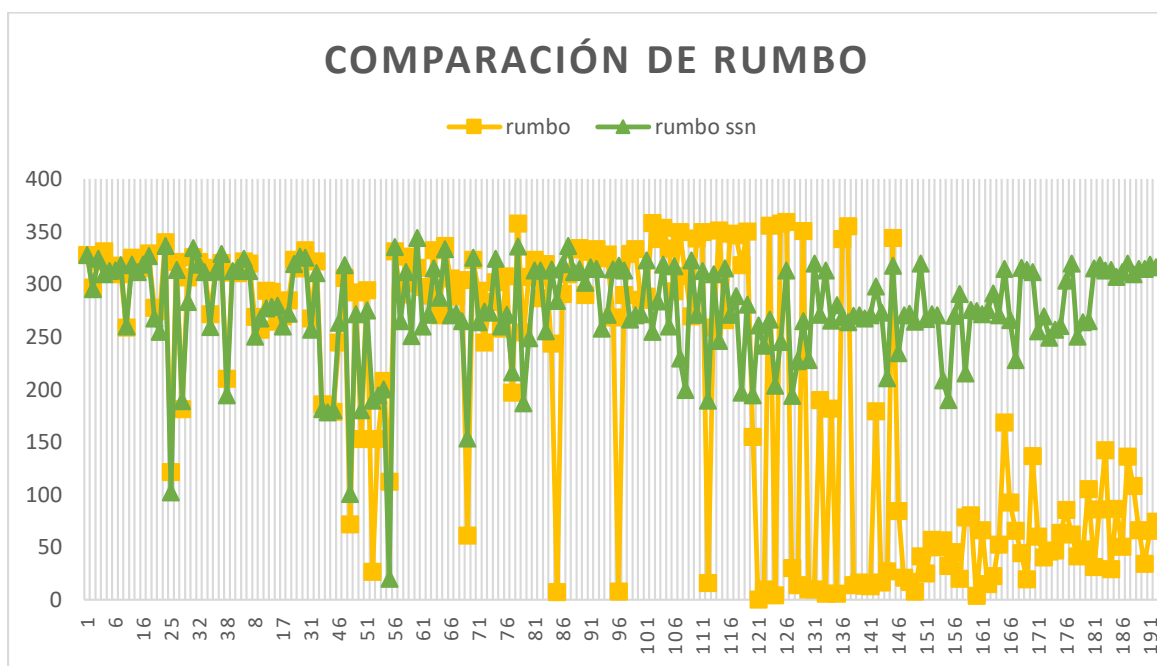


Figura 4.7. Comparación entre rumos oficiales y calculados.

El catálogo completo de eventos se encuentra en el Anexo IV; sin embargo, en el cálculo de magnitud no se presentó una gran diferencia o desviación con respecto a las reportadas por el Servicio Sismológico Nacional.

En el análisis de las distancias y magnitudes de los 30 sismos obtenidos, se permite establecer un antecedente en el que, con los niveles de ruido encontrados, es posible encontrar y calcular parámetros de fuente de eventos a partir de una relación entre la magnitud y distancia epicentral (figura 4.8). Esto favorece la identificación y el cálculo de eventos de años posteriores a 2018. Se encontró que la magnitud mínima medible es de 3.5 dentro de un radio de 51 km de la estación FI-BUAP. Para una magnitud de 4, es posible hacer mediciones a una distancia de

108 km; de magnitud 4.1, a 299 km; de magnitud 4.3, a 334 km; de magnitud 4.4, a 478 km y de magnitud 4.6, a 612 km.

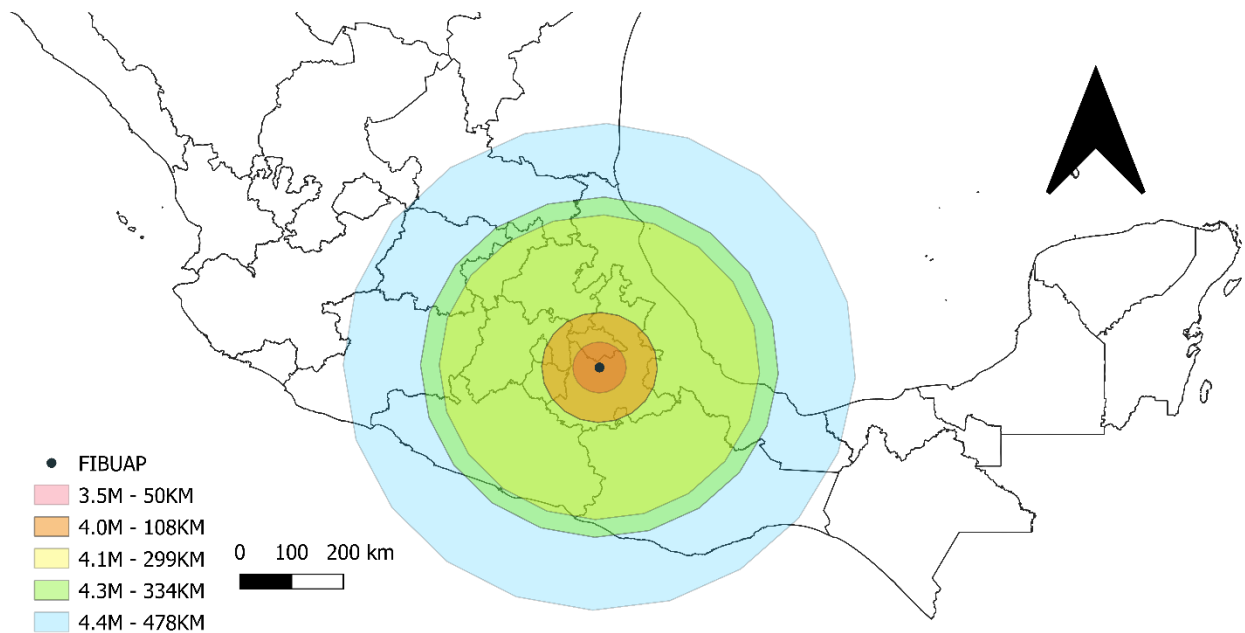


Figura 4.8. Relación entre distancias y magnitudes calculadas en la estación FI-BUAP.

Conclusiones

A partir de los estudios basados en el trabajo de Peterson (1993) hechos en la estación FI-BUAP para el año 2018, se puede concluir que los niveles de ruido encontrados están lejos de ser idóneos y aceptables. Dentro de la variación diurna, existe un intervalo de tiempo que va de las 9:00 de la noche de un día a las 7:00 de la mañana del día siguiente, cuando la mayoría de las curvas de ruido permanece dentro de las curvas propuestas por Peterson (NMHM).

El origen de los niveles encontrados se debe principalmente a las propias actividades de la Facultad de Ingeniería y las zonas que lo rodean, como lo son el tránsito de personas y vehículos, el movimiento de edificios y árboles, la maquinaria y los trabajos de construcción como la torre de rectoría realizadas ese año en Ciudad Universitaria. Afectan también las condiciones y localización de la estación debido al escaso aislamiento en la construcción en la que se encuentran los sensores. El espectro de potencia del ruido sísmico presente en la estación coincide con el mismo patrón de los sismos locales y sobresalen en la misma banda de periodos que va de 0.1 a 1 segundos, siendo más pronunciado en las componentes horizontales. Otra fuente principal de ruido relevante corresponde a una banda de periodo largo se puede relacionar con los árboles y con edificaciones que se encuentran cerca de la estación.

Los niveles de ruido sísmico no cumplen con los parámetros establecidos por Peterson y sobrepasan la curva de ruido alto (1993), para mejorar la calidad de los sismogramas es fundamental disminuir los niveles de ruido captados mediante la reubicación con un estudio previos. De no ser viable económicamente, se recomiendan las opciones tanto de mejorar las condiciones y el aislamiento de los sensores como de ubicarlos a una profundidad mayor dentro de la misma estación. También se recomienda cambiar el actual sensor por uno de menor sensibilidad que lo haga más idóneo para ser utilizado en una zona con altos niveles de ruido antropogénico.

Del total de sismos calculados, el tiempo más favorable calcular los parámetros de fuente de eventos ocurridos durante la noche y la madrugada, pero no es decisivo para tener resultados idóneos por el ruido sísmico presente aún en estas horas; también es posible obtener parámetros de fuente en horas de mayor actividad antropogénica principalmente a la hora de obtener la magnitud que no presenta una gran diferencia respecto a las reportadas por el SSN.

Con los sismos detectados y calculados se puede establecer una relación entre la distancia y la magnitud medible con los niveles de ruido actuales. Un evento de 3.5 fue el de menor magnitud al que fue posible asignar parámetros de fuente a una distancia de 51 km de la estación FI-BUAP. Para un evento de magnitud 4, se obtuvo parámetros hasta una distancia de 108 km; para otro evento de magnitud 4.1, hasta 299 km; de magnitud 4.3, hasta 334 km y de magnitud 4.4, hasta 478 km. Esta relación entre magnitudes y distancias permitirá ahorrar tiempo en la detección de los sismos dentro del catálogo reportado por el SSN y que, con ayuda la variación diurna de los niveles de ruido sísmico, permitirá discriminar los eventos captados cuyas opciones de obtener parámetros sean cercanas a los oficiales.

Referencias

- Aki, K. y Richards, P. (2009). *Quantitative Seismology*. University Science Books.
- Bormann, P. (2002). "Seismic Signals and Noise". En P. Bormann (ed.) en *New manual of seismological observatory practice* (vol. 1, pp. 1-62). GeoForschungsZentrum Potsdam.
- Bormann, P., Baumbach, Bock, M., Grosser, G., Choy, H. y Boatwright, J. (2002). Seismic Sources and Source Parameters en P. Bormann (ed.), *New manual of seismological observatory practice* (vol. 1, pp. 1-259). GeoForschungsZentrum Potsdam.
- Cooley, J. y Tukey, J. (1965). An algorithm for machine calculation of complex Fourier series. *Math. Comp.* 19(90), 297-301.
- Coward, D., Turner, J., Blair, D. y Galybin, K. (2005). Characterizing seismic noise in the 2–20 Hz band at a gravitational wave observatory. *Review of Scientific Instruments*, 76(4). <<https://doi.org/10.1063/1.1876952>>.
- Esquivel Mendiola, L. I. (2018). Tipo de Magnitudes [Diapositivas de Power Point]. Servicios Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM:
- Fielding, H. (1910) *The Mechanics of the Earthquake, The California Earthquake of April 18, 1906, Report of the State Investigation Commission* (vol.2). Carnegie Institution of Washington.
- Havskov, J. y Alguacil, G. (2002). *Instrumentation in earthquake seismology*. University of Bergen and University of Granada.
- Kanamori, H. (1983). Magnitude scale and quantification of earthquakes. *Tectonophysics*, 93, 185-199.
- Lay, T., y Wallace, T. (1995). *Modern global seismology*. Academic Press.
- Lee, W., Bennet, R. y Meagher, K. (1972). *A method of estimating magnitude of local earthquakes from signal duration*. U.S. Geological Survey.
- McNamara, D. y Boaz, R. (2005). *Seismic Noise Analysis System Using Power Spectral Density Probability Density Functions: A Stand-Alone Software Package*. U.S. Geological Survey.
- ____ y Buland, P.R. (2004). Ambient Noise Levels in the Continental United States. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 94(4), 1517-1527.
- Nava, A. (1998). *Terremotos* (3a ed.). Fondo de Cultura Económica.

- Oppenheim, A. y Willsky, A. (1998). *Señales y sistemas* (2a ed.). Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Pavón, V. (1998). *Los temblores de tierra, el poder destructivo de los sismos y volcanes*. Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, AC.
- Peterson, J. (1993). *Observations and modeling of seismic background noise*. US Geological Survey.
- Plesinger, A., Zmeskal, M. y Zednik, J. (1995). *PREPROC - Software for automated preprocessing of digital data*. NEIC Golden/FI.
- Real, J. (2010) *Caracterización de niveles de ruido en estaciones sismológicas del Proyecto MASE* [tesis de Licenciatura, UNAM].
- Servicio Sismológico Nacional (2018). Los sismos y sus registros [Diaspositivas de Power Point]. Instituto de Geofísica, UNAM.
- Servicio Sismológico Nacional (2023). *Catálogo de sismos*. Servicio Sismológico Nacional. <<http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/>>, <<https://doi.org/10.21766/SSNMX/SN/MX>>.
- Shearer, P. (2009). *Introduction to Seismology*. Cambridge University Press.
- Stein, S. y Wysession, M. (2003). *An introduction to seismology, earthquakes, and earth structure*. Blackwell Pub.
- Torres, L. (2010). *Efectos de sitio observados en estaciones acelerográficas de la ciudad de Puebla* [tesis de licenciatura, UNAM].
- Udías A. y Mezcuá J. (2006). *Fundamentos de Geofísica*. Alianza Editorial.
- Ugent University. (s.f.). Soft tissue characterization. Recuperado el 1 de febrero, 2024, de [Soft tissue characterization — Institute of Biomedical Engineering and Technology \(IBiTech\) — Ghent University \(ugent.be\)](#)

Anexo I

Intervalo de muestreo

Para digitalizar una señal se debe elegir un intervalo de muestreo, definirá si es parecida a la original, se obtiene multiplicando con serie de impulso de Dirac en una distancia constante que es el intervalo de muestreo,

Para obtener el intervalo optimo se debe buscar que

$$T_n = \frac{1}{2f_c}$$

Donde T_n es la frecuencia de Nyquist y f_c la frecuencia de corte de la función a discretizar.

Anexo II

Código de MATLAB

```
window=150
%%%%%% COMPONENTE VERTICAL
a=load('componentevertical1.txt');
b=load('componentevertical2.txt');
ver=[a;b];
v=ver*(2.870*10^-6)/798;
mv=mean(v);
n=length(ver);
dt=1/200;
t=(0:n-1)*dt;
vc=v-mv;
x=vc ;
c=fix(n/2);
y=dt*fft(x);
df=1/(n*dt);
f=(0:c-1)*df;
w3=2*pi*f;
Tz=1./f;
ampi=abs(y(1:c,:));
ampi2=ampi.^2;
PSDnamz=ampi2*(1/(n*dt));
namz = smoothdata(PSDnamz,'movmedian',window);
%%%%%%%%%%%%COMPONENTE NORTE
a=load('componentenorte1.txt');
b=load(' componentenorte2.txt');
norte=[a;b];
no=norte*(2.870*10^-6)/792;
mn=mean(norte);
n=length(norte);
dt=1/200;
t=(0:n-1)*dt;
nc=no-mn;
x=nc ;
c=fix(n/2);
y=dt*fft(x);
df=1/(n*dt);
f=(0:c-1)*df;
w3=2*pi*f;
Tn=1./f;
ampi=abs(y(1:c,:));
ampi2=ampi.^2;
PSDnamn=ampi2*(1/(n*dt));
namn = smoothdata(PSDnamn,'movmedian',window);
%%%%%%%%%%%%COMPONENTE ESTE
a=load('componenteeste1.txt');
b=load('componenteeste2.txt');
este=[a;b];
el=este*(2.870*10^-6)/792;
me=mean(este);
n=length(este);
dt=1/200;
t=(0:n-1)*dt;
```

```

ec=el-me;
x=ec ;
c=fix(n/2);
y=dt*fft(x);
df=1/(n*dt);
f=(0:c-1)*df;
w3=2*pi*f;
Te=1./f;
ampi=abs(y(1:c,:));
ampi2=ampi.^2;
PSDname=ampi2*(1/(n*dt));
name = smoothdata(PSDname,'movmedian',window);

figure(1)
semilogx(Tz,10*log10(namz),'b','Displayname','3 de abril')
hold on

figure(2)
semilogx(Tn,10*log10(namn),'b','Displayname','3 de abril')
hold on

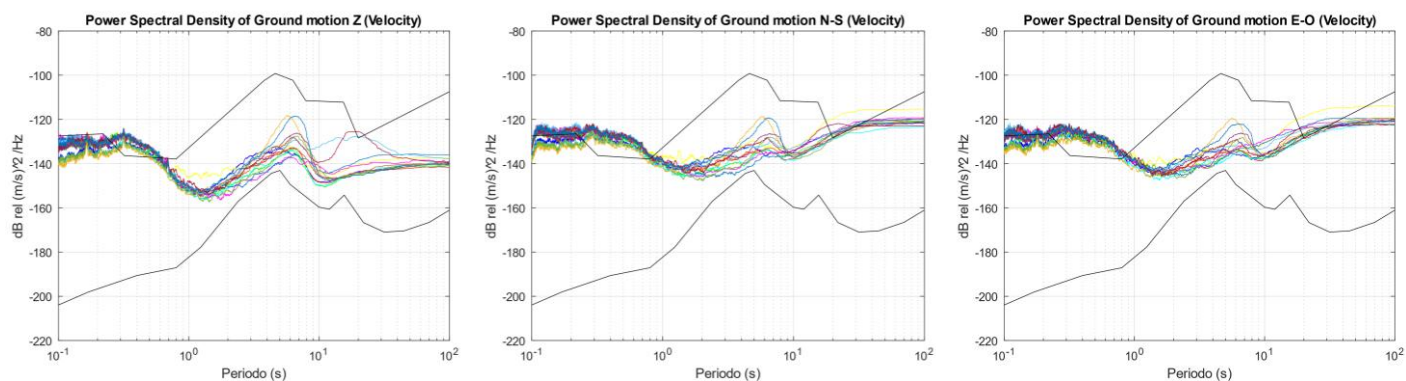
figure(3)
semilogx(Te,10*log10(name),'b','Displayname','3 de abril')
hold on

```

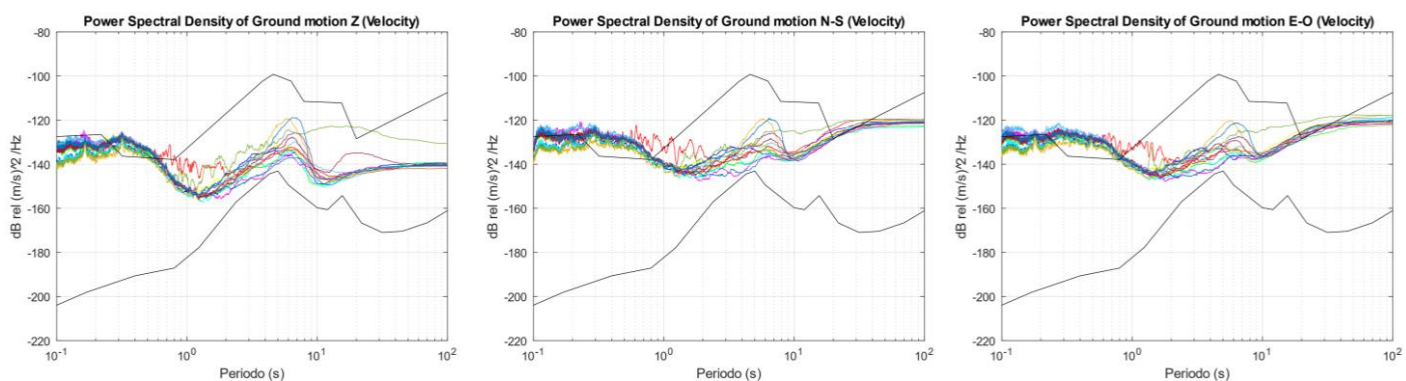
Anexo III

Enero

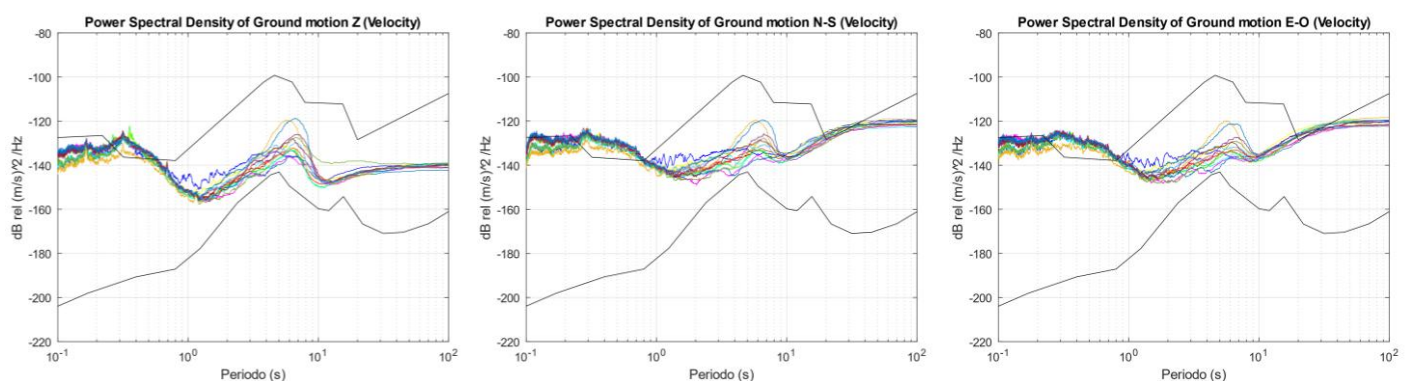
De 00:00 a 00:59 UTC



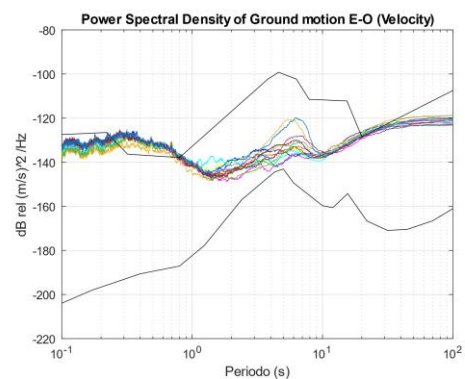
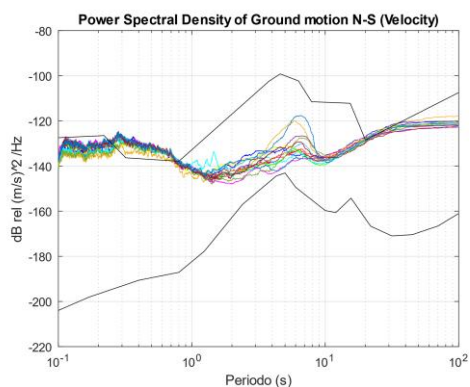
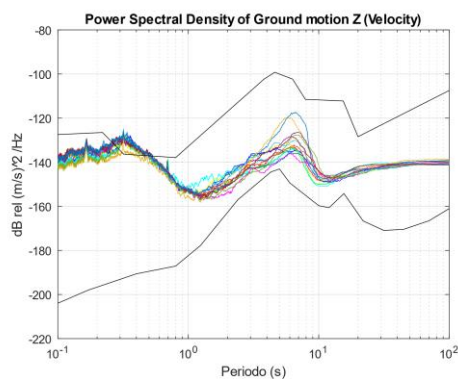
De 01:00 a 01:59 UTC



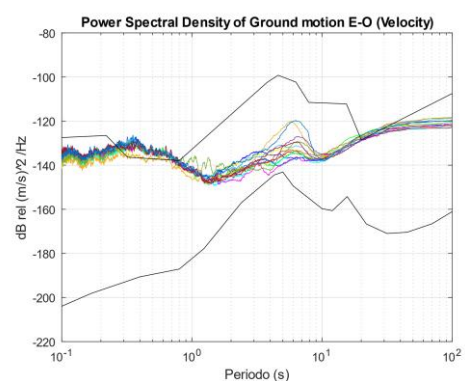
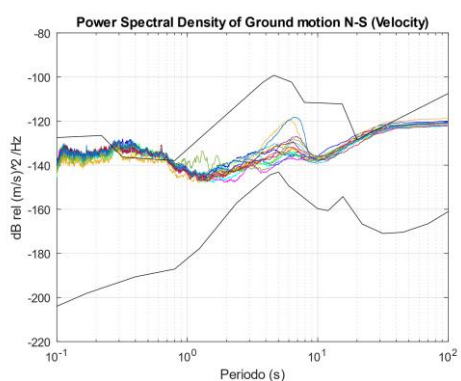
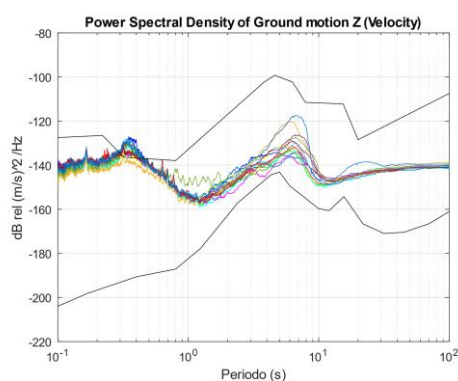
De 02:00 a 02:59 UTC



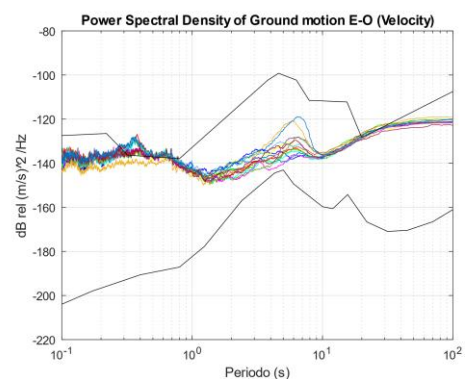
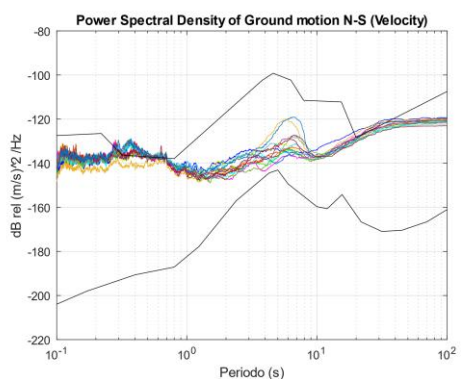
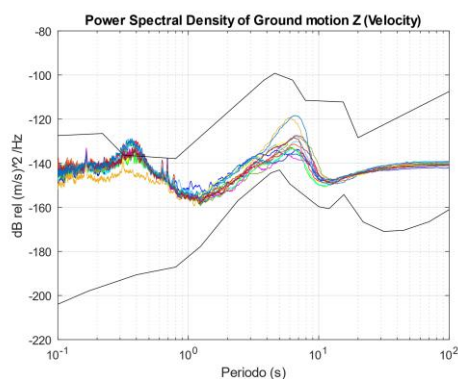
De 03:00 a 03:59 UTC



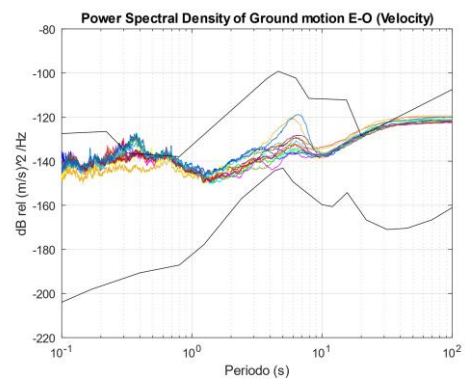
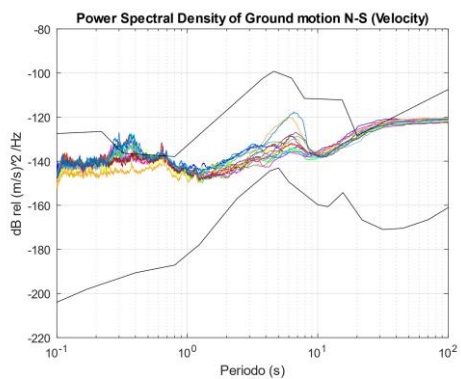
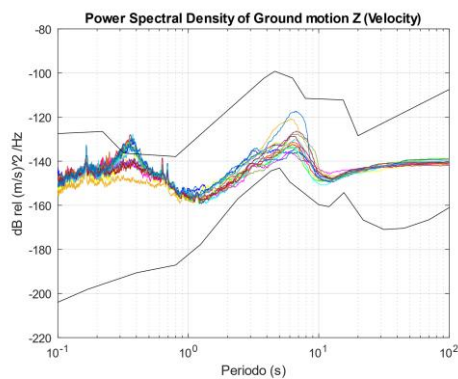
De 04:00 a 04:59 UTC



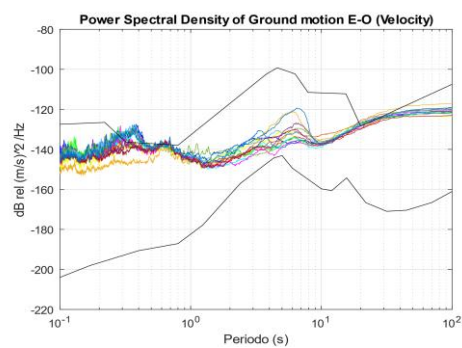
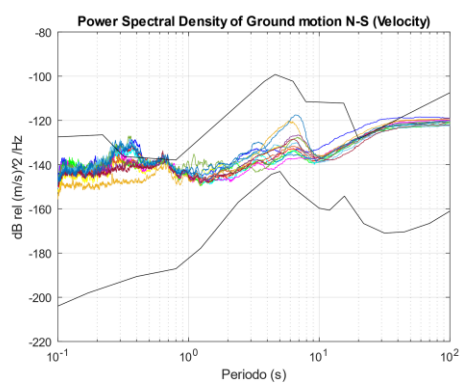
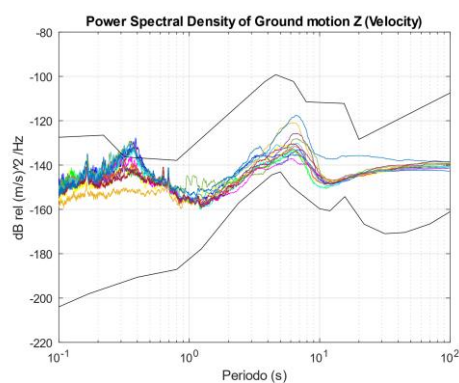
De 05:00 a 05:59 UTC



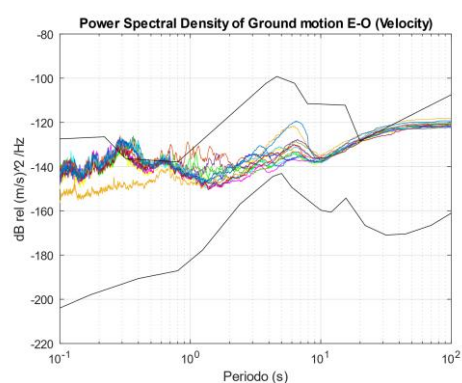
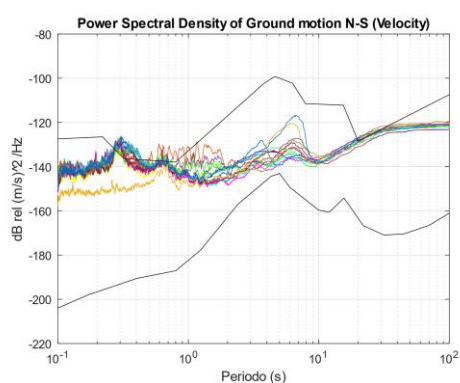
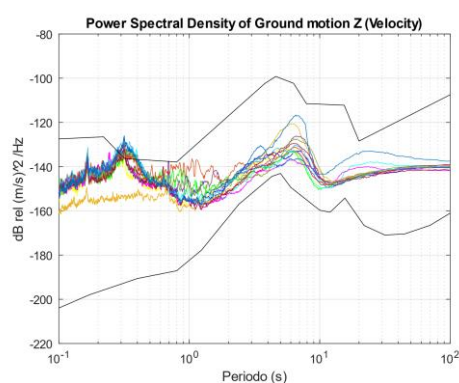
De 06:00 a 6:59 UTC



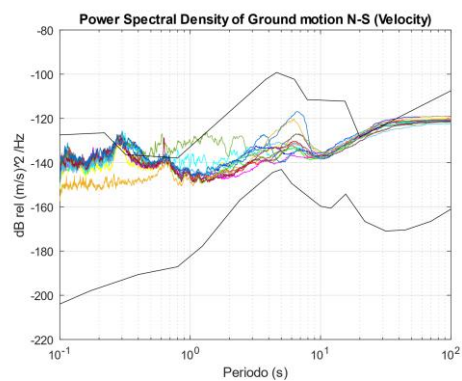
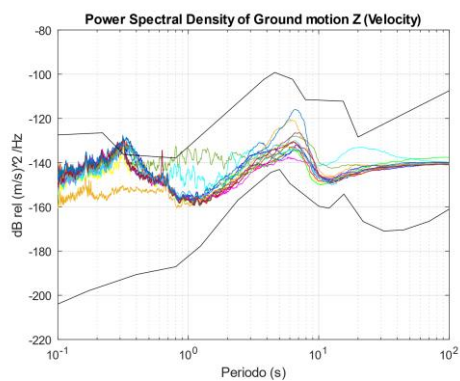
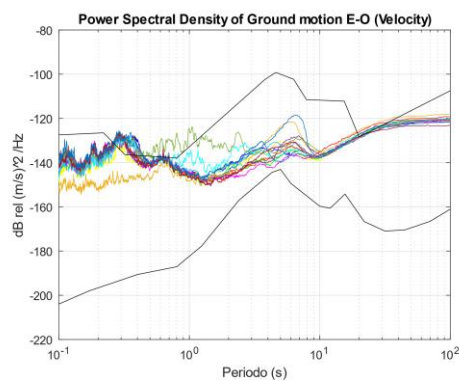
De 07:00 a 07:59 UTC



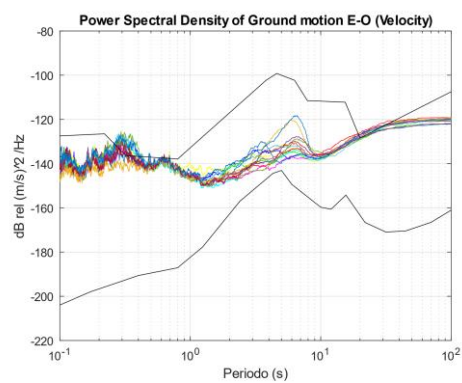
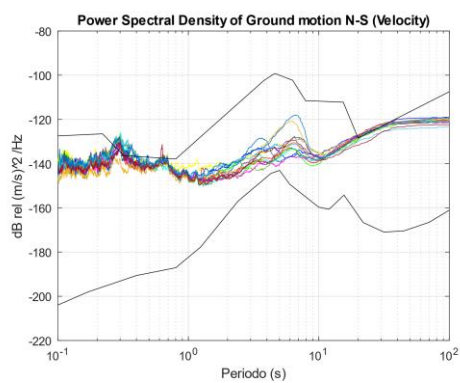
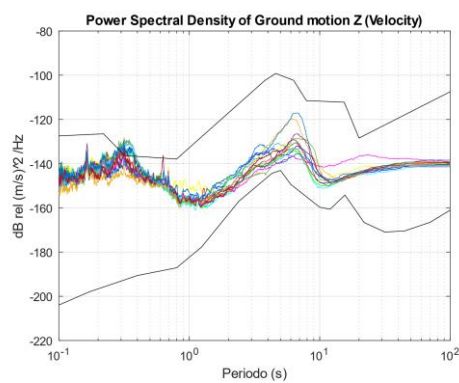
De 08:00 a 08:59 UTC



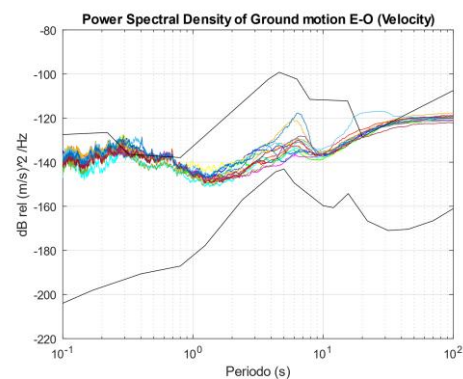
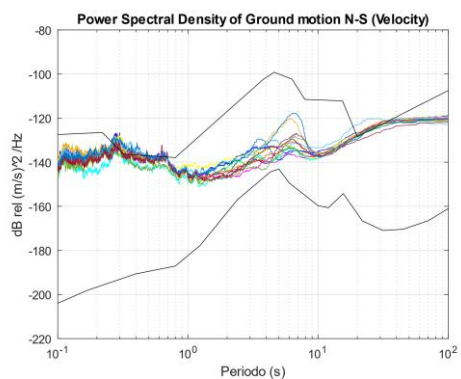
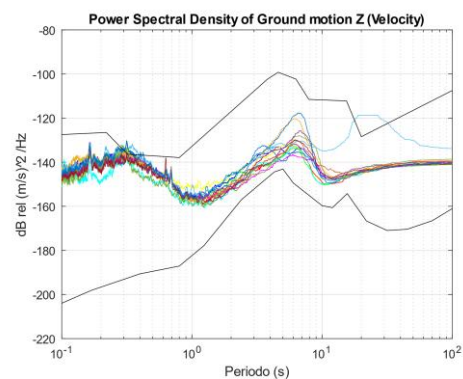
De 09:00 a 09:59 UTC



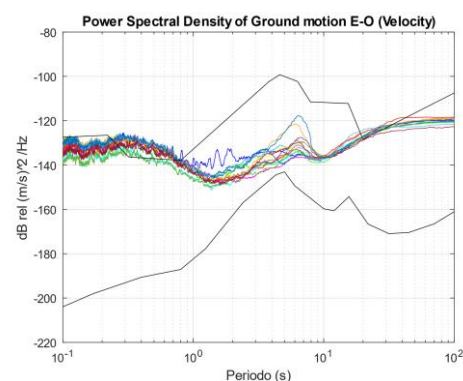
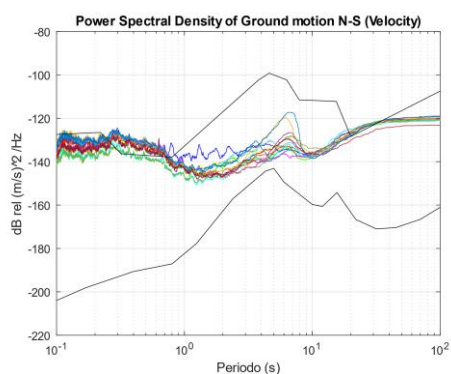
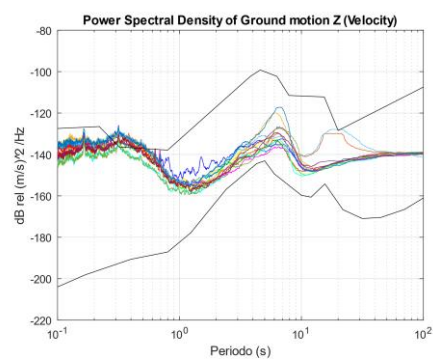
De 10:00 a 10:59 UTC



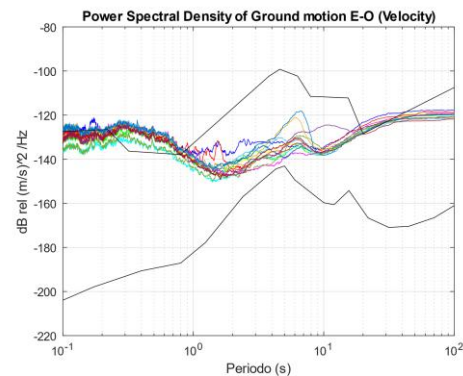
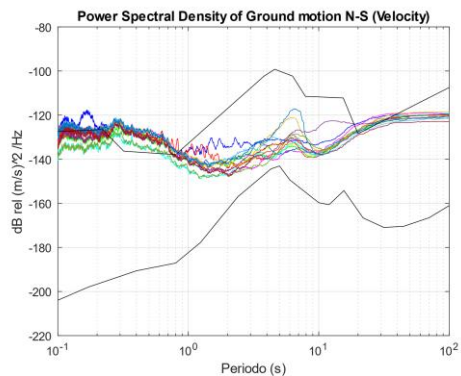
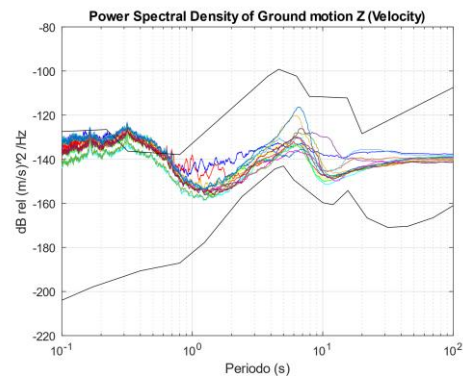
De 11:00 a 11:59 UTC



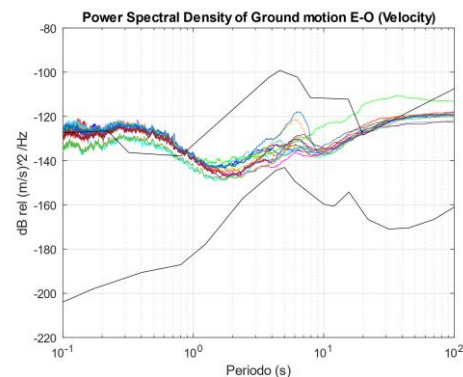
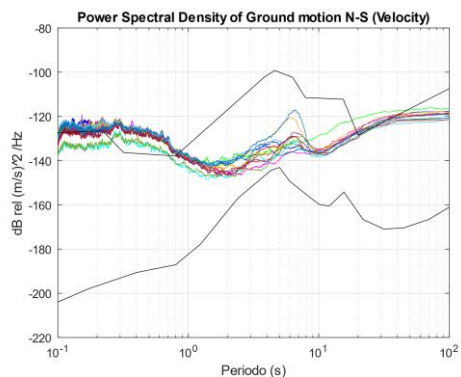
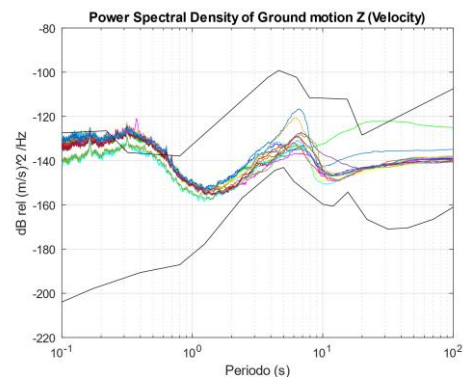
De 12:00 a 12:59 UTC



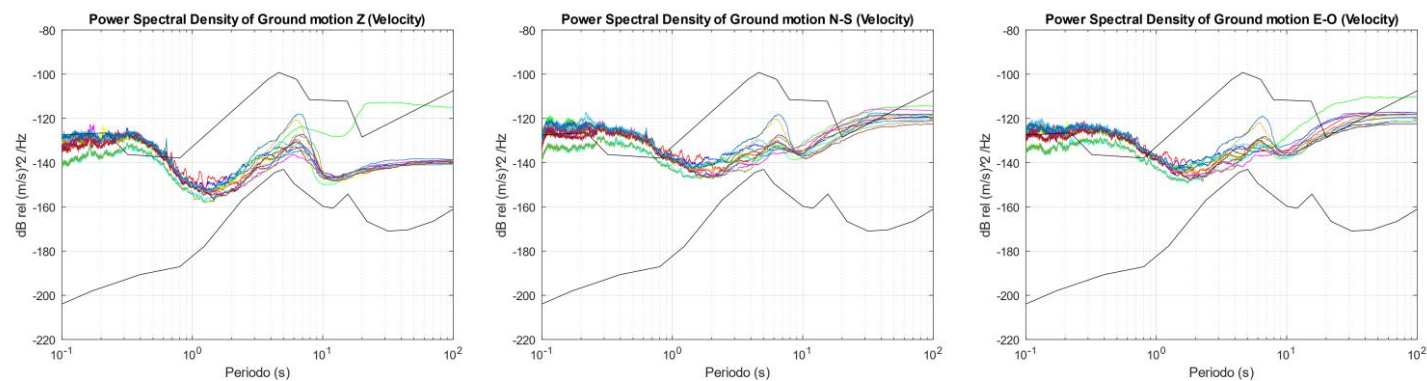
De 13:00 a 13:59 UTC



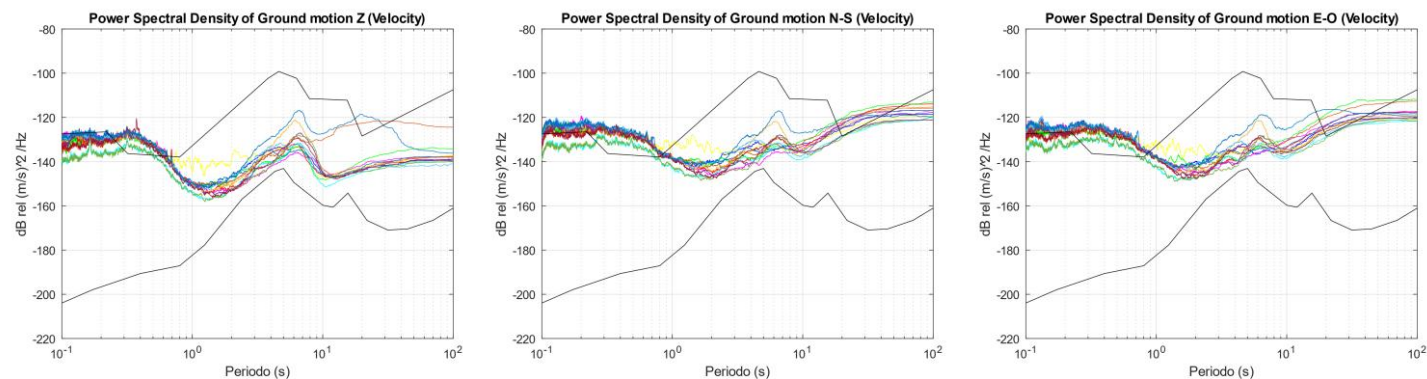
De 14:00 a 14:59 UTC



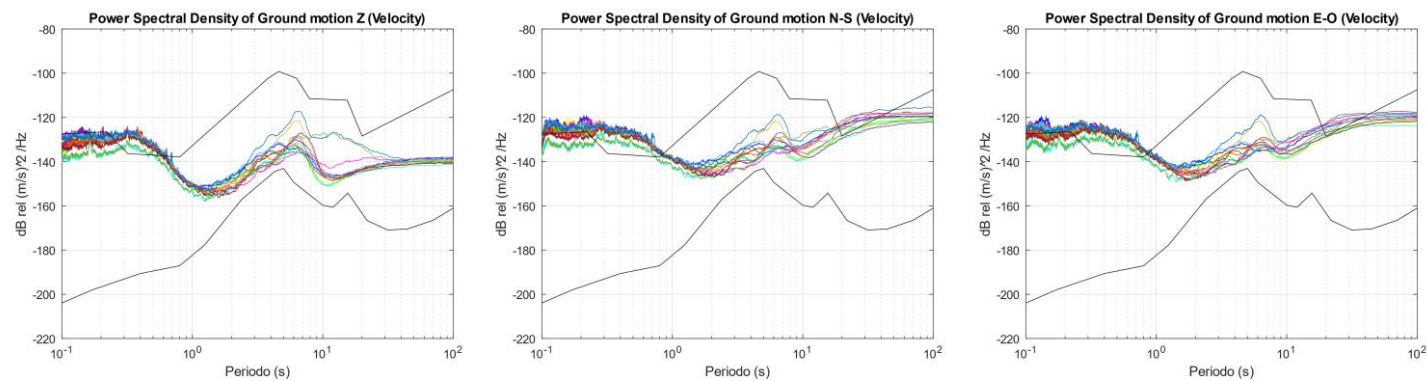
De 15:00 a 15:59 UTC



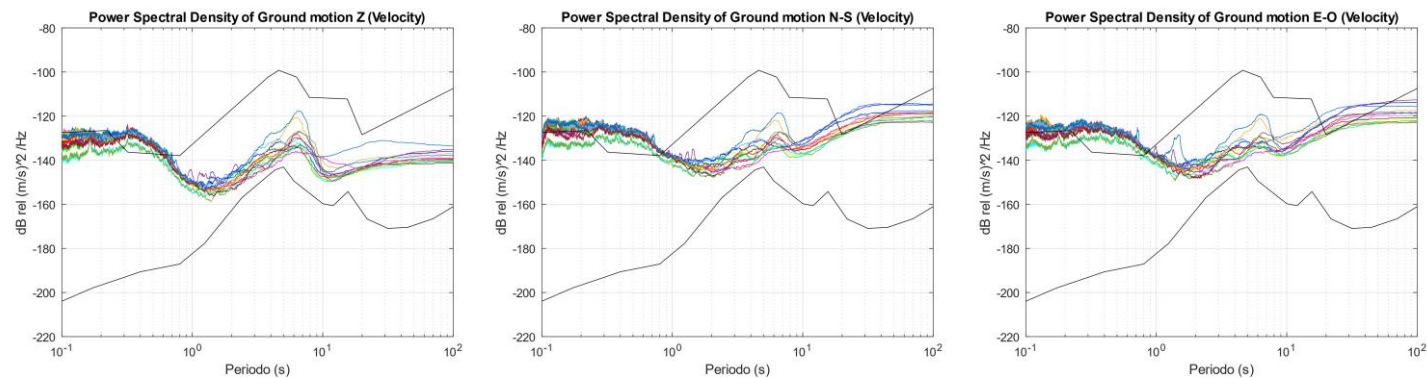
De 16:00 a 16:59 UTC



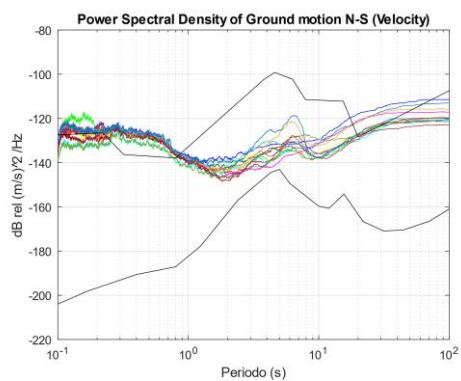
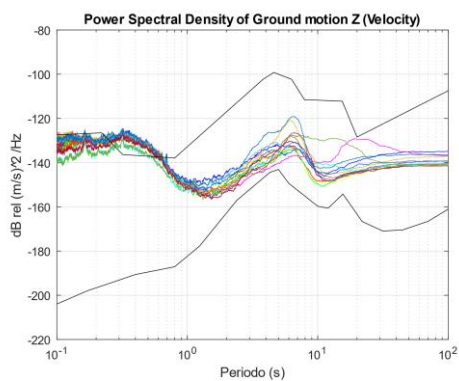
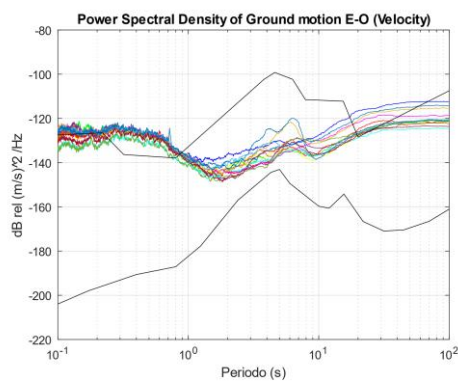
De 17:00 a 17:59 UTC



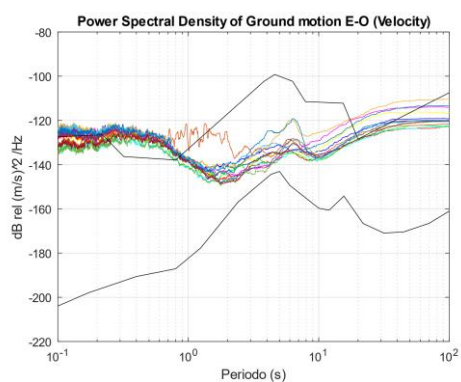
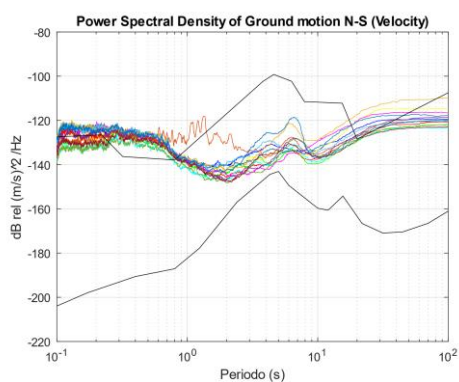
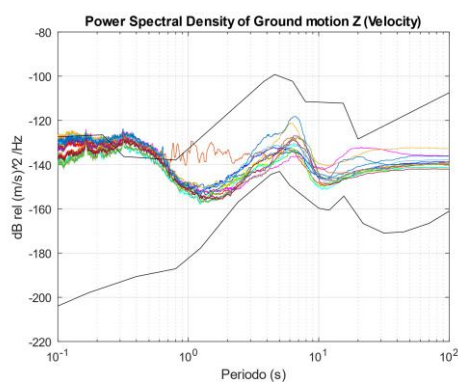
De 18:00 a 18:59 UTC



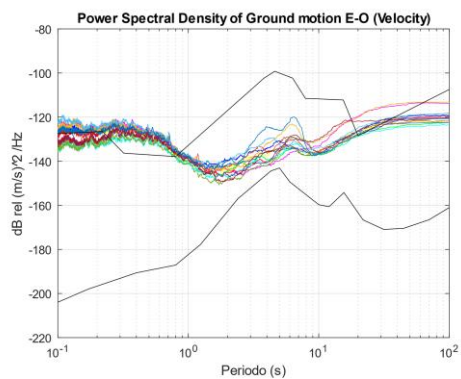
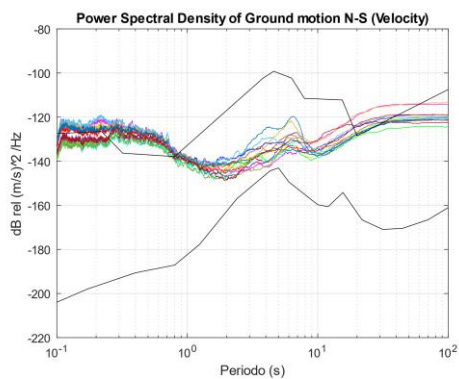
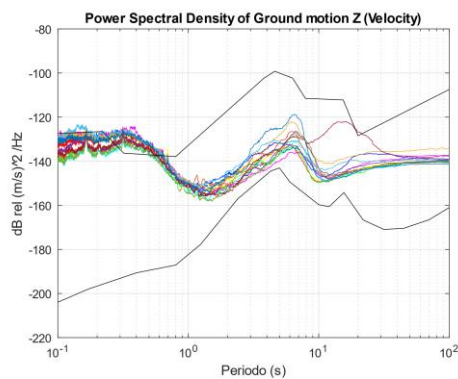
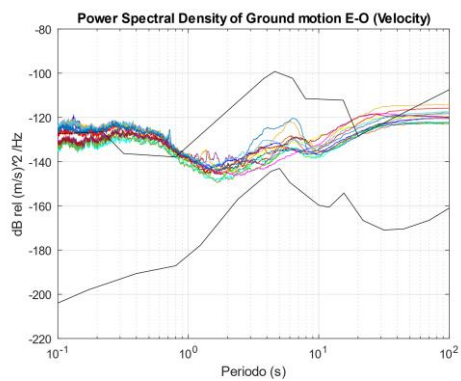
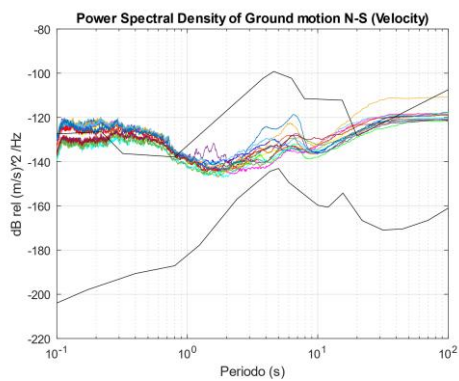
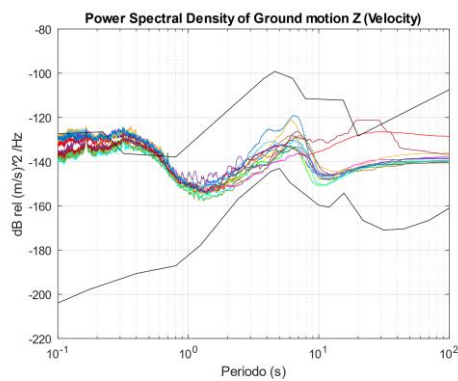
De 19:00 a 19:59 UTC



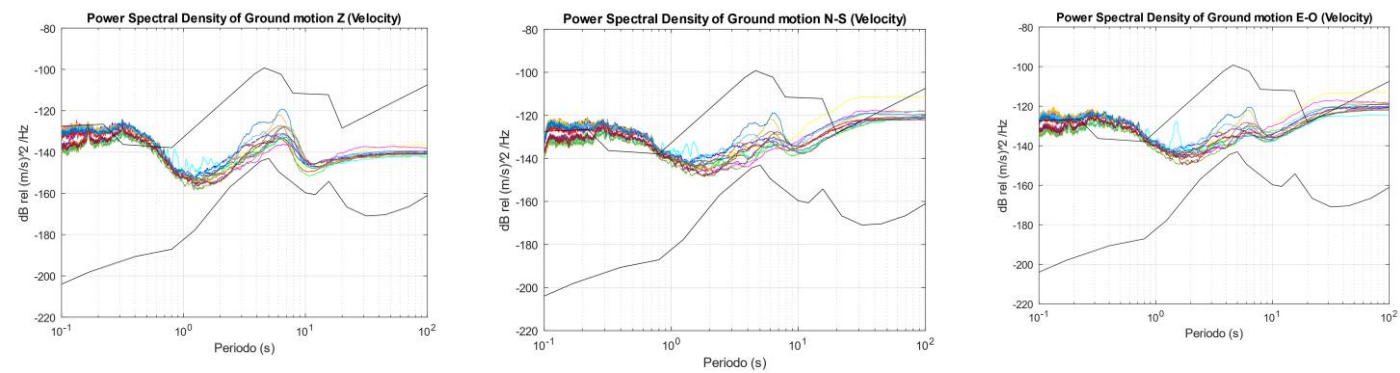
De 20:00 a 20:59 UTC



De 21:00 a 21:59 UTC

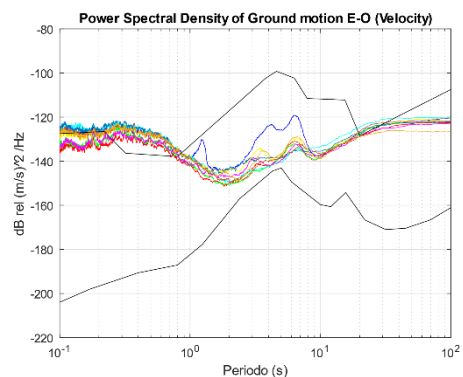
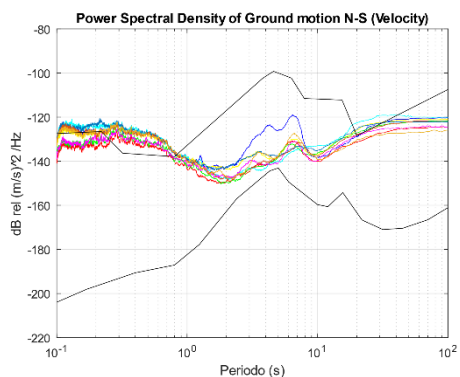
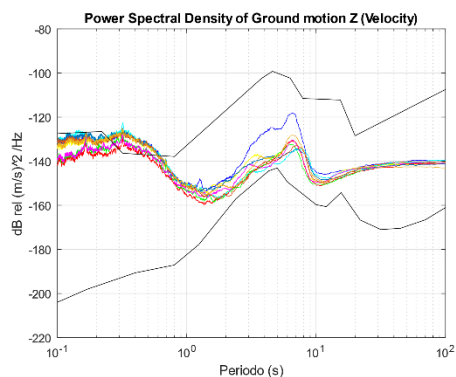


De 23:00 a 23:59 UTC

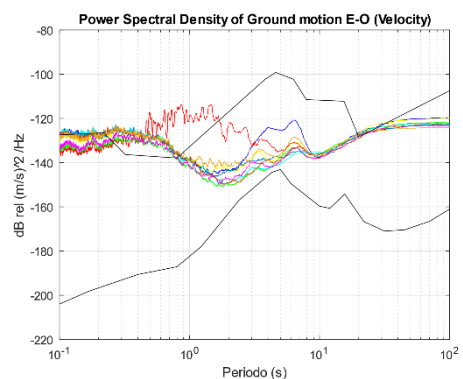
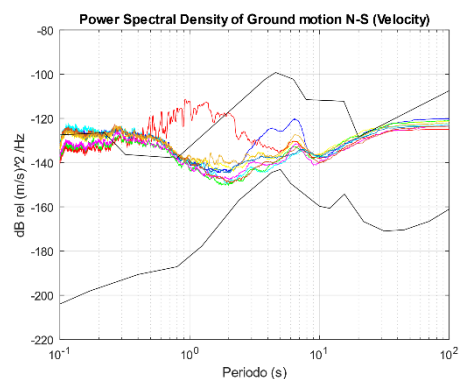
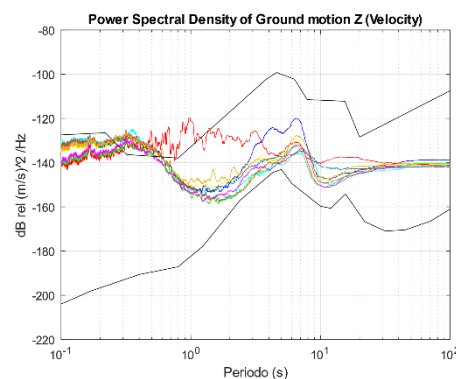


Febrero

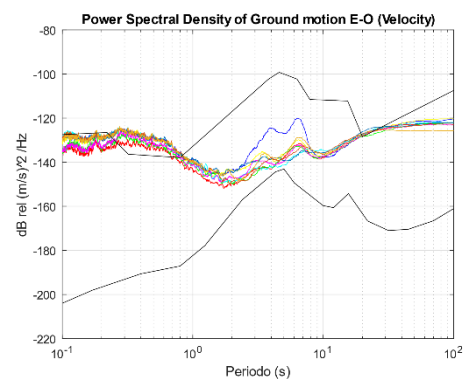
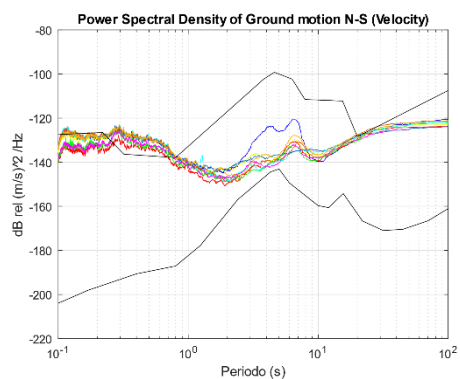
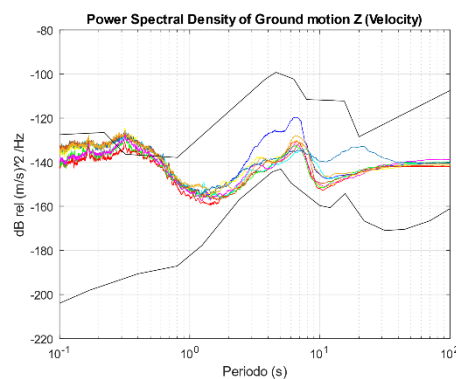
De 00:00 a 00:59 UTC



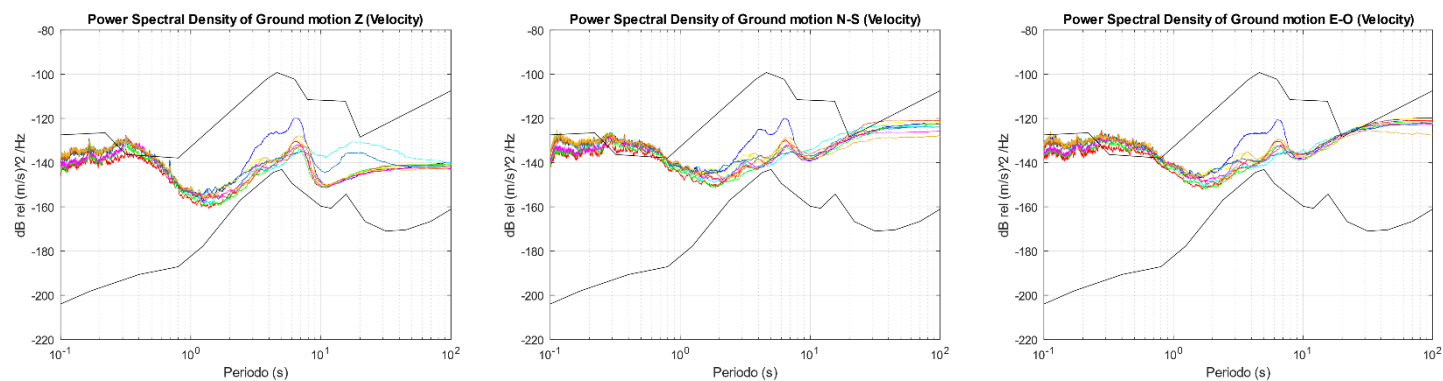
De 01:00 a 01:59 UTC



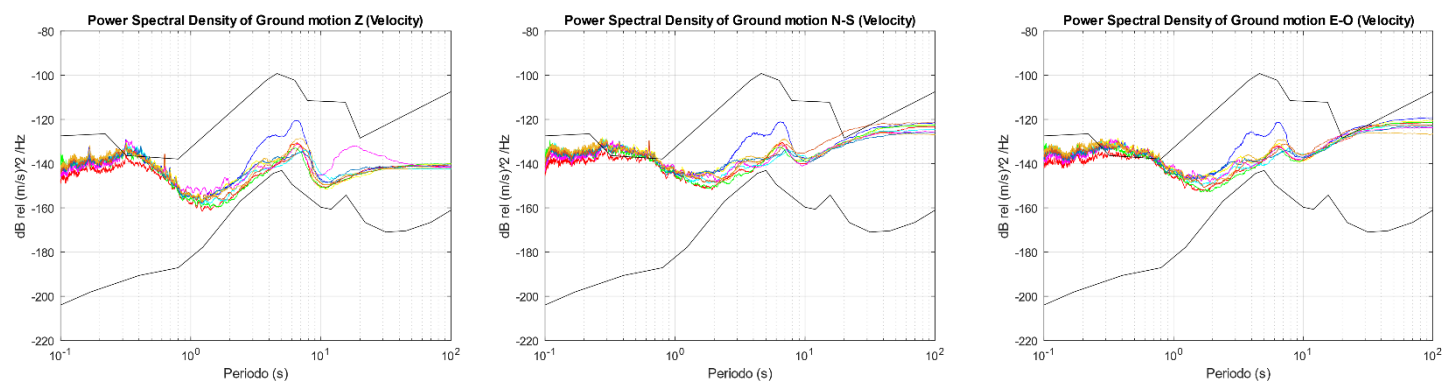
De 02:00 a 02:59 UTC



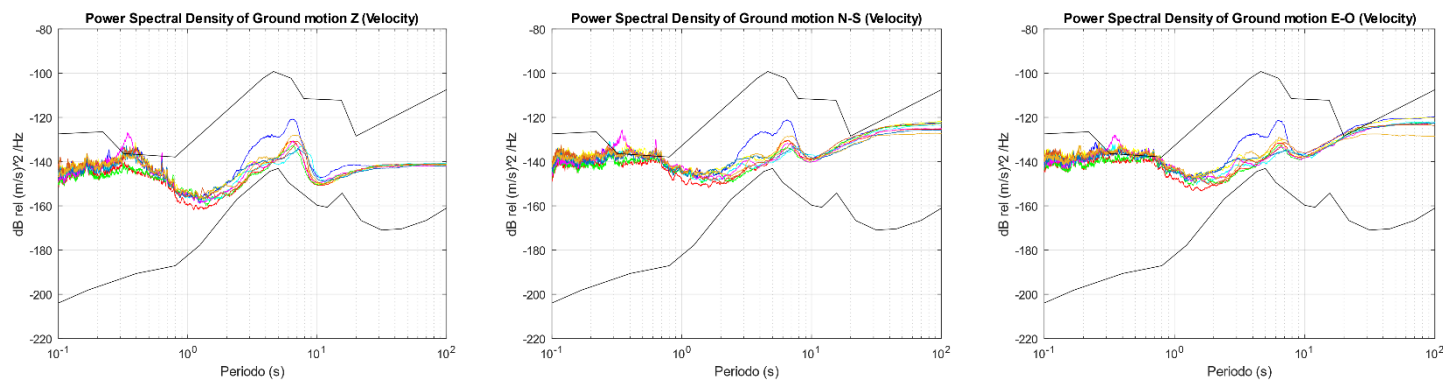
De 03:00 a 03:59 UTC



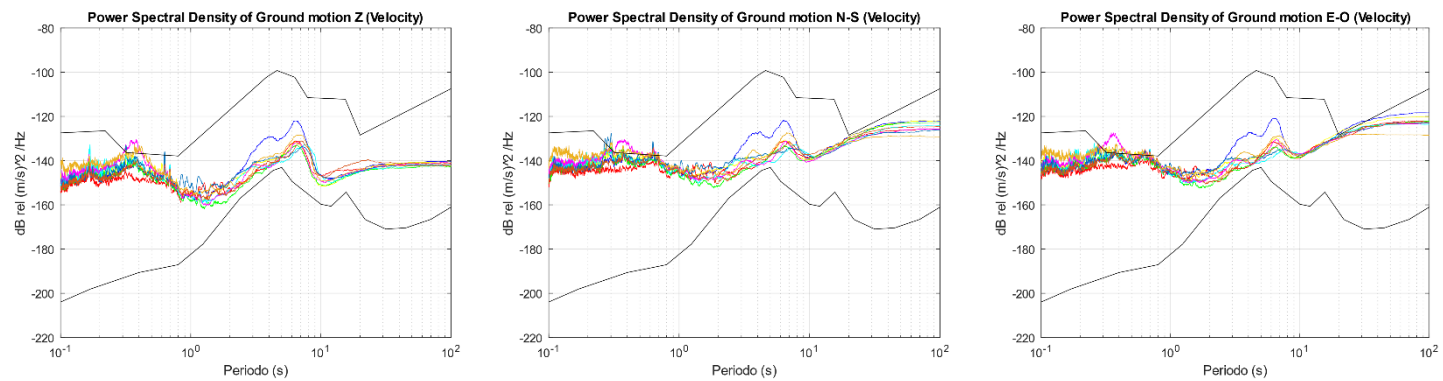
De 04:00 a 04:59 UTC



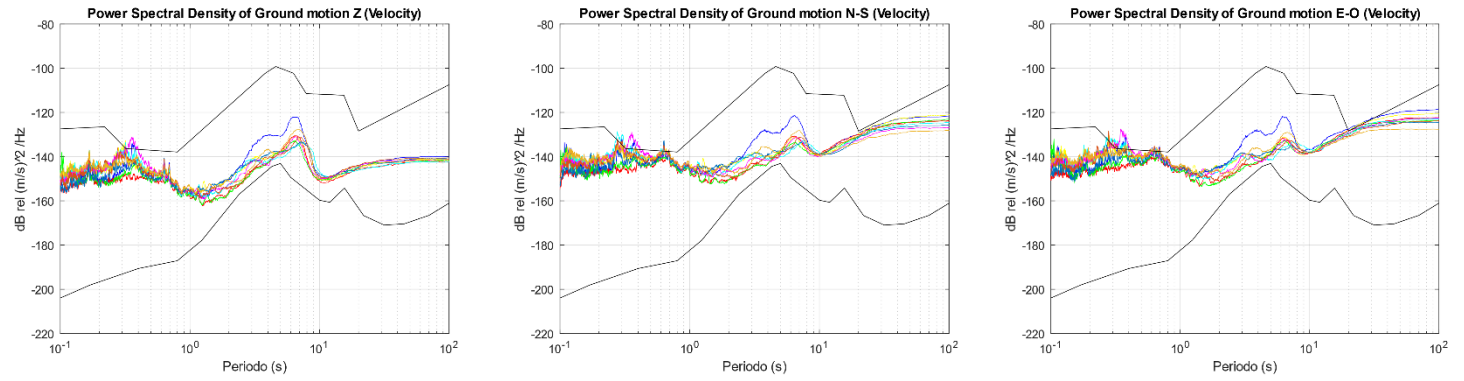
De 05:00 a 05:59 UTC



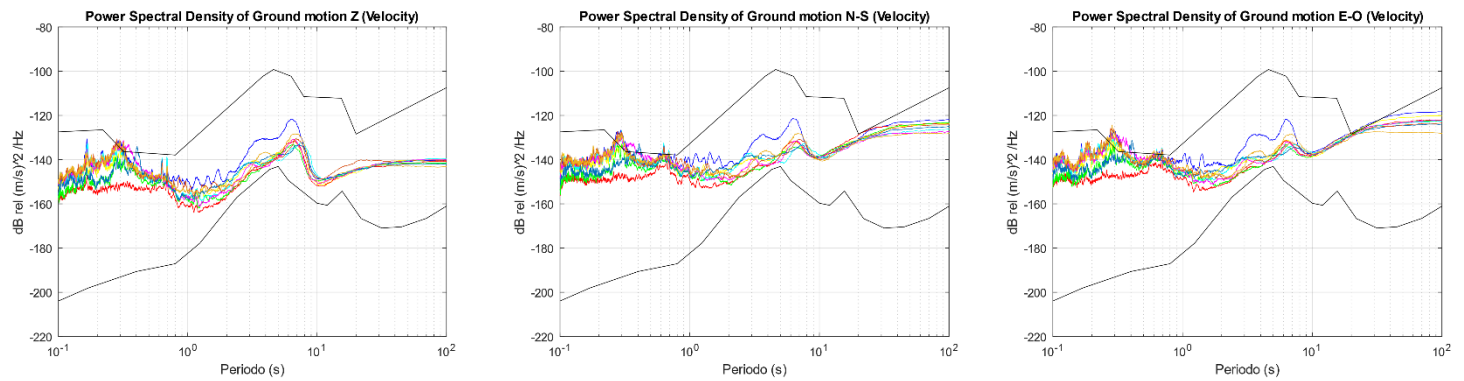
De 06:00 a 06:59 UTC



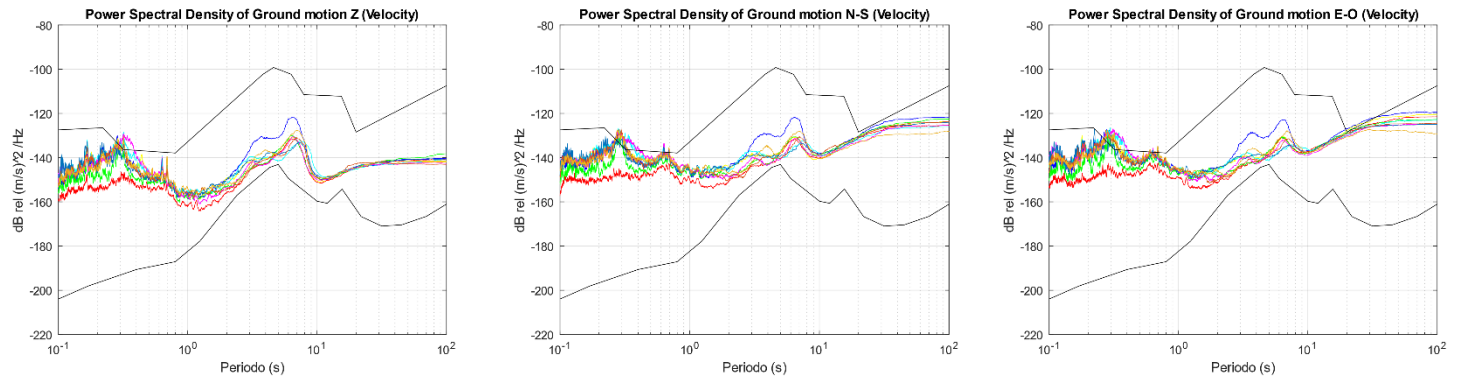
De 07:00 a 07:59 UTC



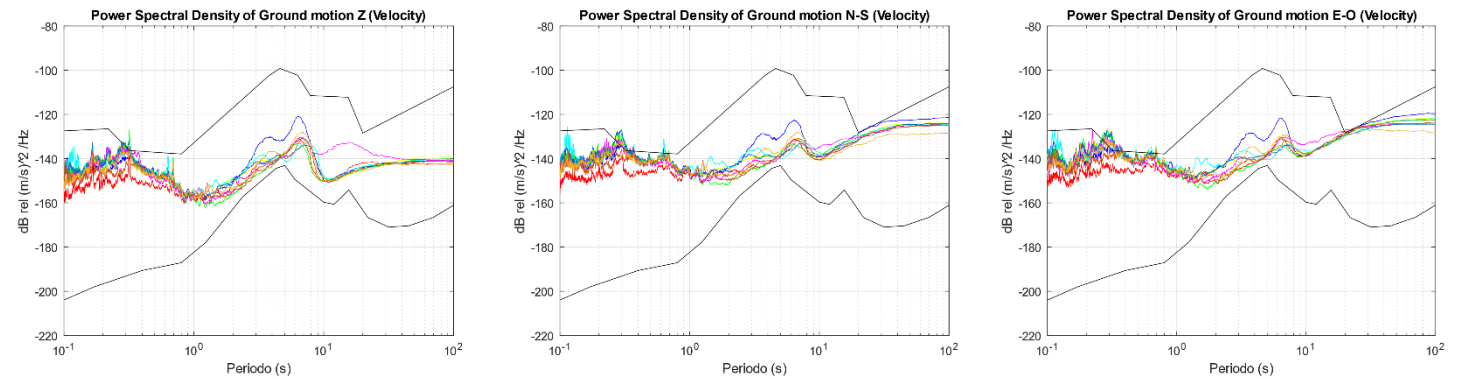
De 08:00 a 08:59 UTC



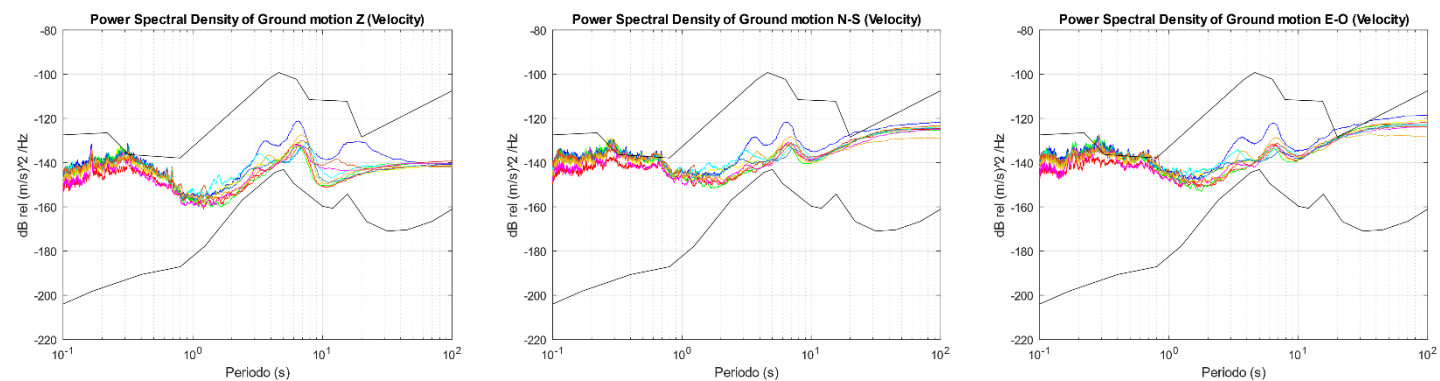
De 09:00 a 09:59 UTC



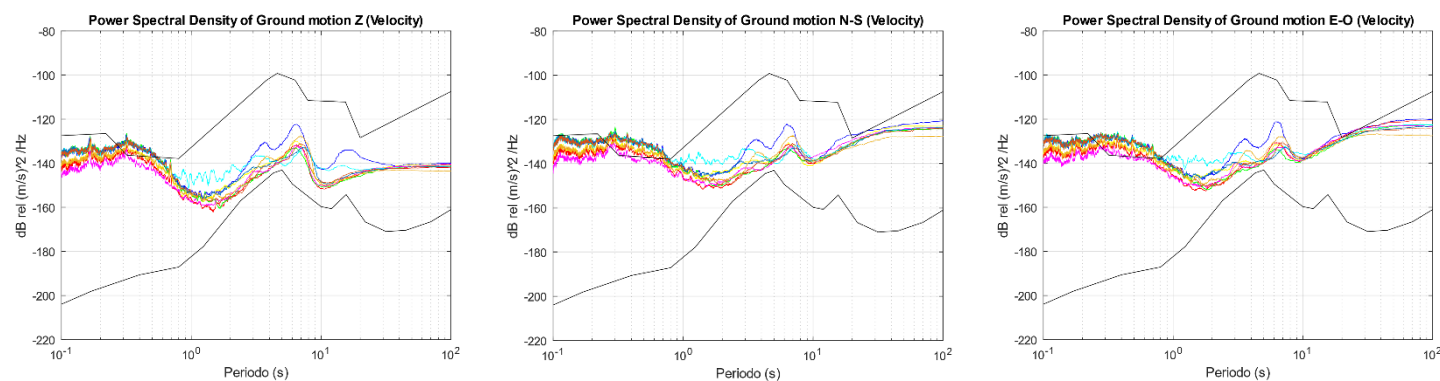
De 10:00 a 10:59 UTC



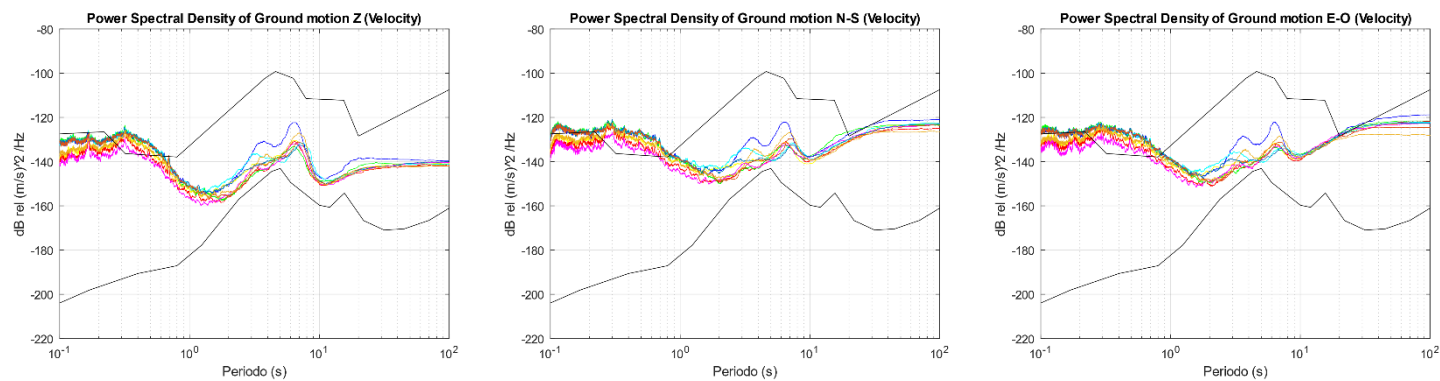
De 11:00 a 11:59 UTC



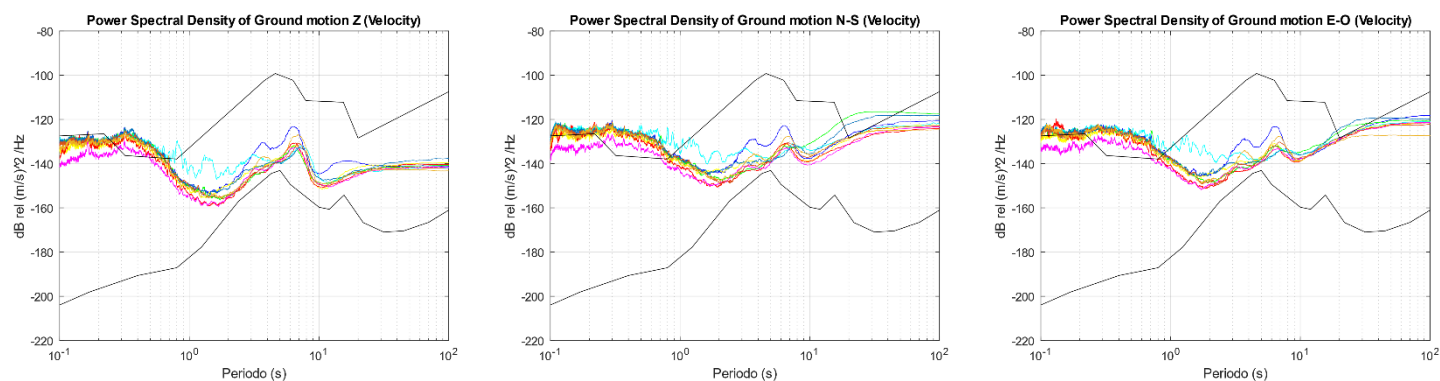
De 12:00 a 12:59 UTC



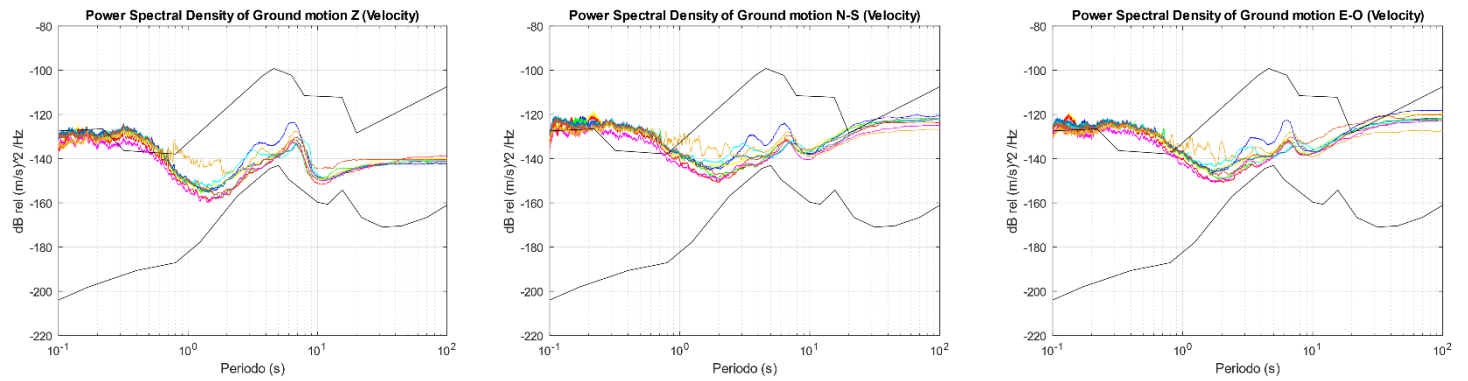
De 13:00 a 13:59 UTC



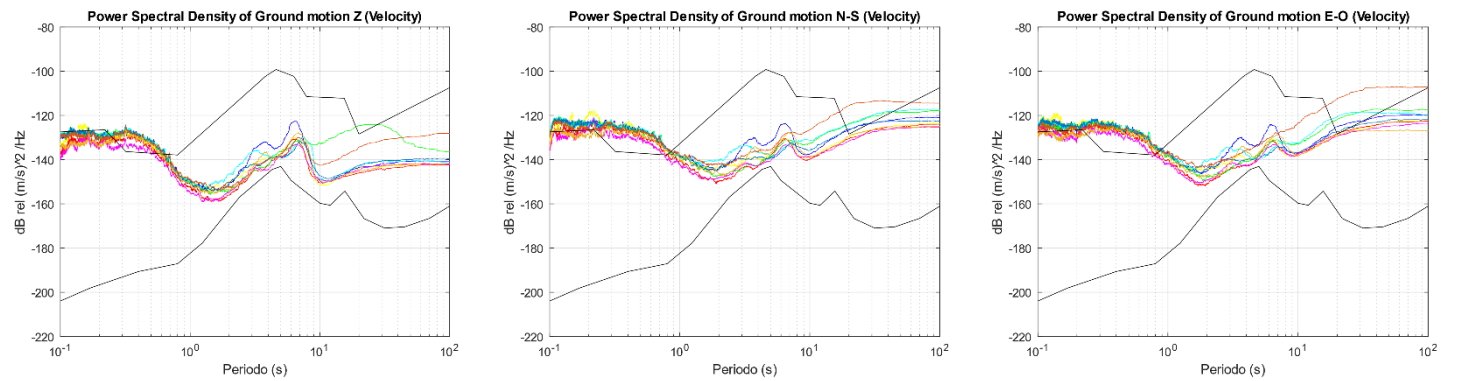
De 14:00 a 14:59 UTC



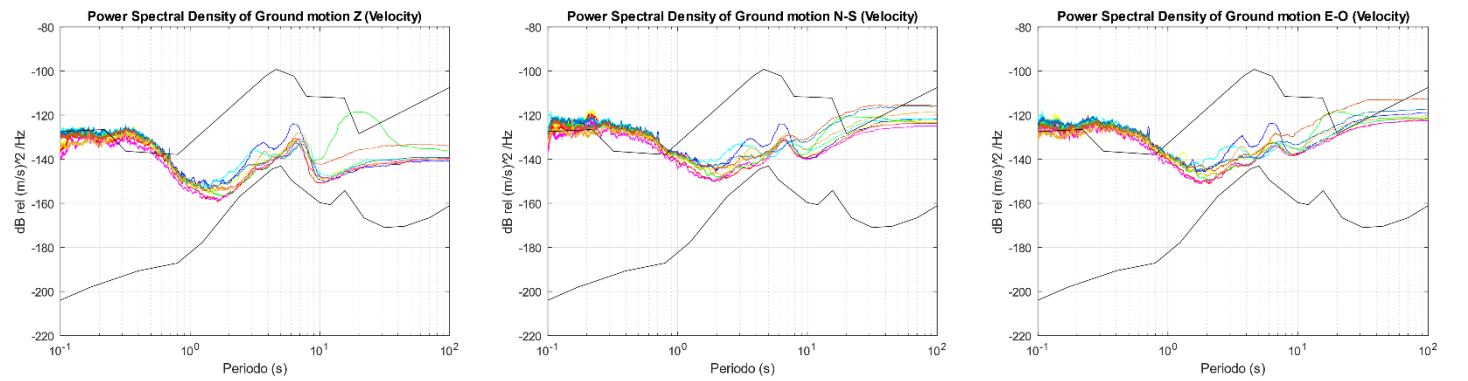
De 15:00 a 15:59 UTC



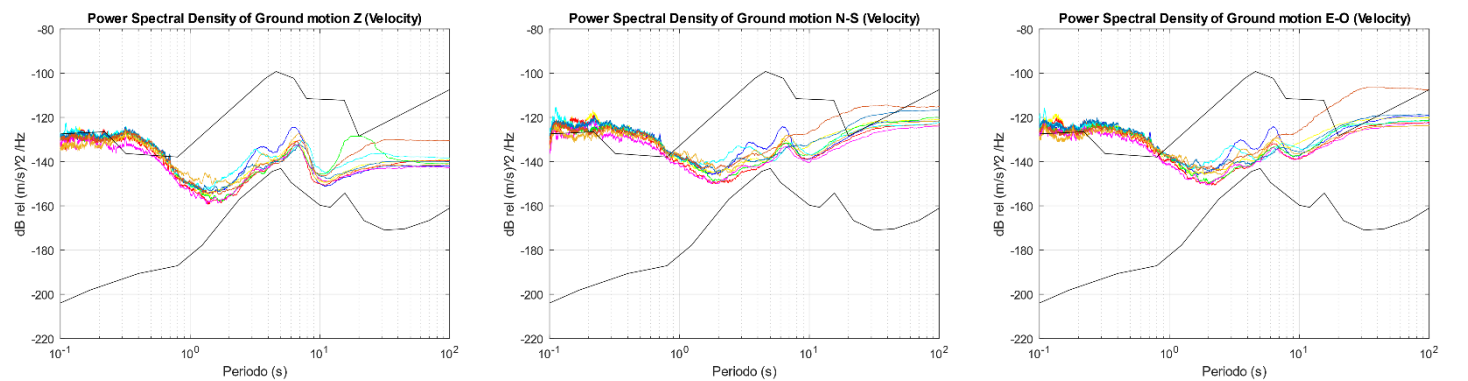
De 16:00 a 16:59 UTC



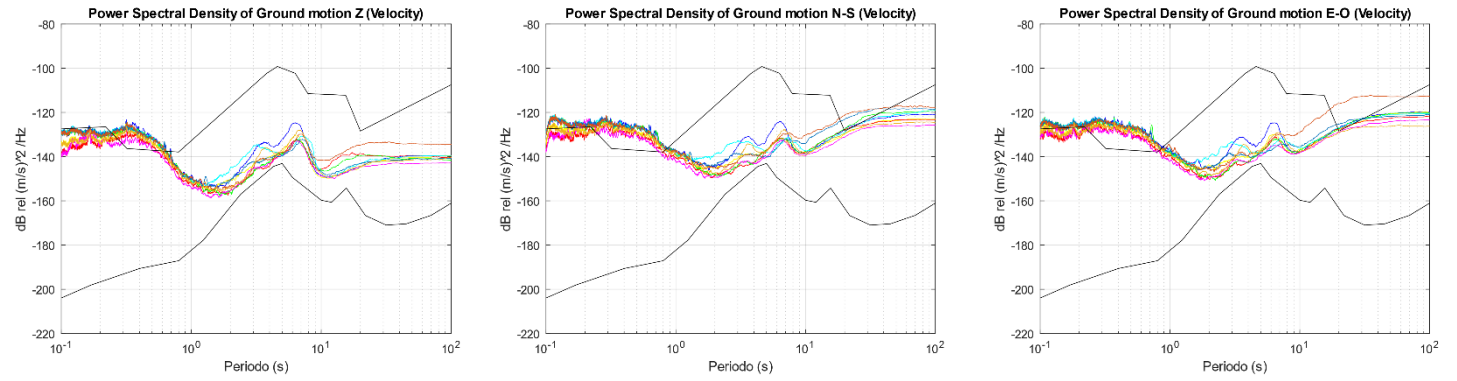
De 17:00 a 17:59 UTC



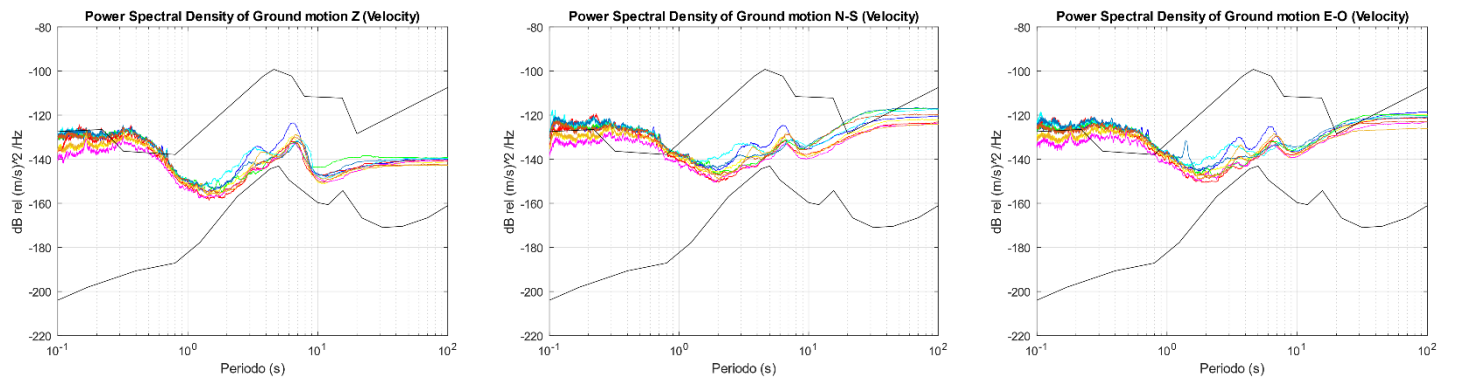
De 18:00 a 18:59 UTC



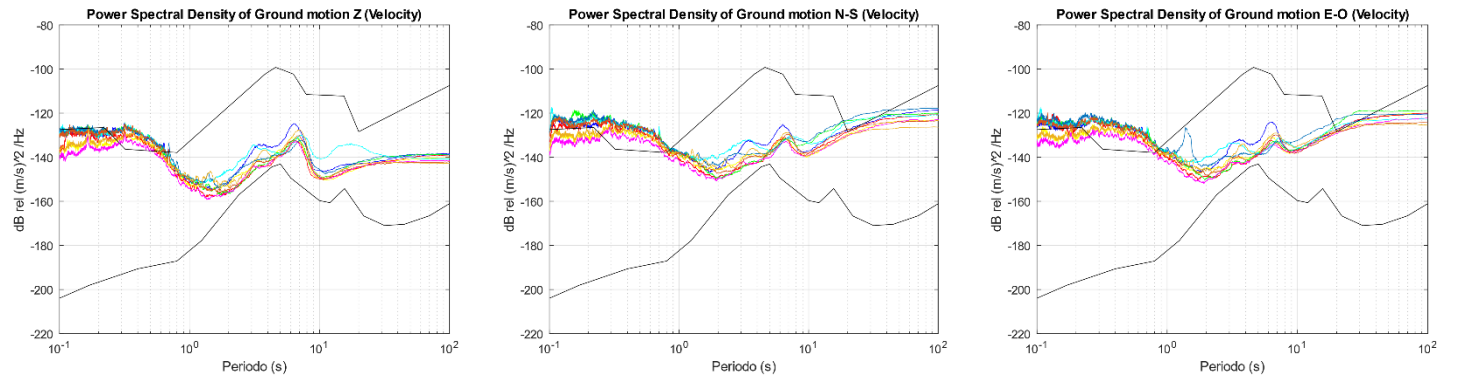
De 19:00 a 19:59 UTC



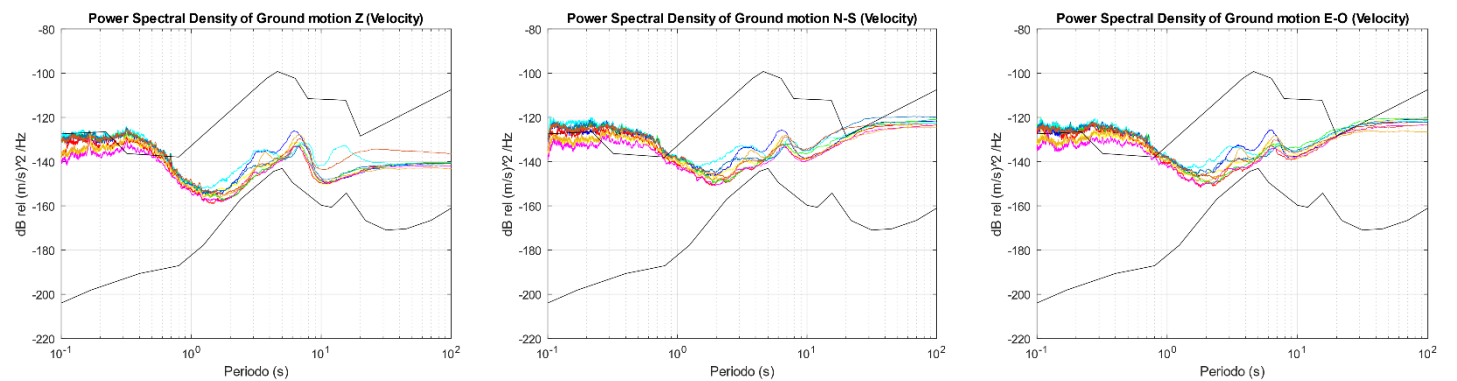
De 20:00 a 20:59 UTC



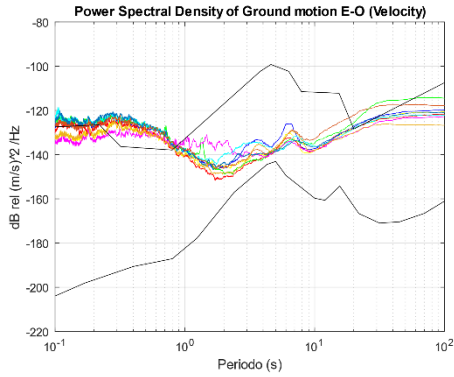
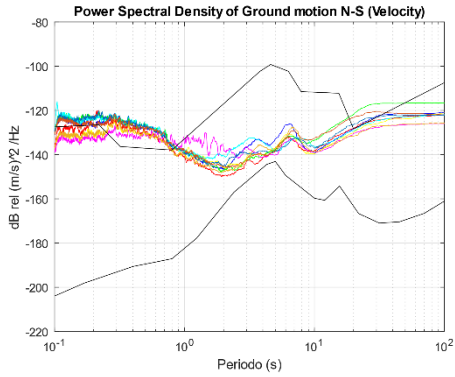
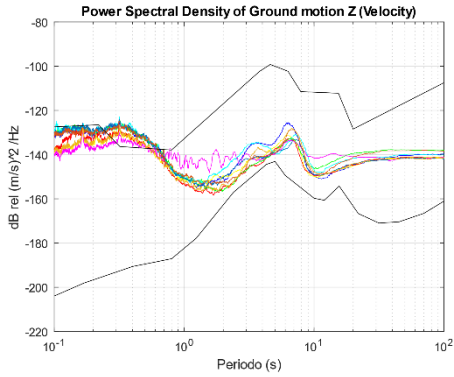
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

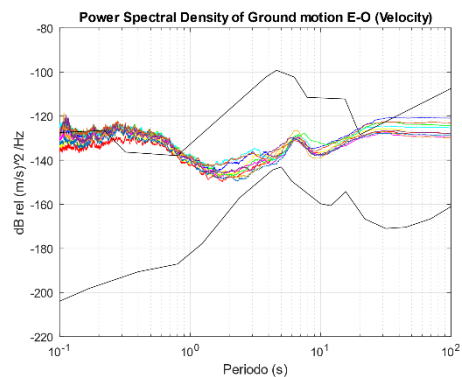
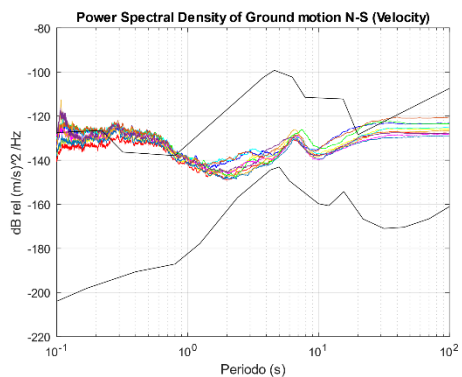
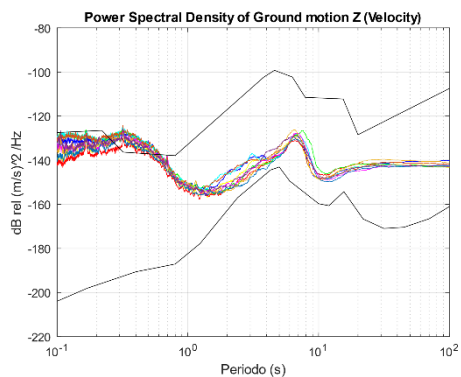


De 23:00 a 23:59 UTC

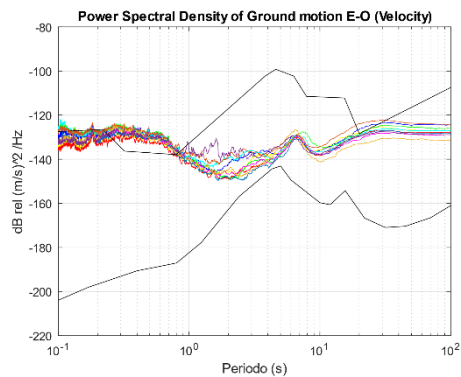
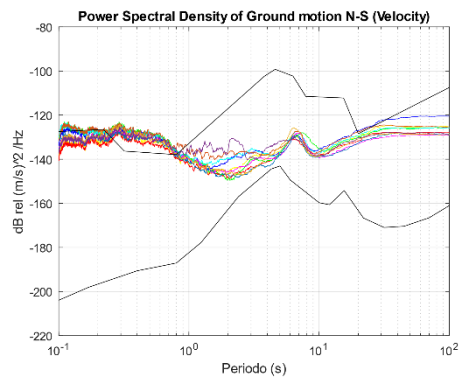
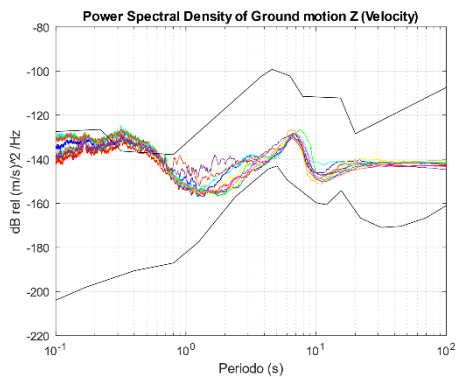


Marzo

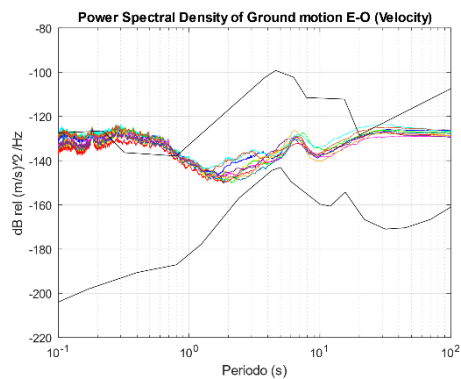
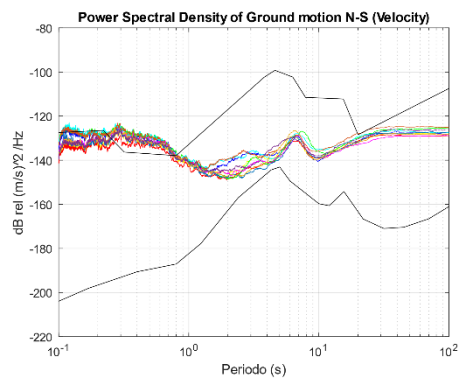
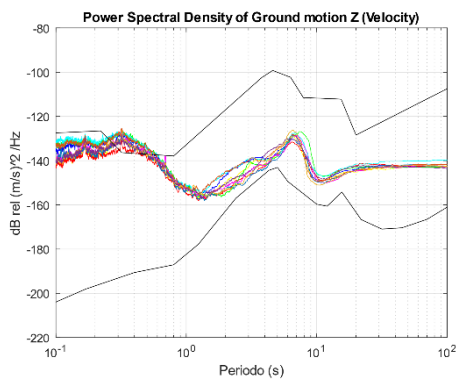
De 00:00 a 00:59 UTC



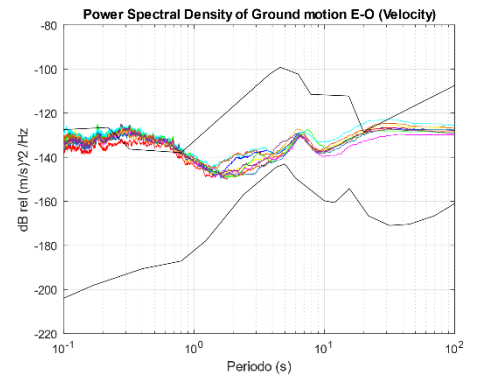
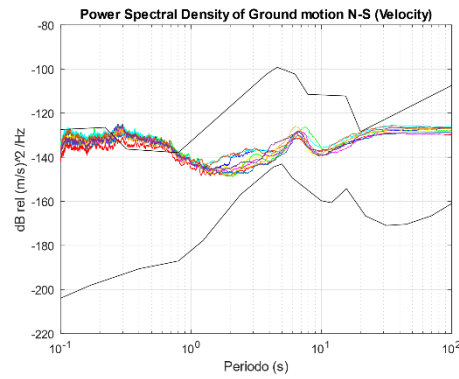
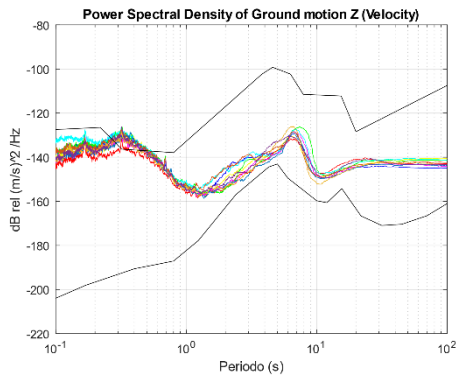
De 01:00 a 01:59 UTC



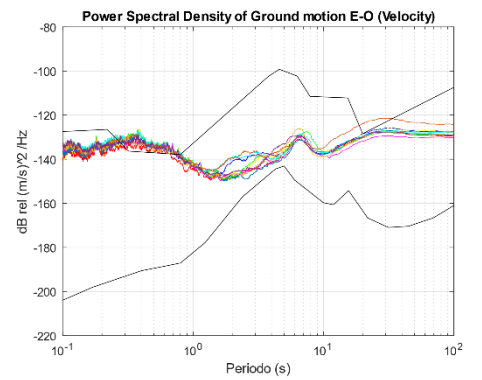
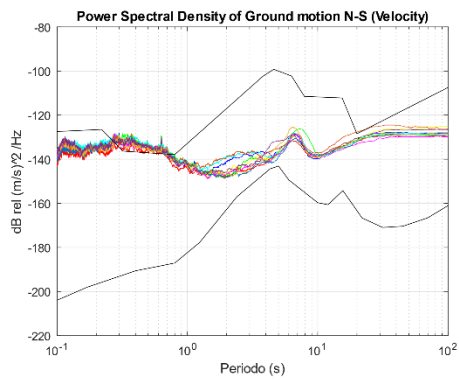
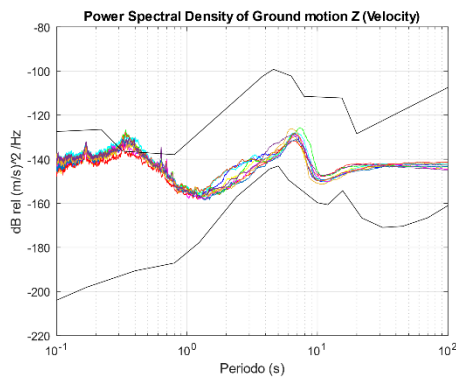
De 02:00 a 02:59 UTC



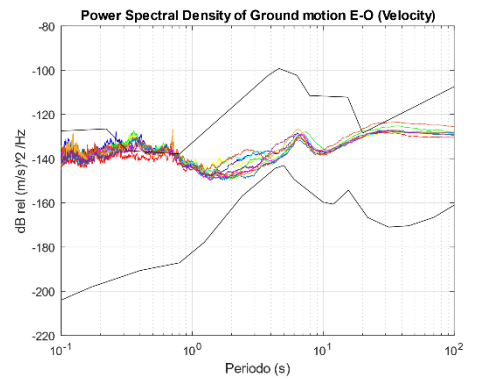
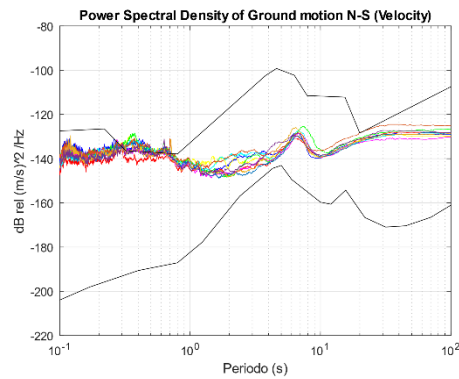
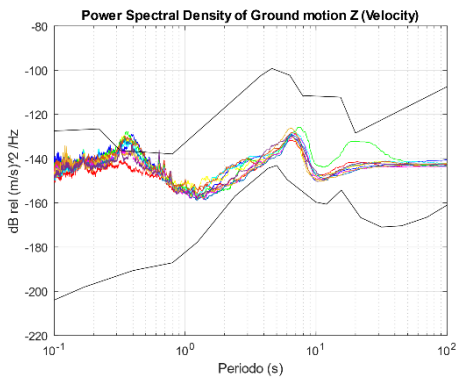
De 03:00 a 03:59 UTC



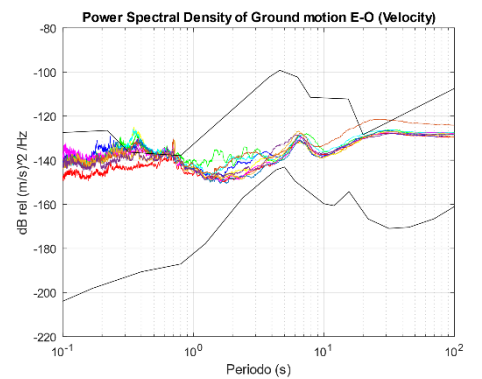
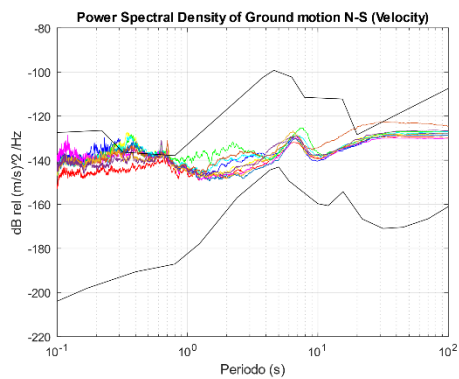
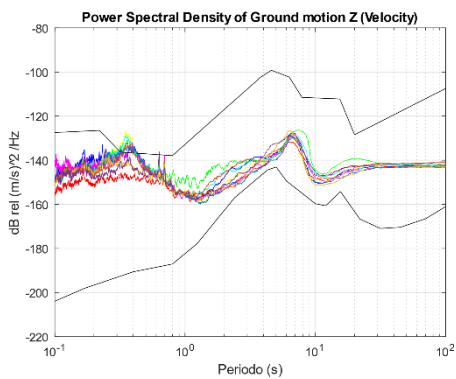
De 04:00 a 04:59 UTC



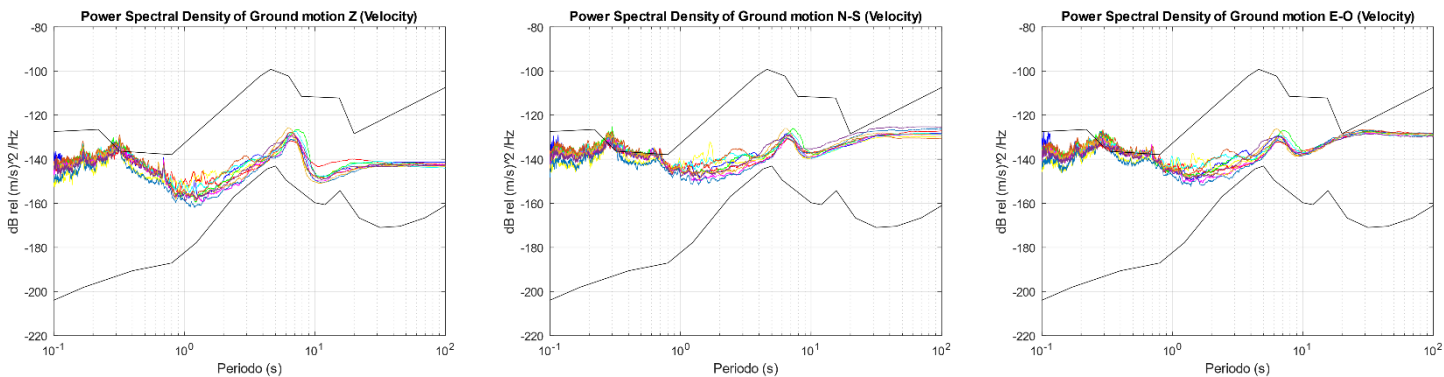
De 05:00 a 05:59 UTC



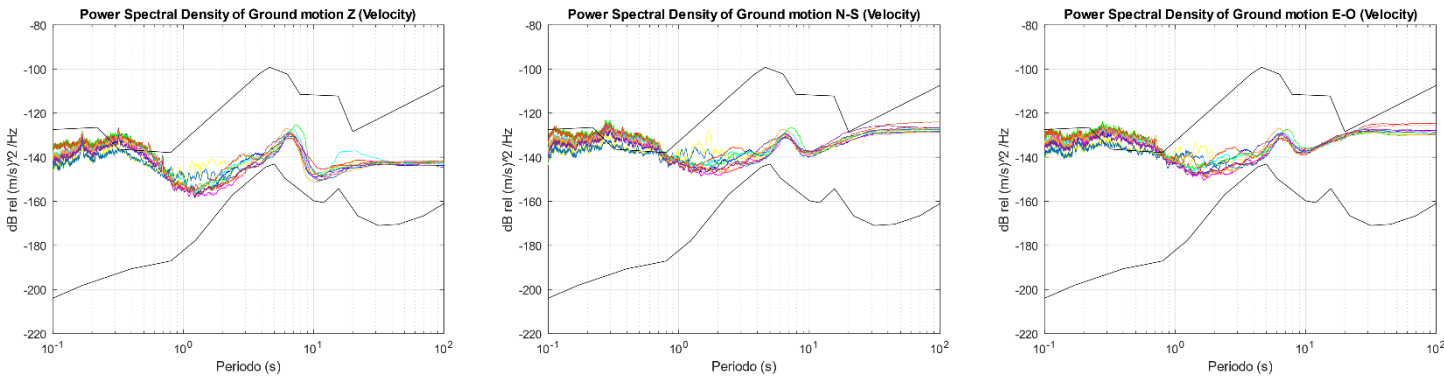
De 06:00 a 06:59 UTC



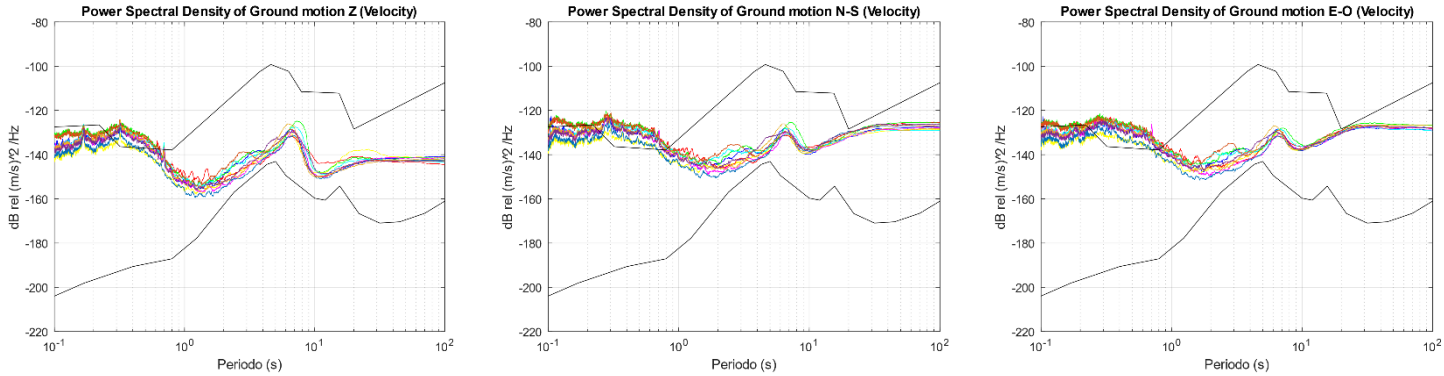
De 07:00 a 07:59 UTC



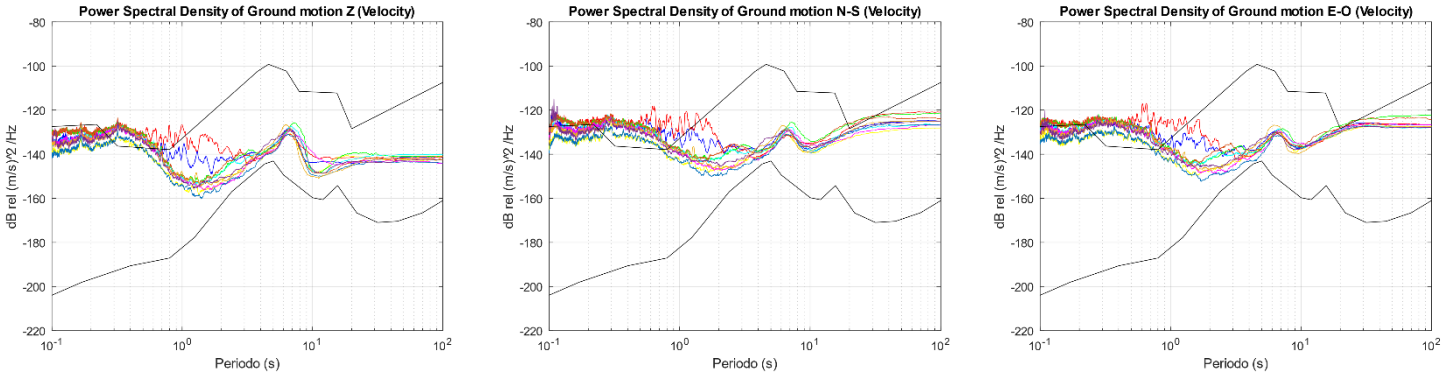
De 08:00 a 08:59 UTC



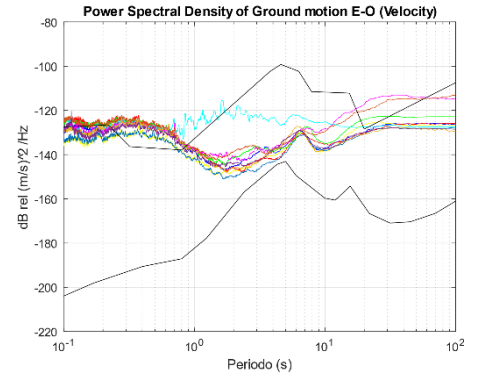
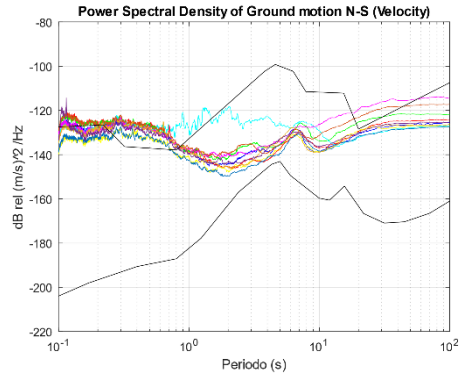
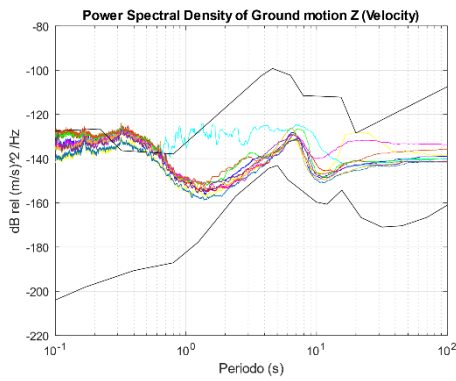
De 09:00 a 09:59 UTC



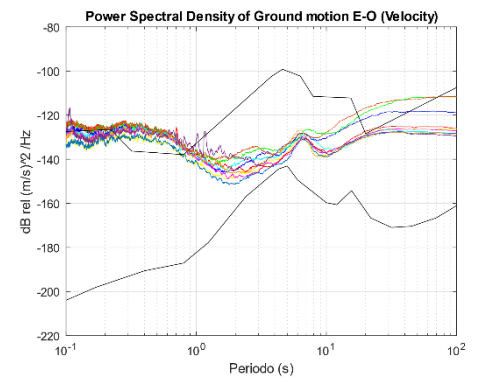
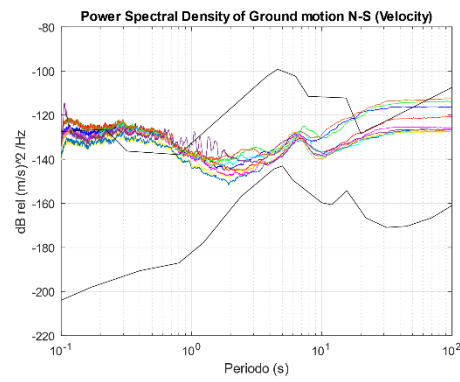
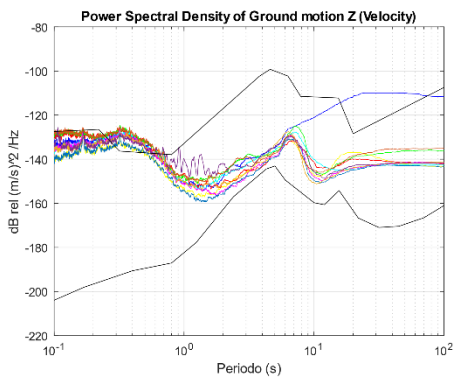
De 10:00 a 10:59 UTC



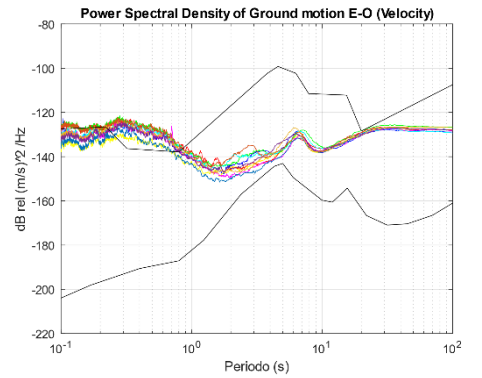
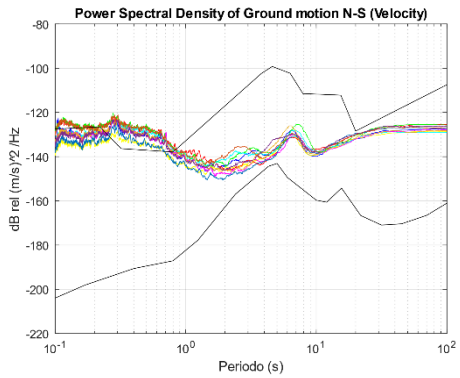
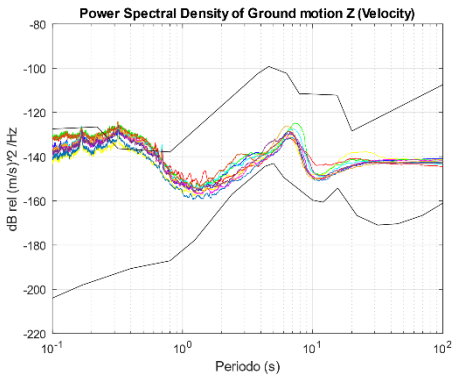
De 11:00 a 11:59



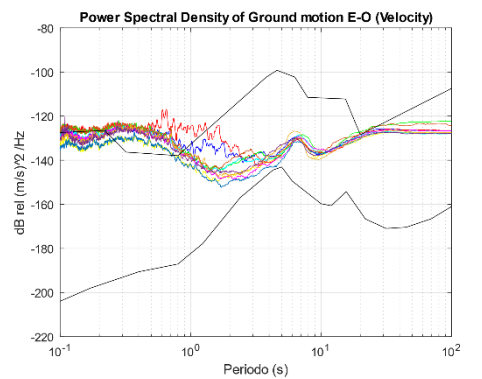
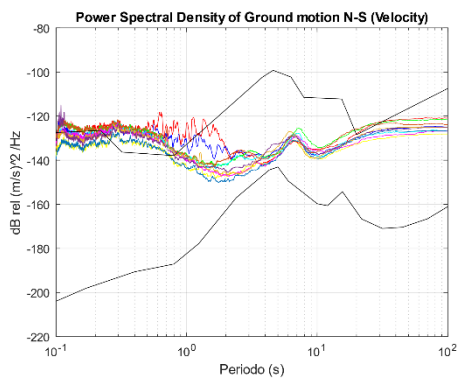
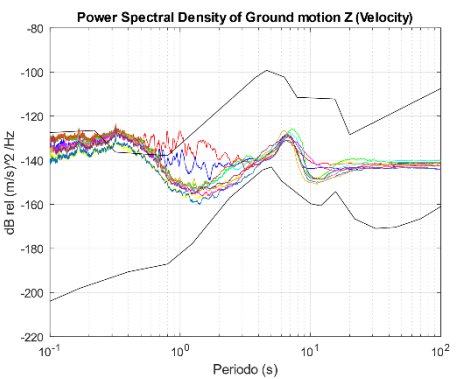
De 12:00 a 12:59 UTC



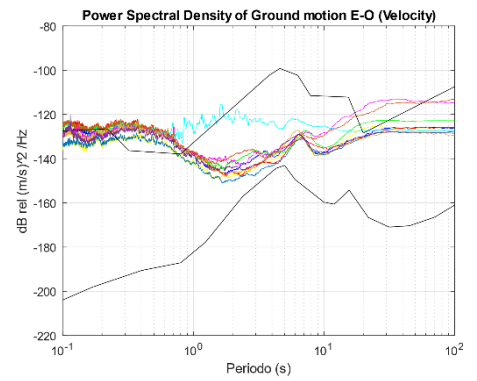
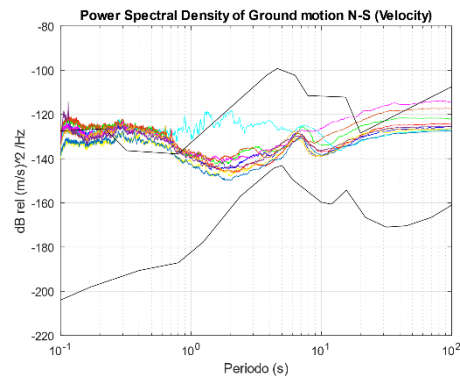
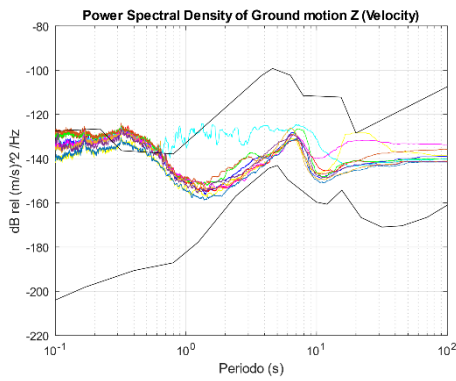
De 13:00 a 13:59 UTC



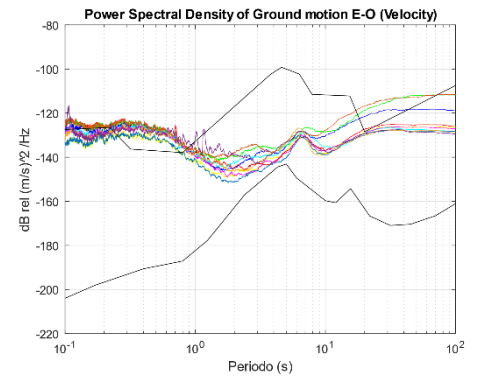
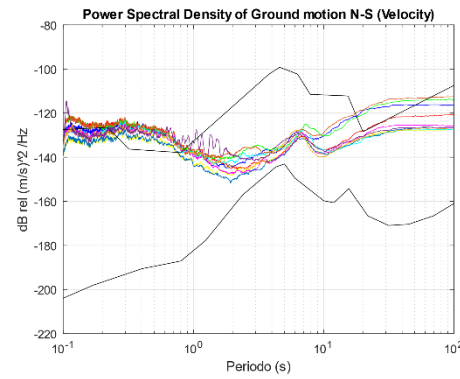
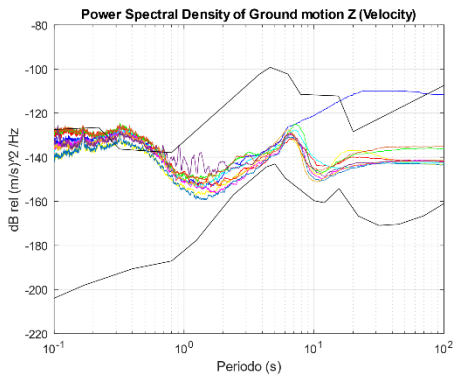
De 14:00 a 14:59 UTC



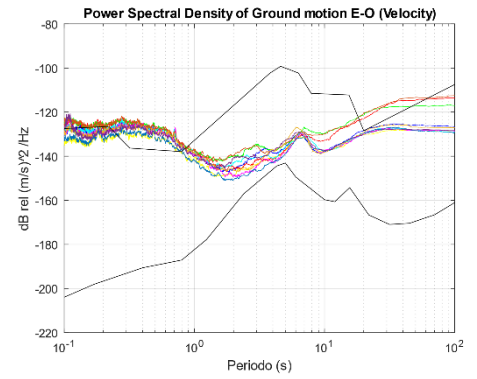
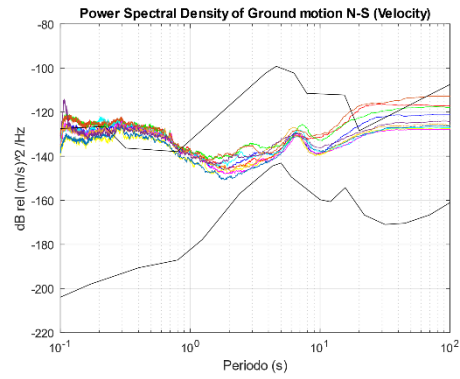
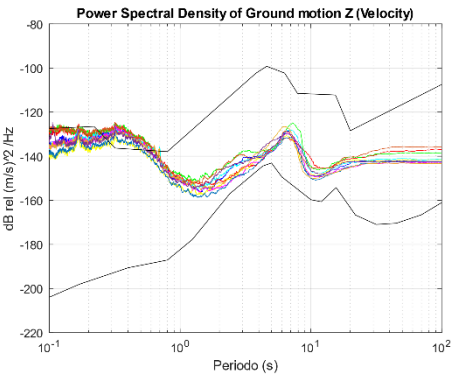
De 15:00 a 15:59 UTC



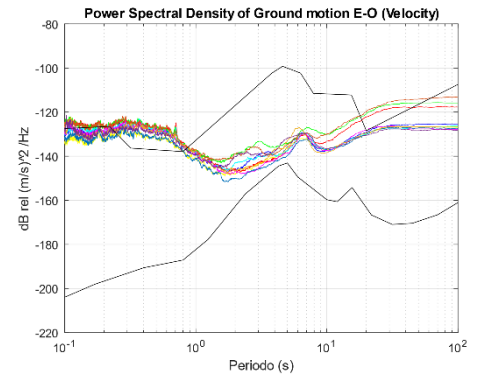
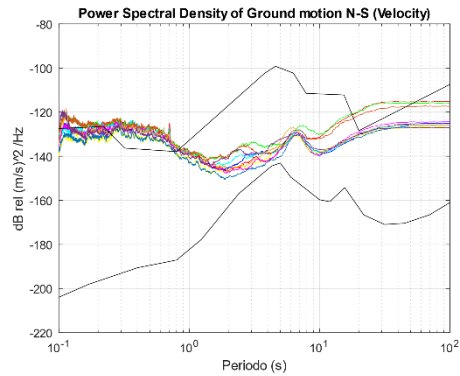
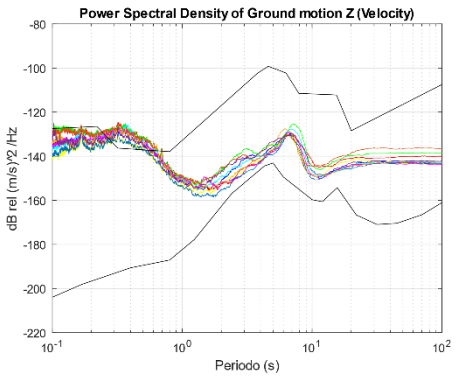
De 16:00 a 16:59 UTC



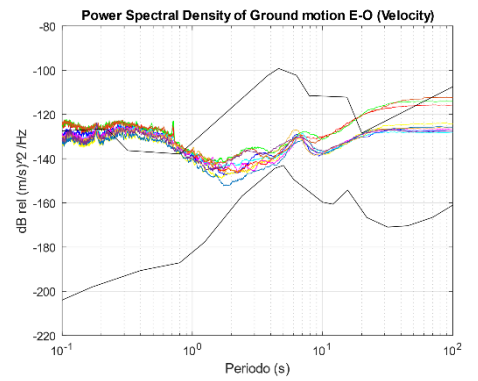
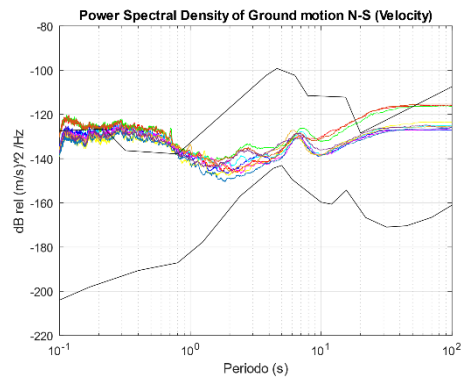
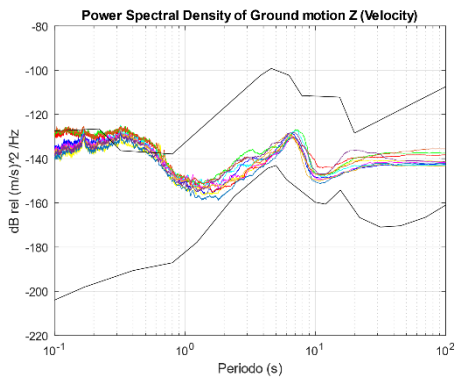
De 17:00 a 17:59 UTC



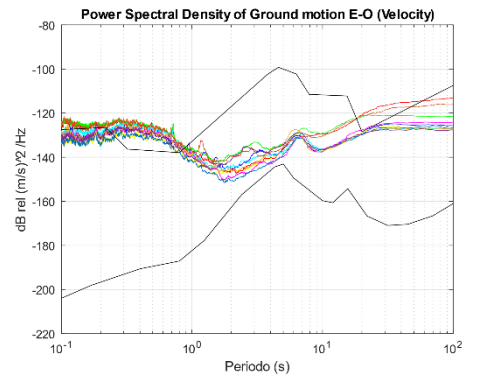
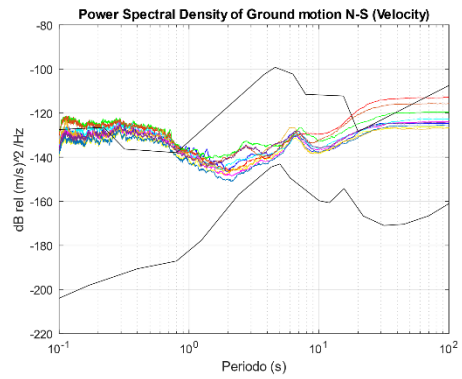
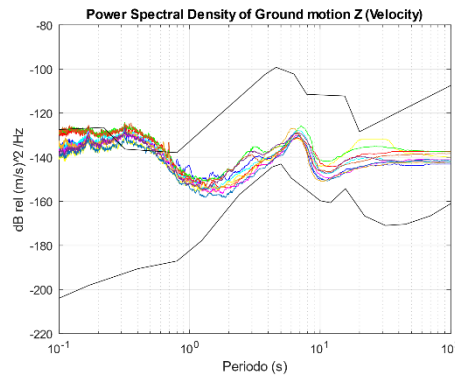
De 18:00 a 18:59 UTC



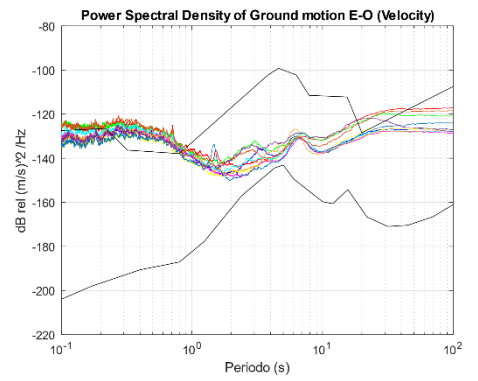
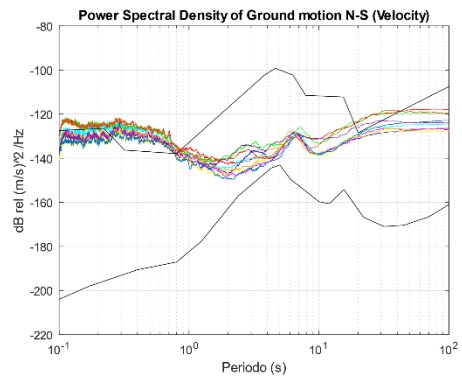
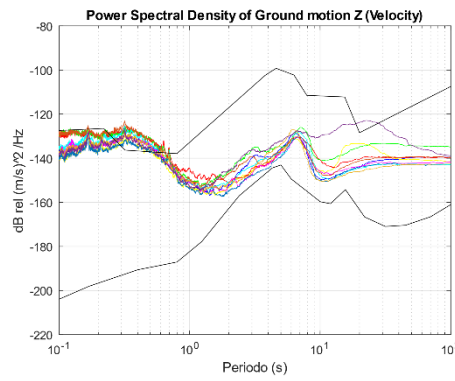
De 19:00 a 19:59 UTC



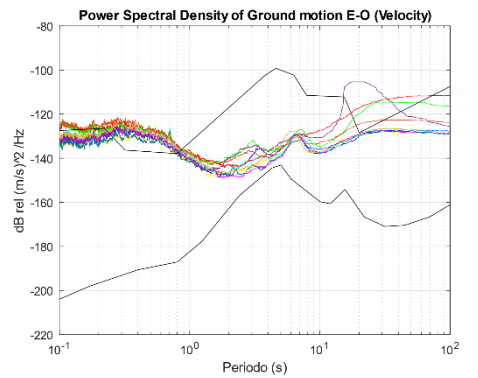
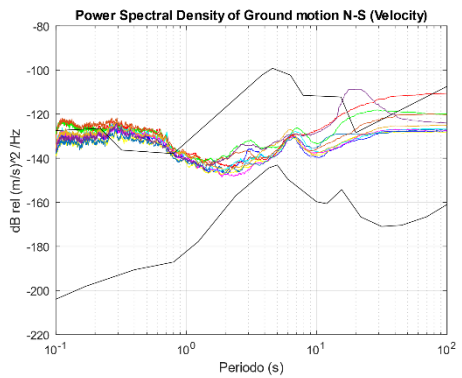
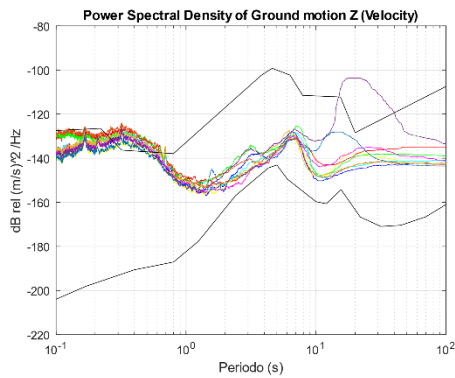
De 20:00 a 20:59 UTC



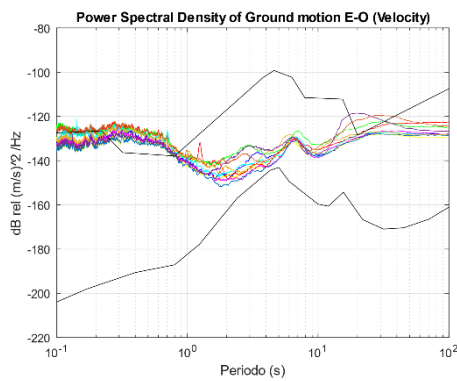
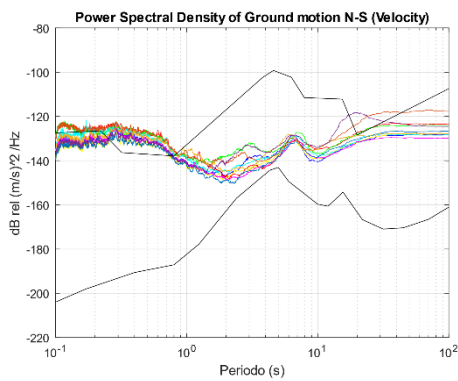
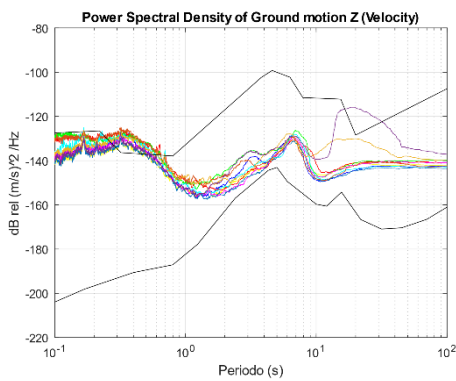
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

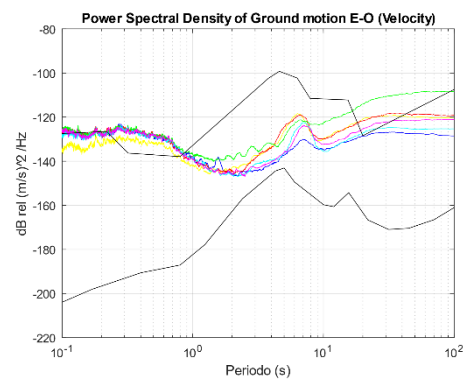
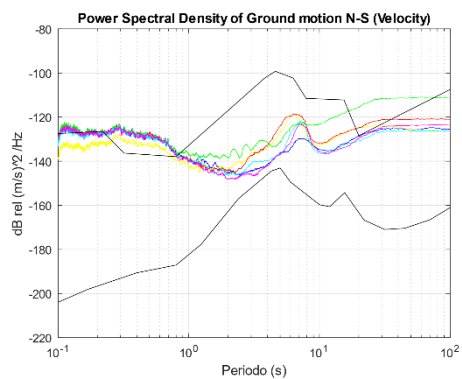
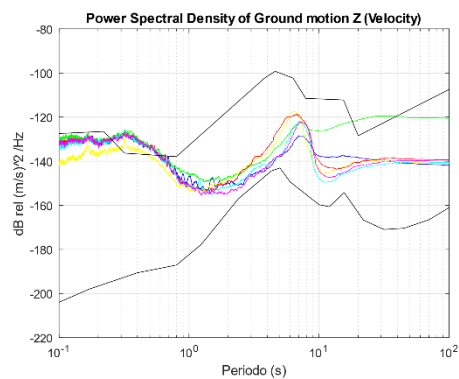


De 23:00 a 23:59 UTC

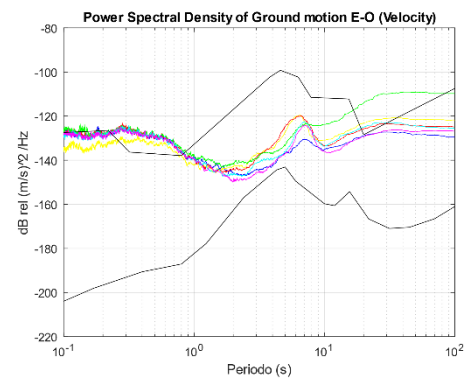
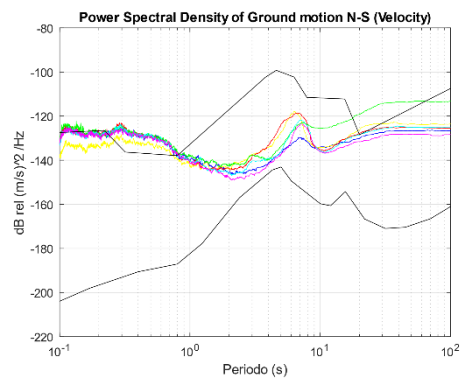
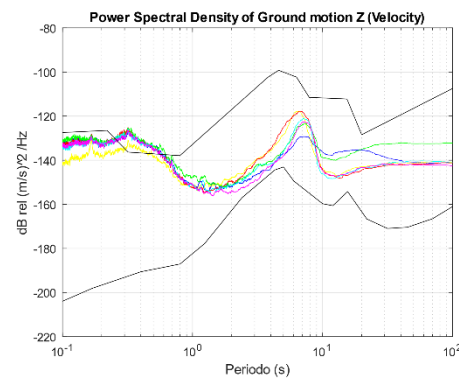


Abril

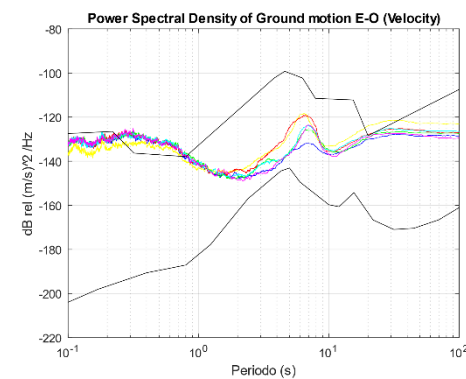
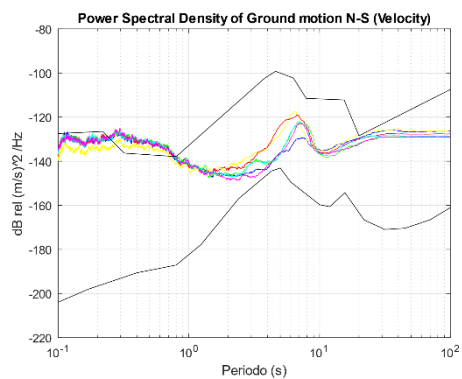
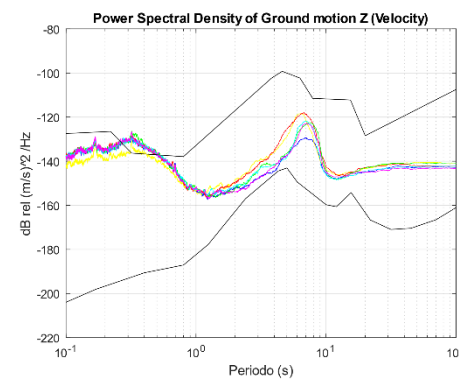
De 00:00 a 00:59 UTC



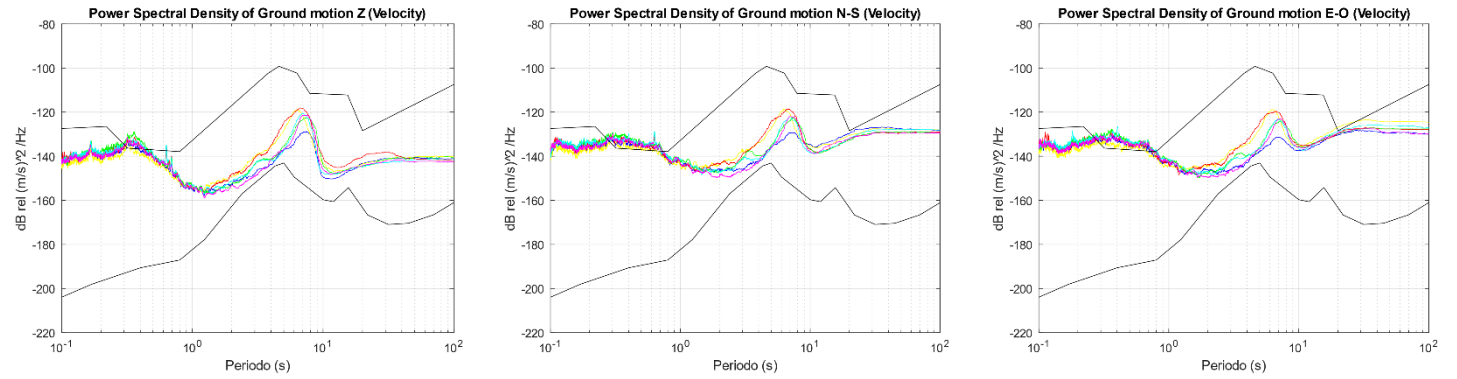
De 01:00 a 01:59 UTC



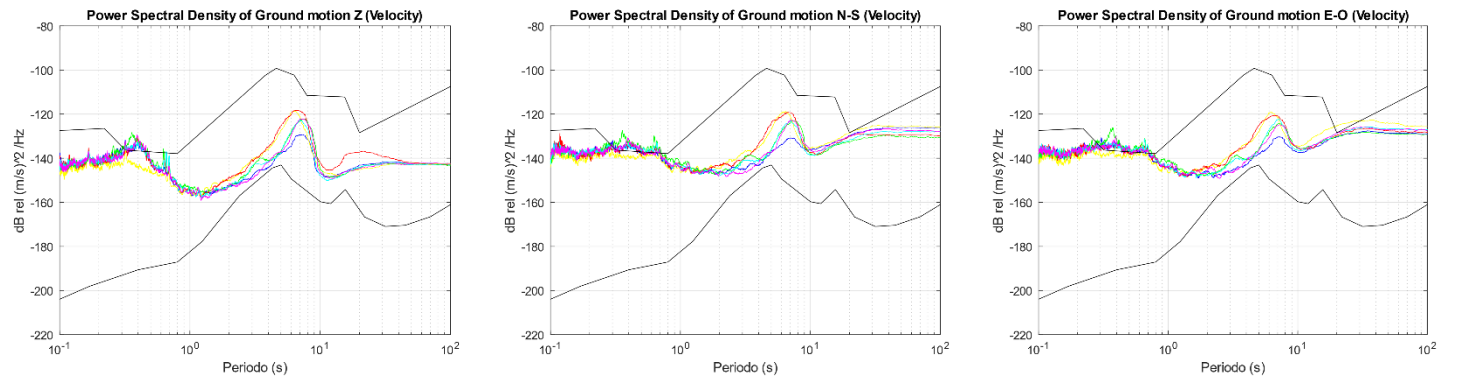
De 02:00 a 02:59 UTC



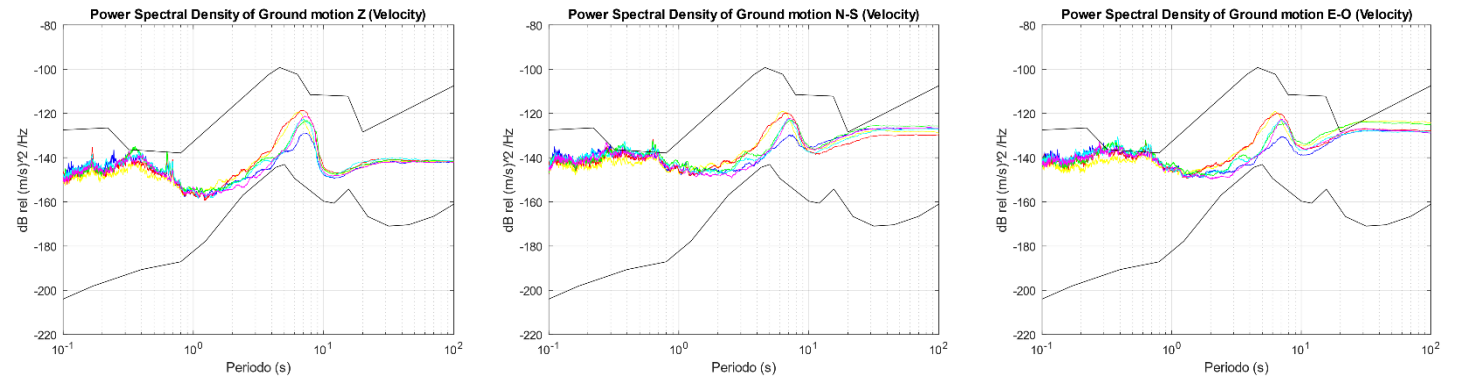
De 03:00 a 03:59 UTC



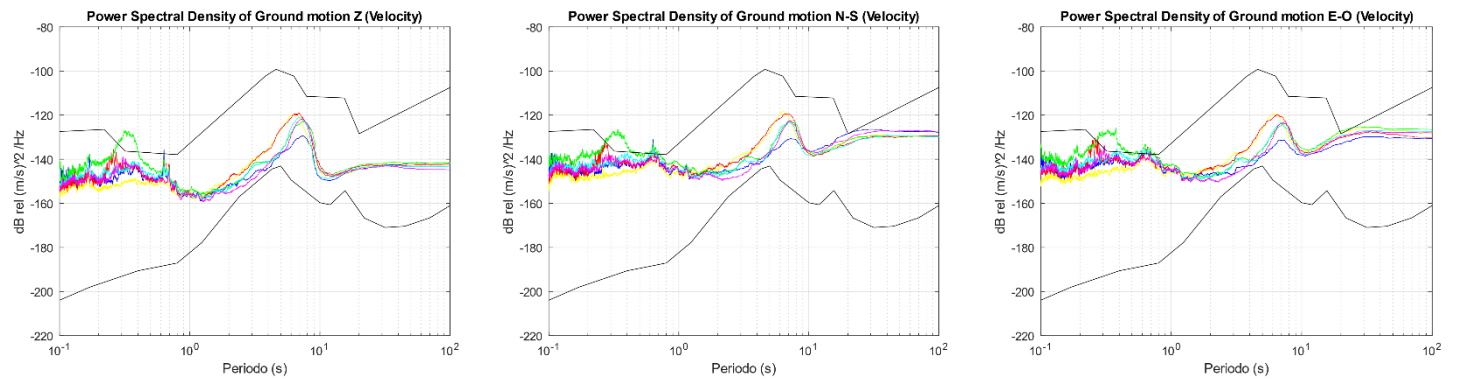
De 04:00 a 04:59 UTC



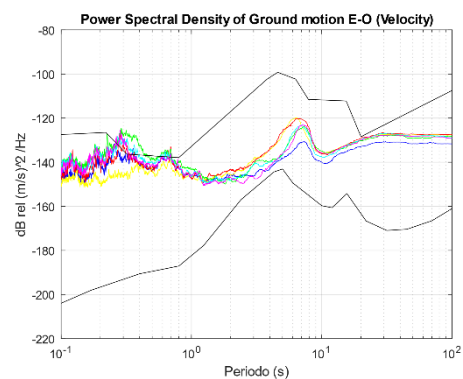
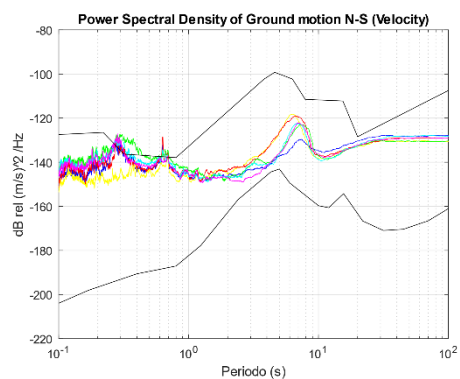
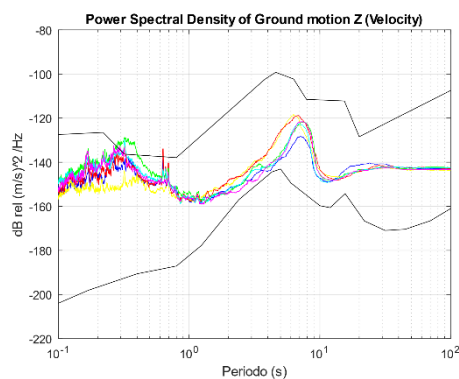
De 05:00 a 05:59 UTC



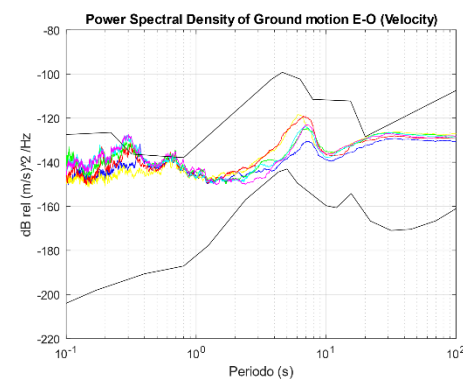
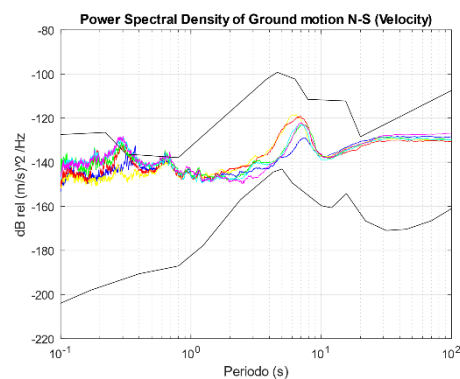
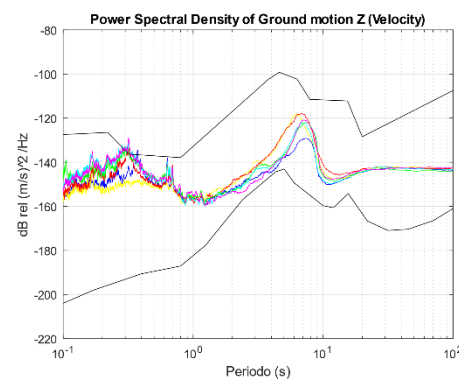
De 06:00 a 06:59 UTC



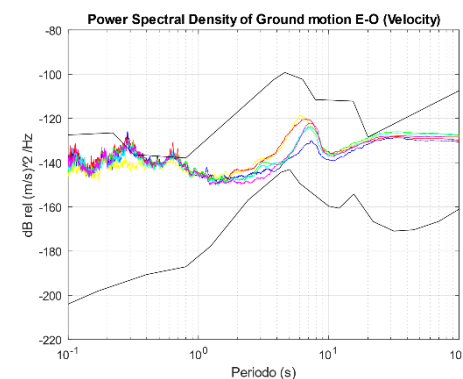
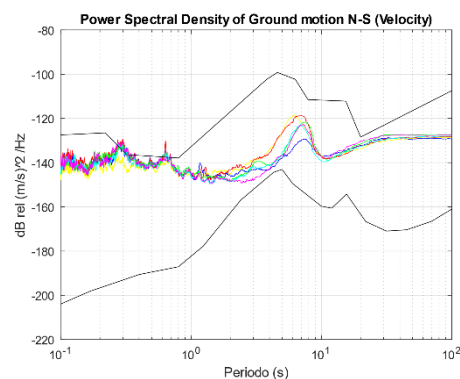
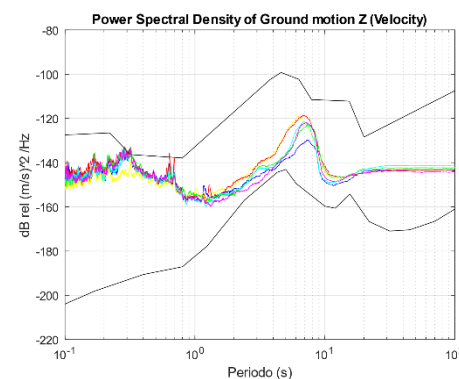
De 07:00 a 07:59 UTC



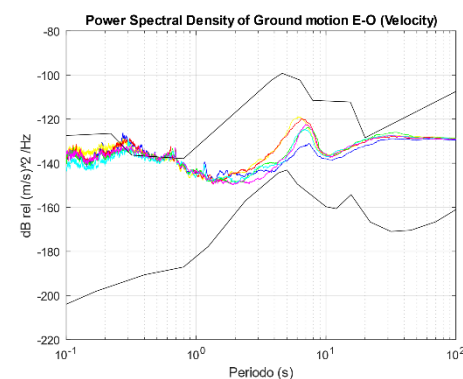
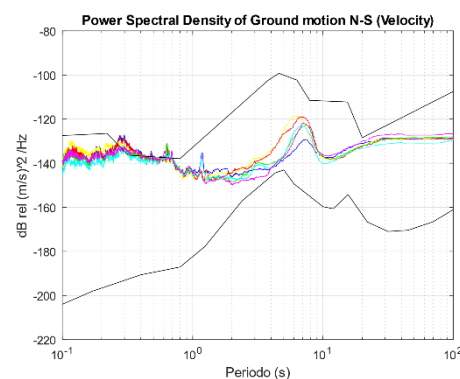
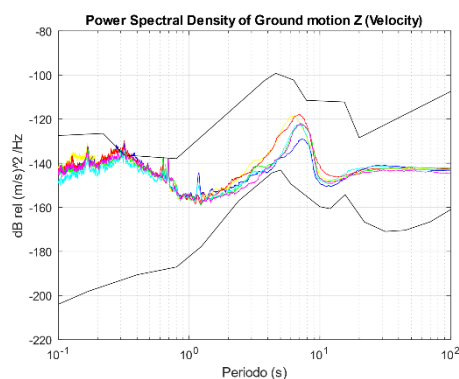
De 08:00 a 08:59 UTC



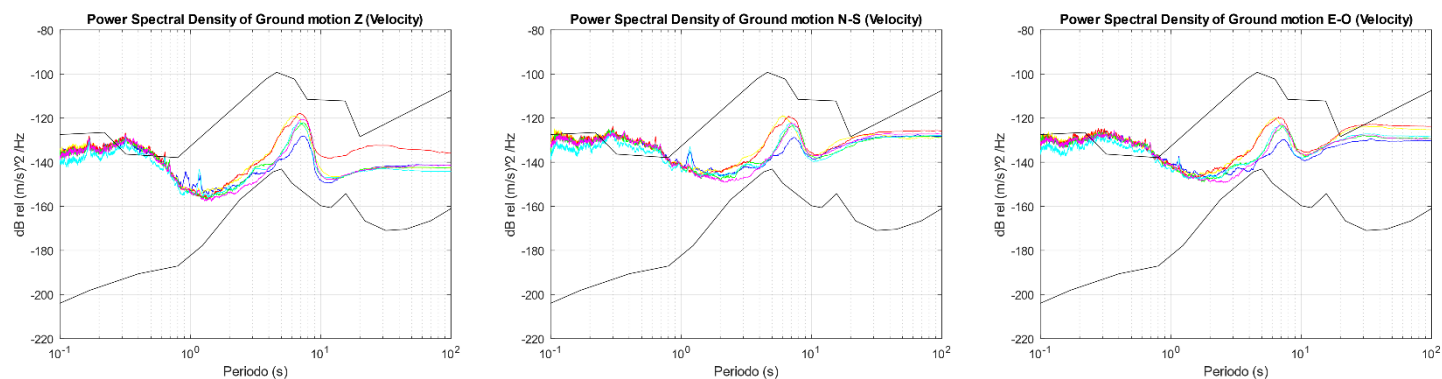
De 09:00 a 09:59 UTC



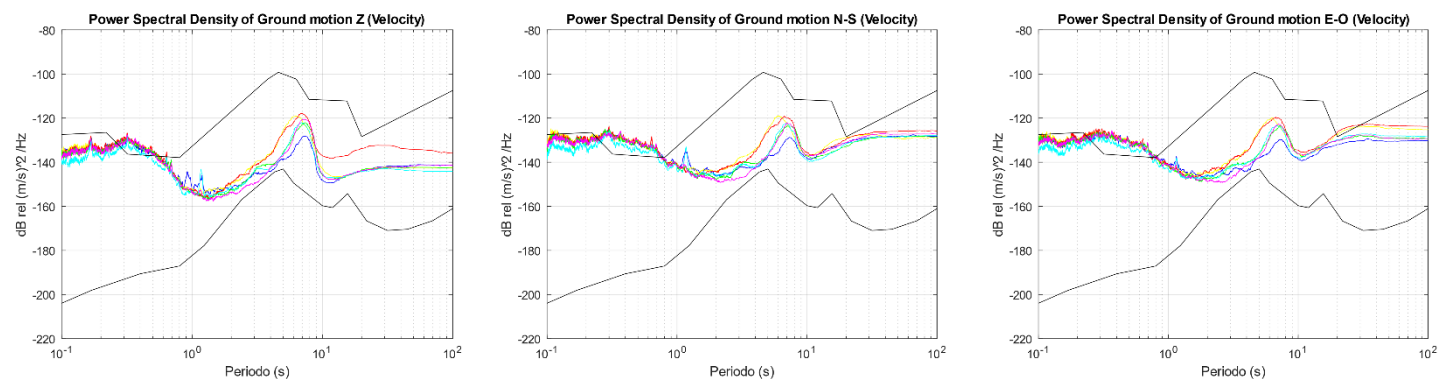
De 10:00 a 10:59 UTC



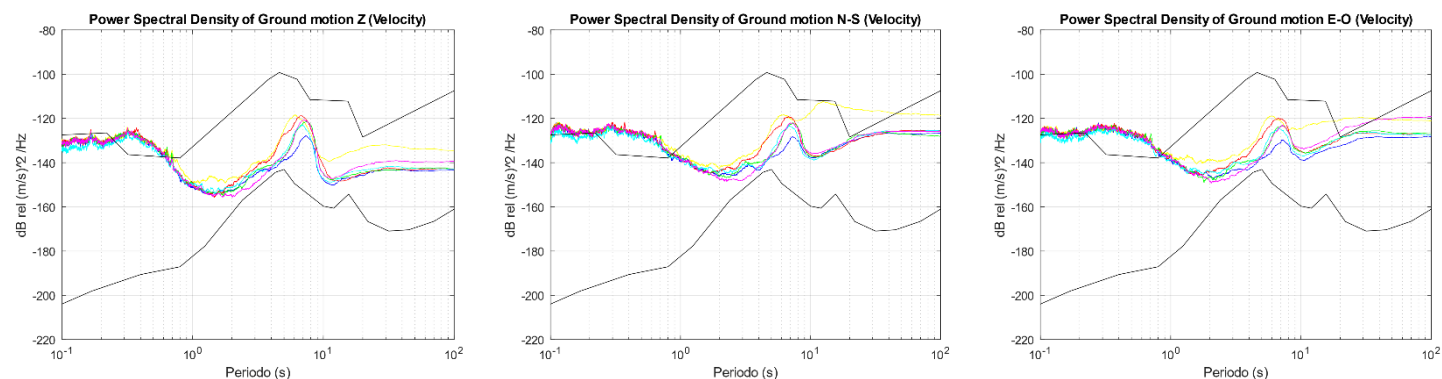
De 11:00 a 11:59 UTC



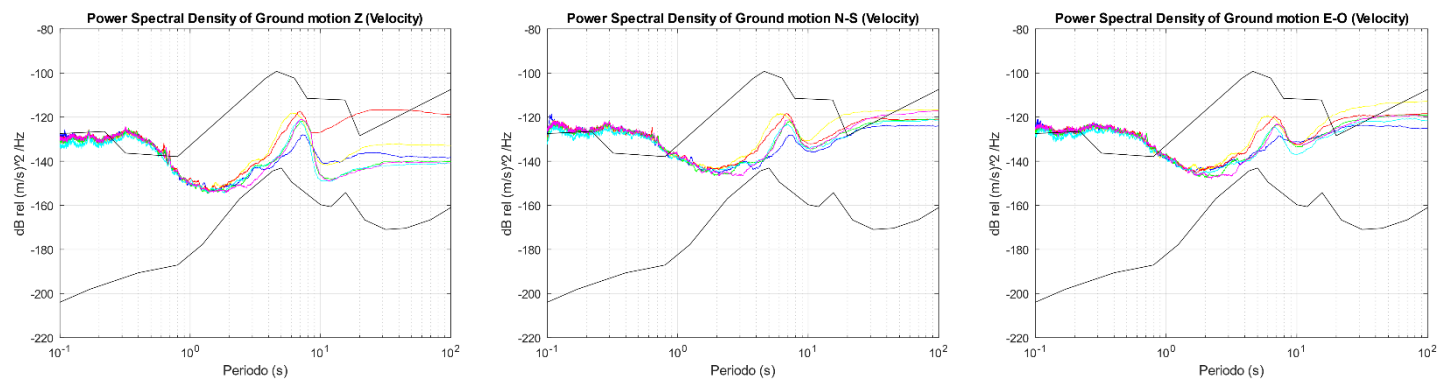
De 12:00 a 12:59 UTC



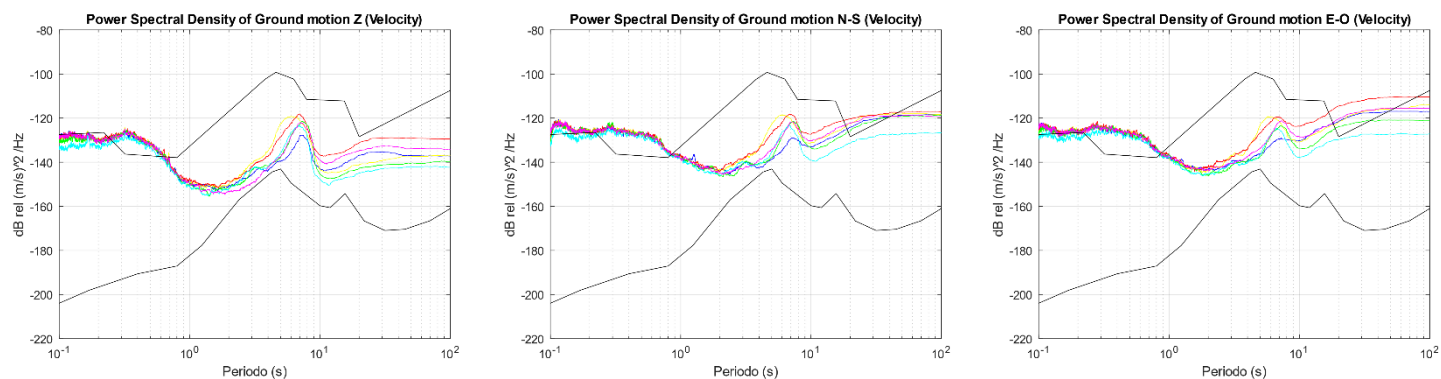
De 13:00 a 13:59 UTC



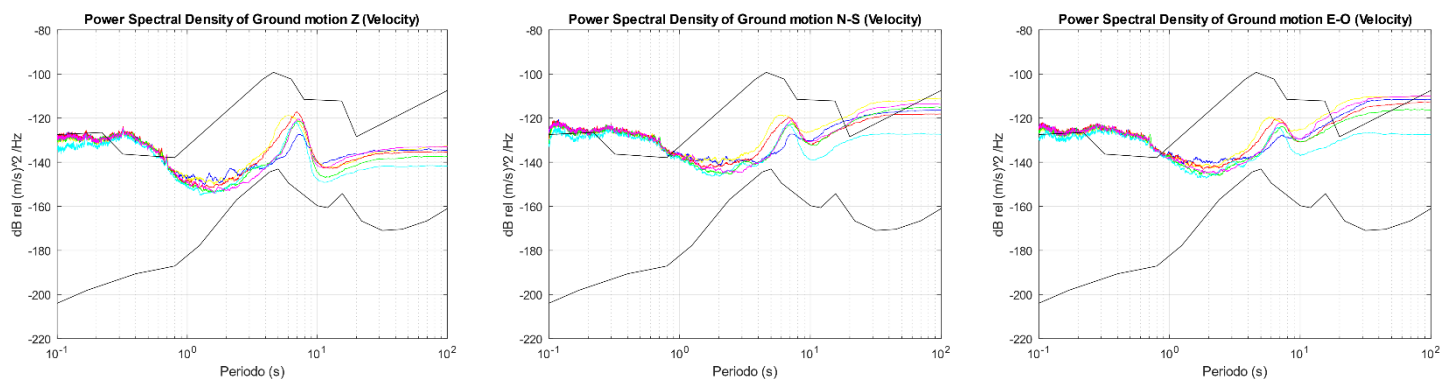
De 14:00 a 14:59 UTC



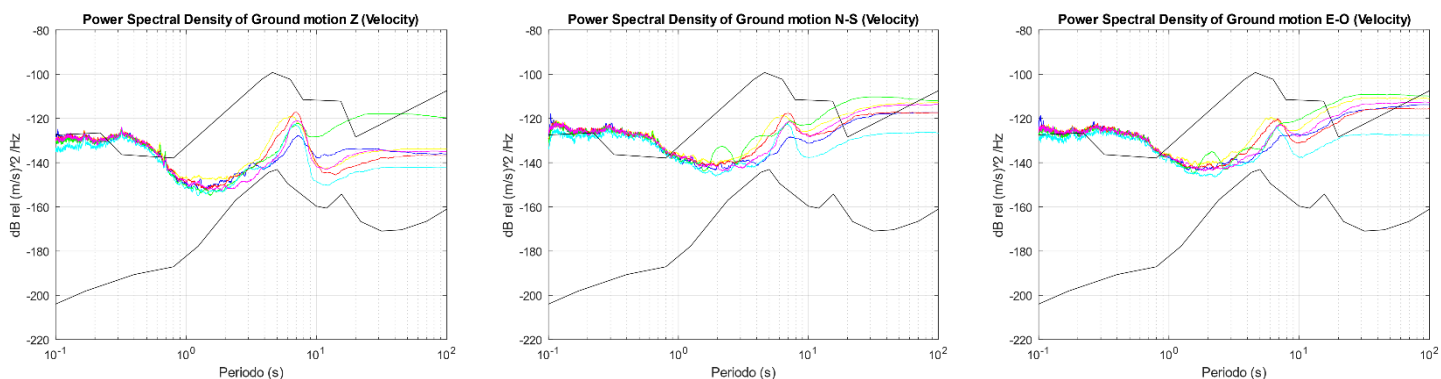
De 15:00 a 15:59 UTC



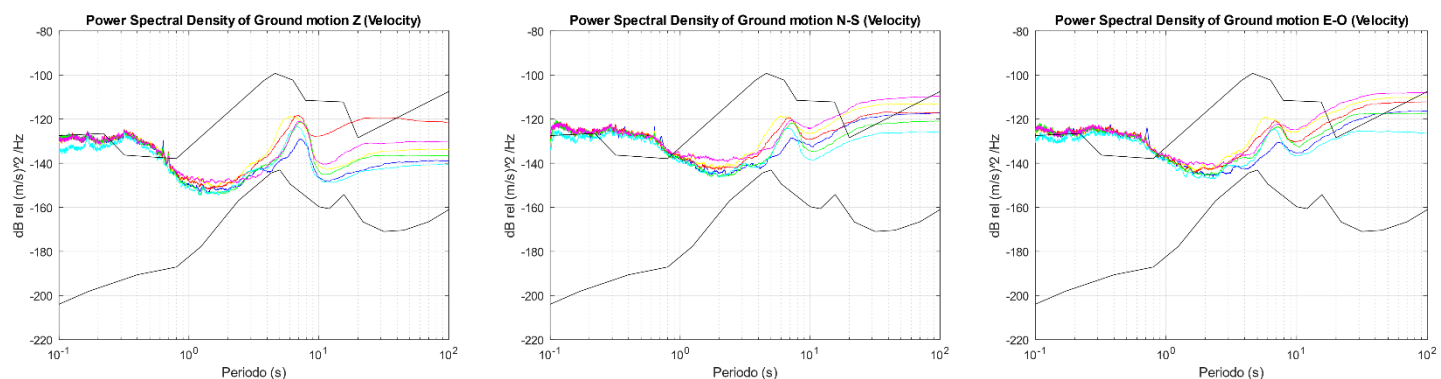
De 16:00 a 16:59 UTC



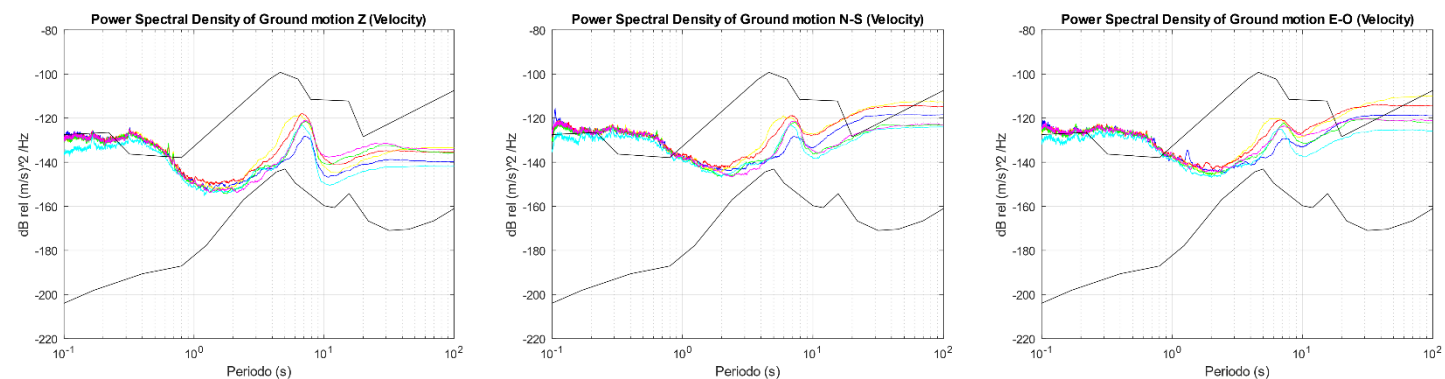
De 17:00 a 17:59 UTC



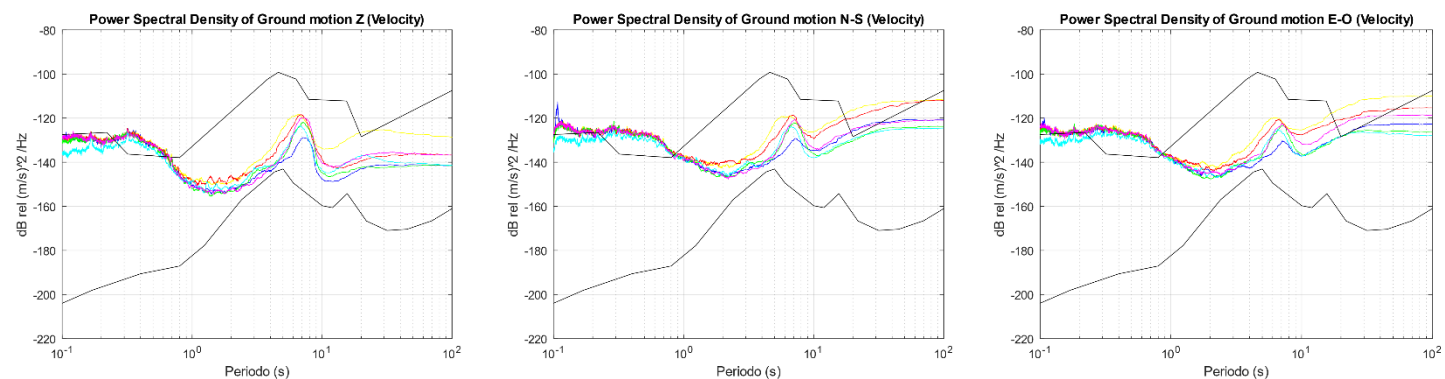
De 18:00 a 18:59 UTC



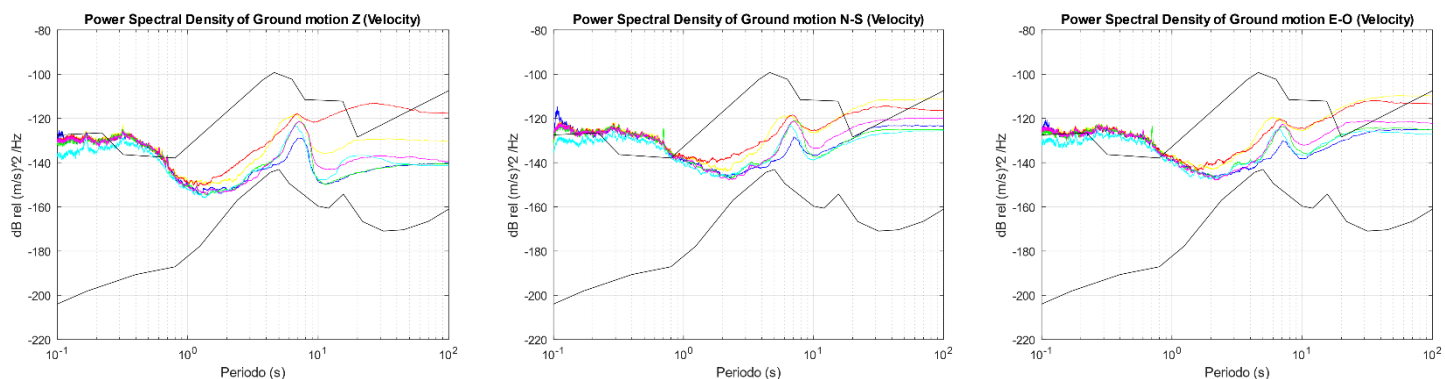
De 19:00 a 19:59 UTC



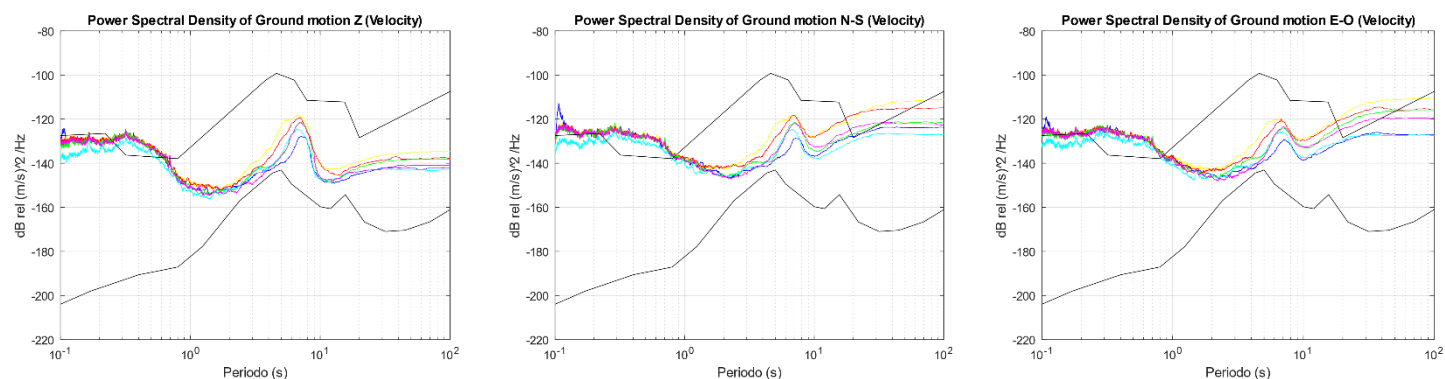
De 20:00 a 20:59 UTC



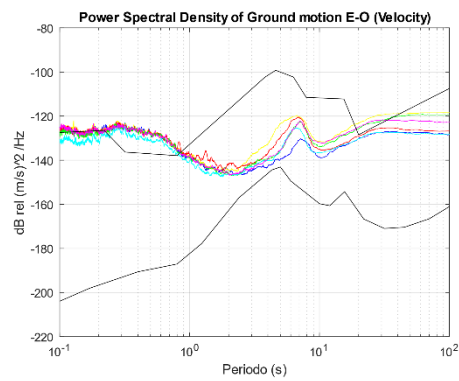
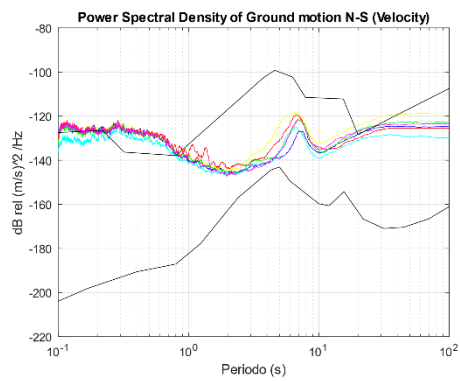
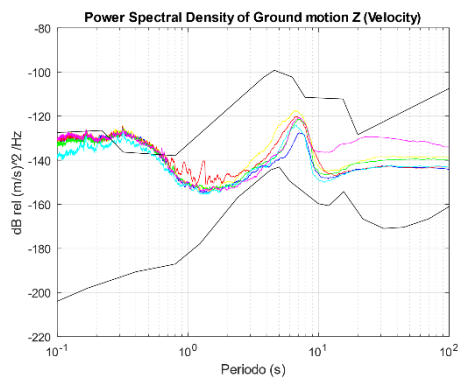
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

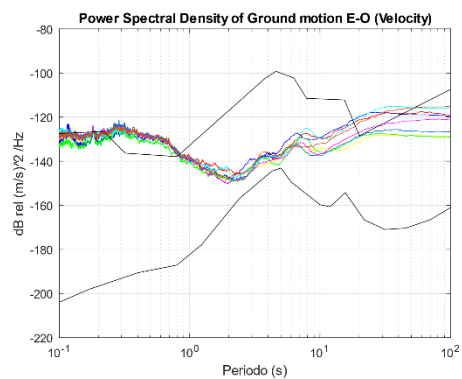
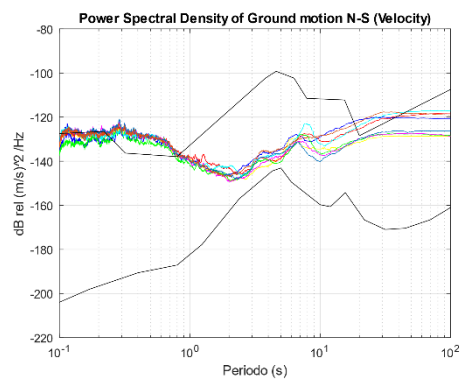
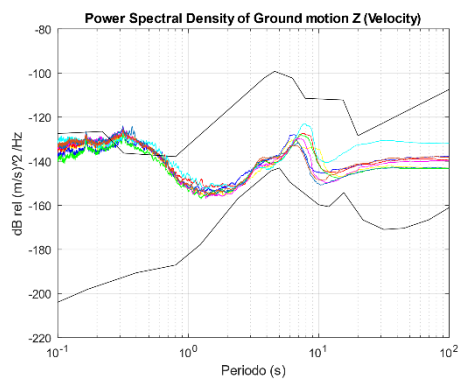


De 23:00 a 23:59 UTC

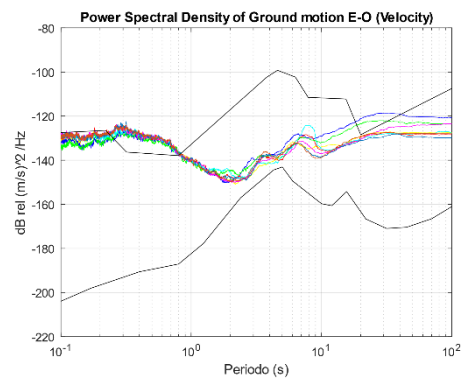
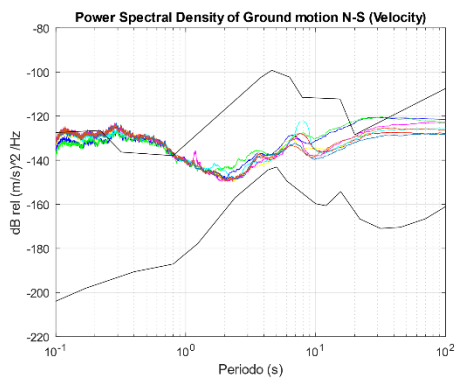
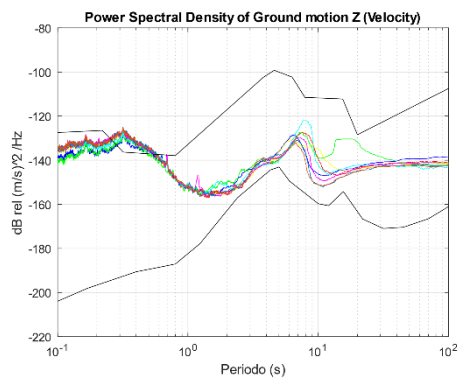


Mayo

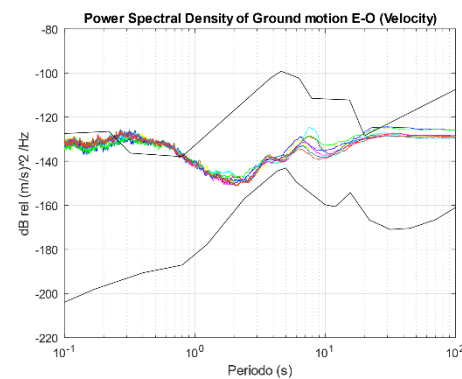
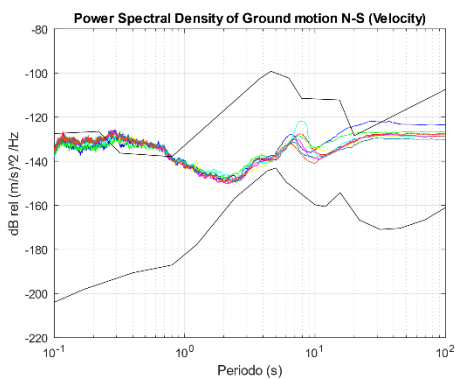
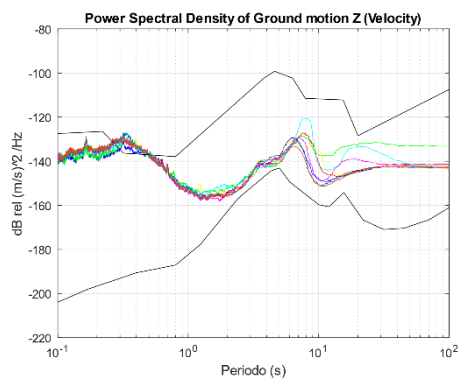
De 00:00 a 00:59 UTC



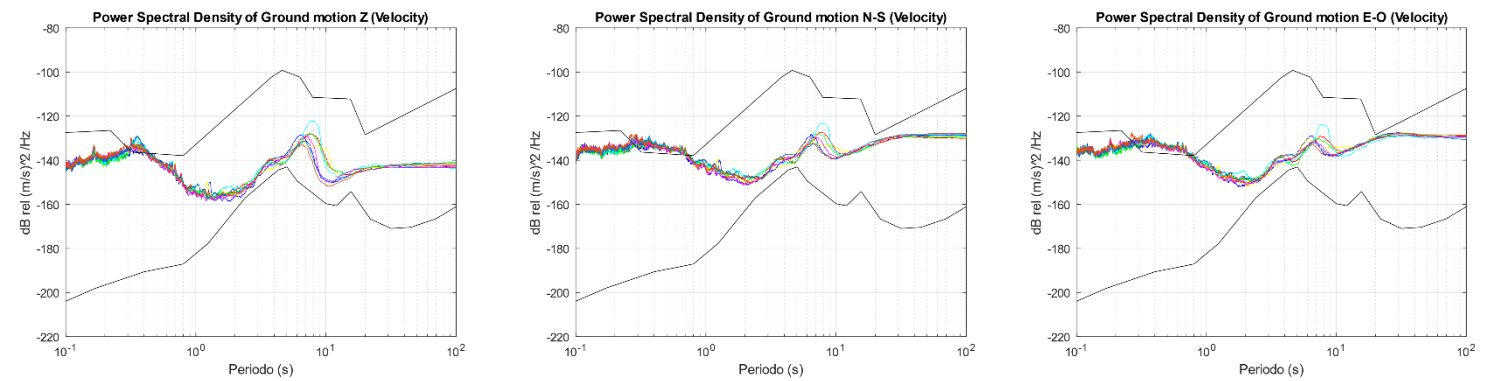
De 01:00 a 01:59 UTC



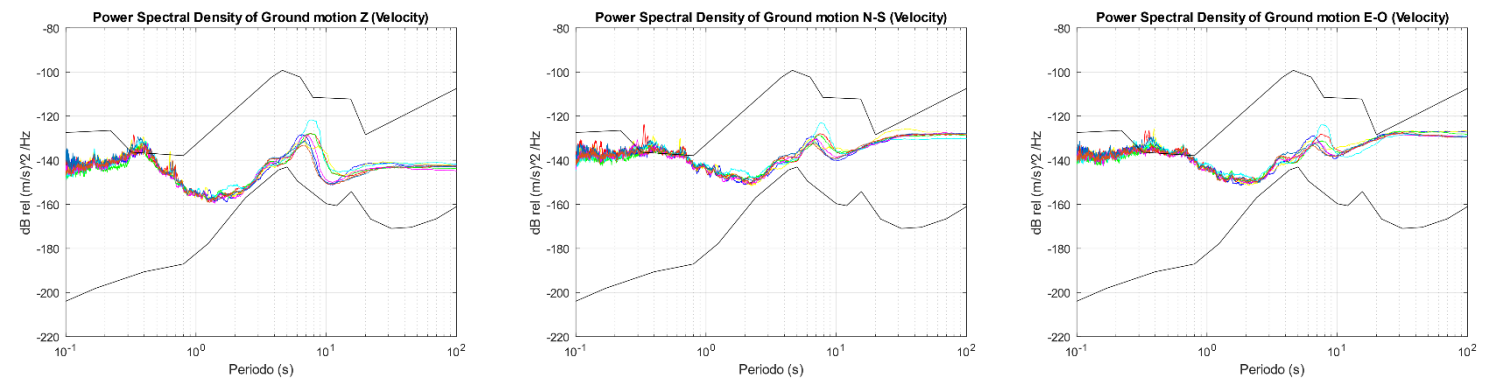
De 02:00 a 02:59 UTC



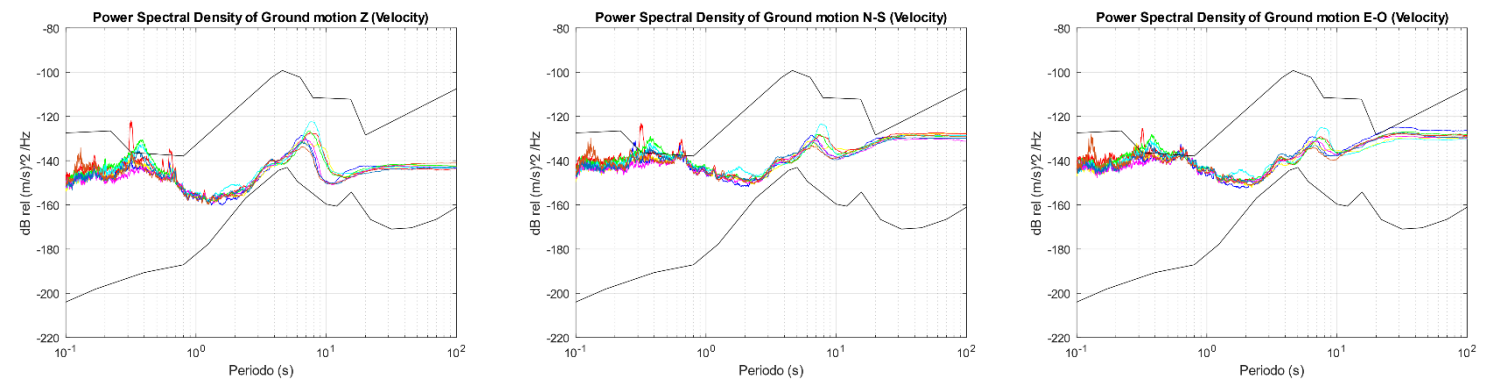
De 03:00 a 03:59 UTC



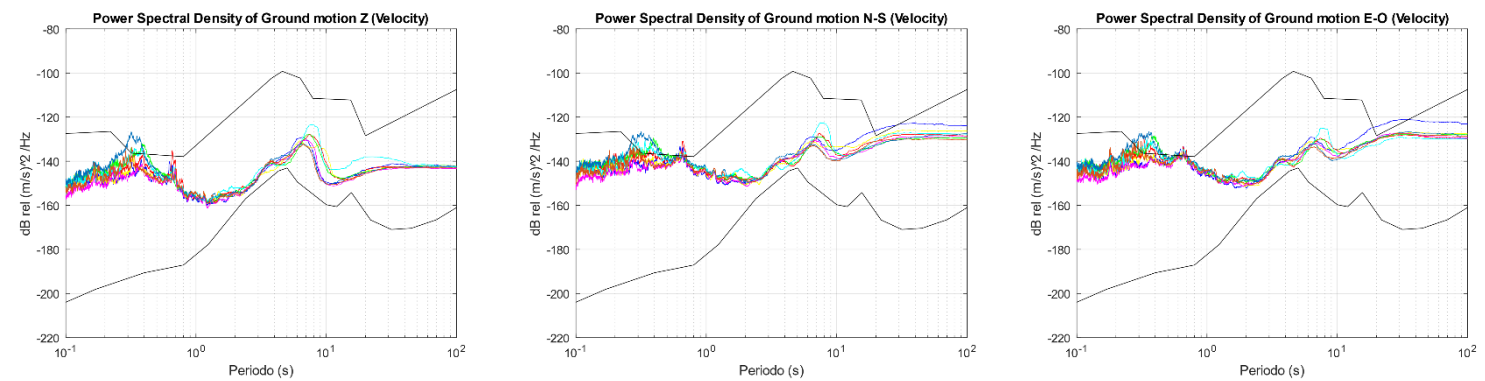
De 04:00 a 04:59 UTC



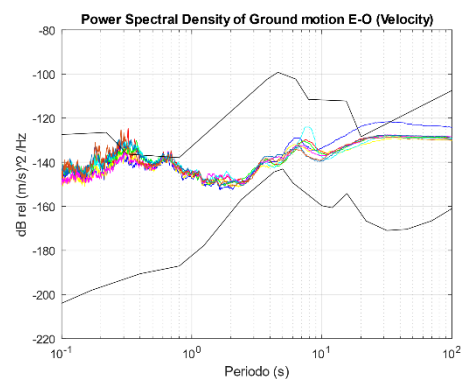
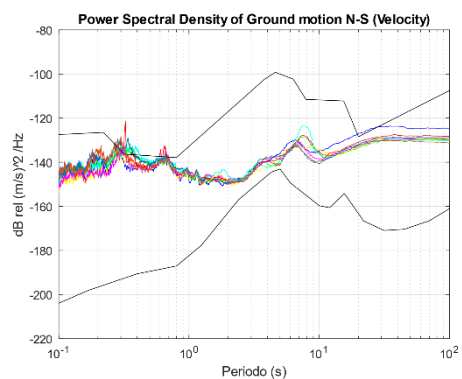
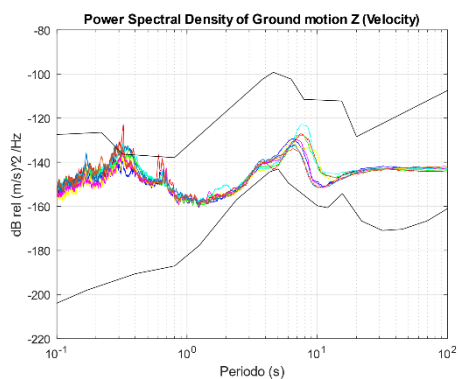
De 05:00 a 05:59 UTC



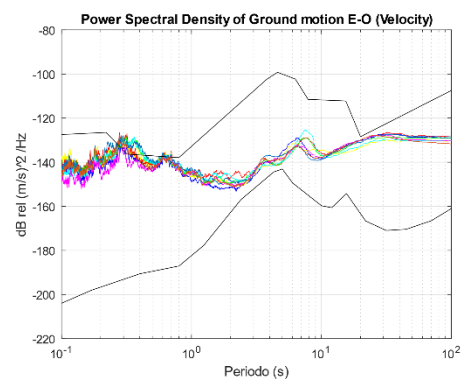
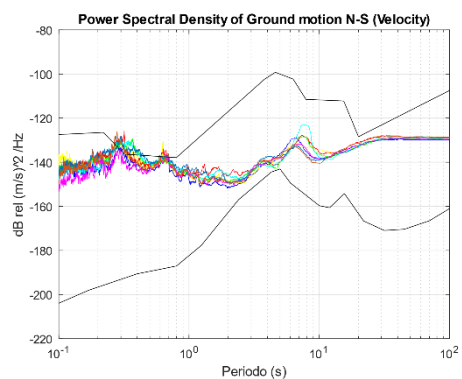
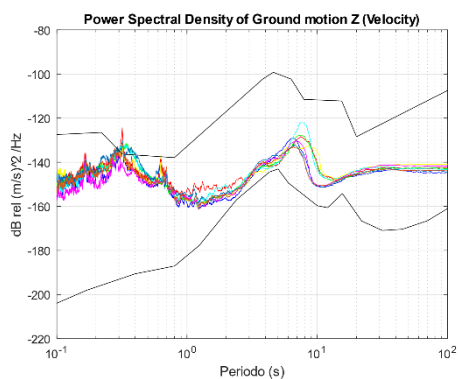
De 06:00 a 06:59 UTC



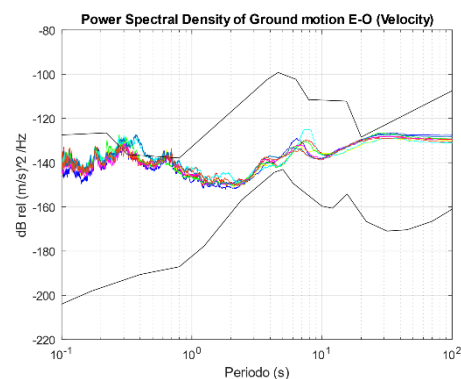
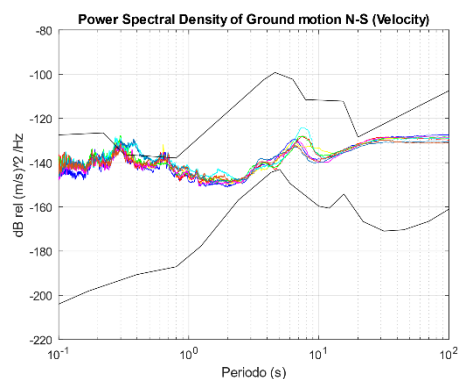
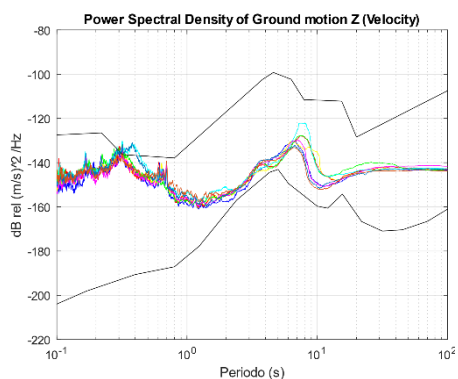
De 07:00 a 07:59 UTC



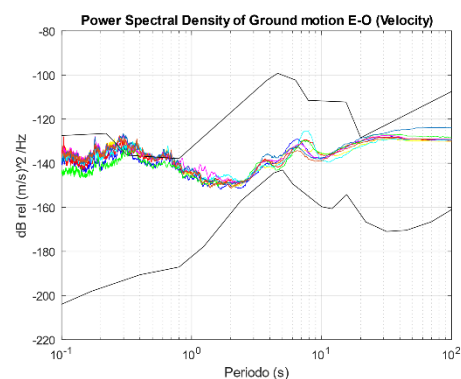
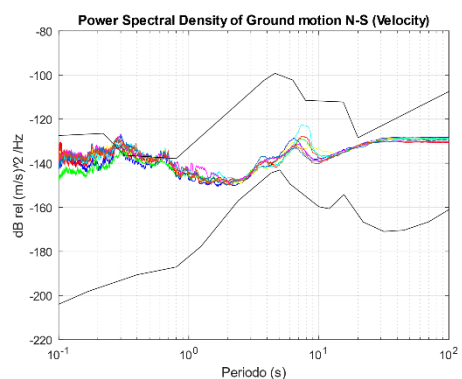
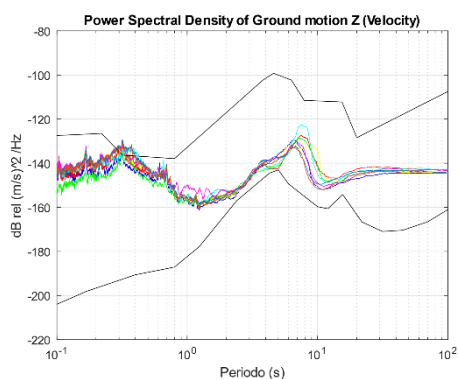
De 08:00 a 08:59 UTC



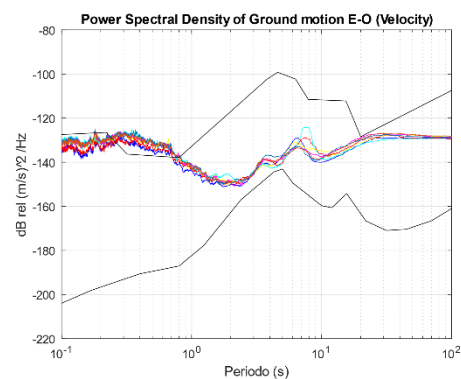
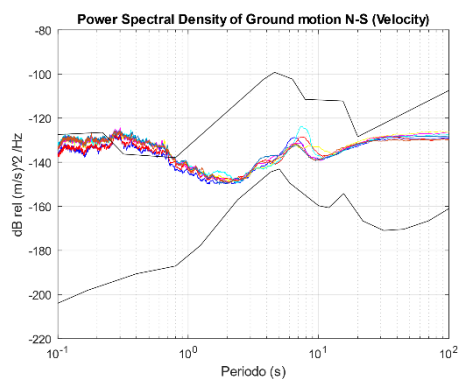
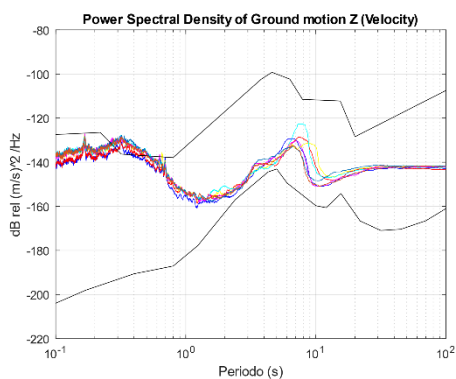
De 09:00 a 09:59 UTC



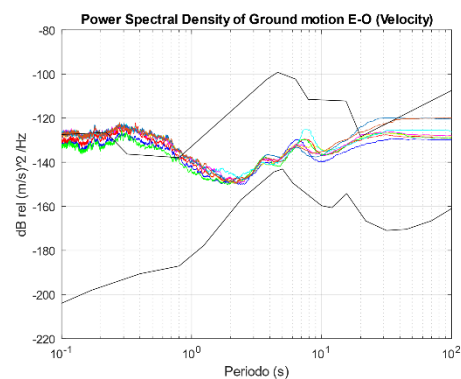
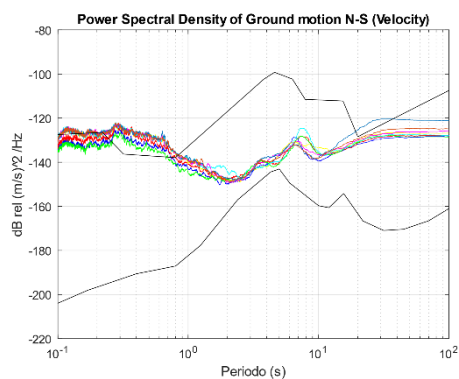
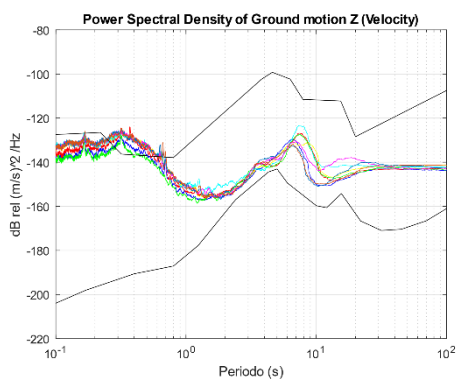
De 10:00 a 10:59 UTC



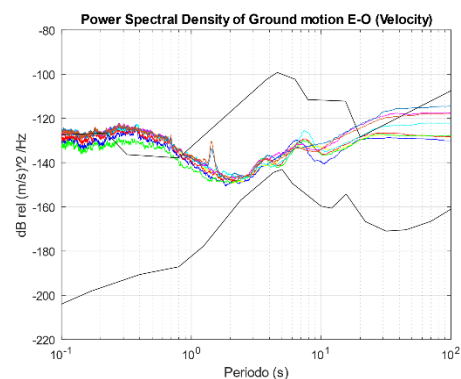
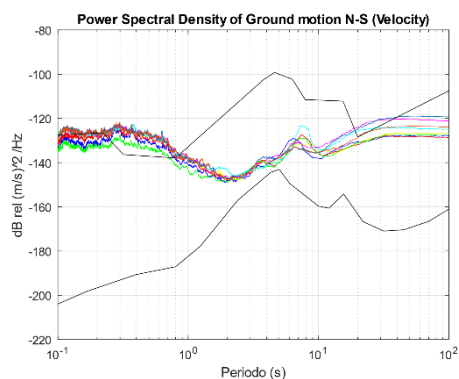
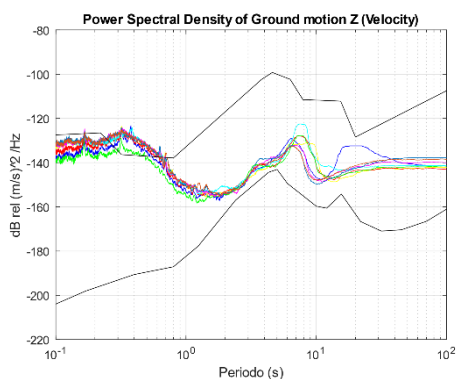
De 11:00 a 11:59 UTC



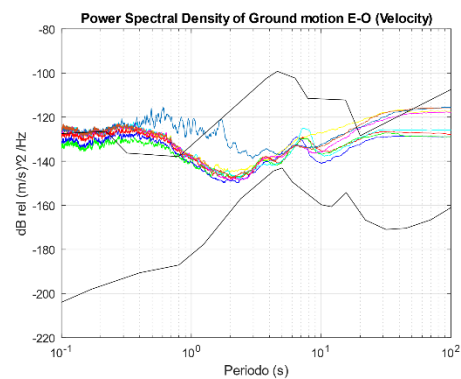
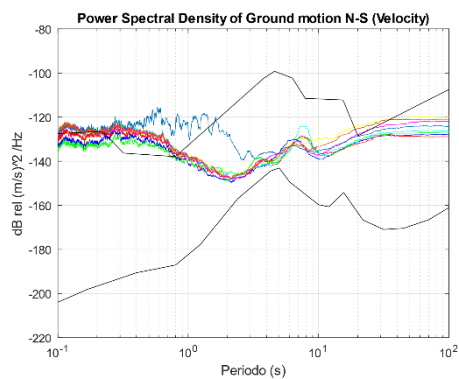
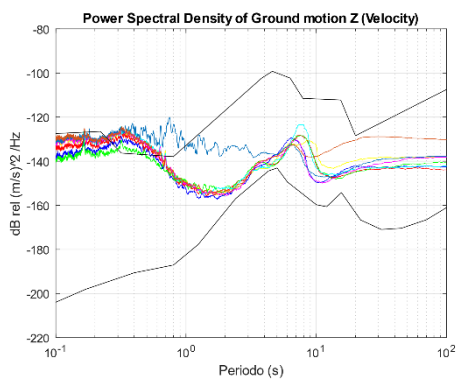
De 12:00 a 12:59 UTC



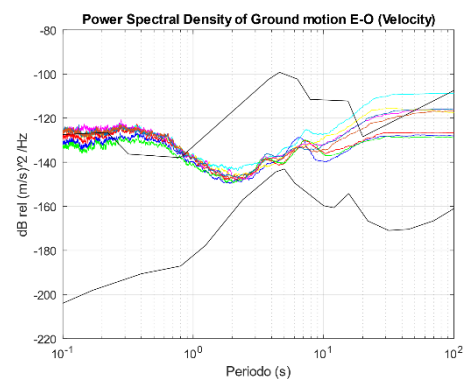
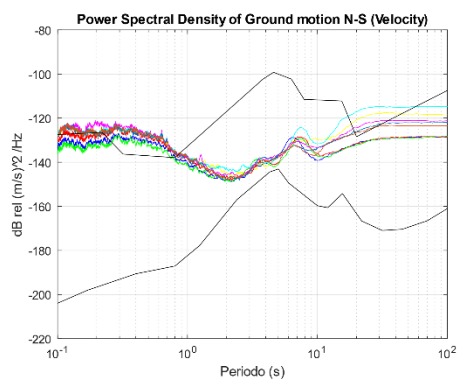
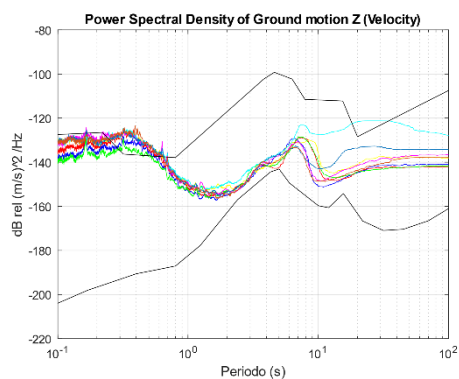
De 13:00 a 13:59 UTC



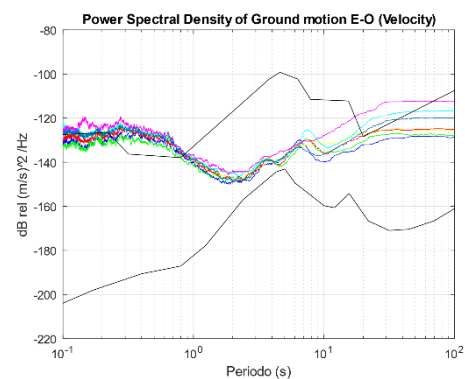
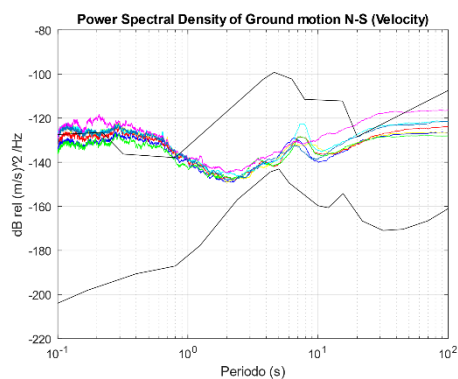
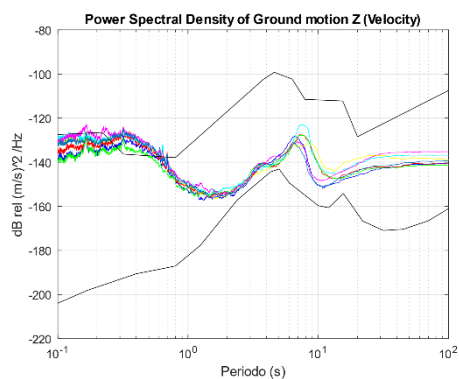
De 14:00 a 14:59 UTC



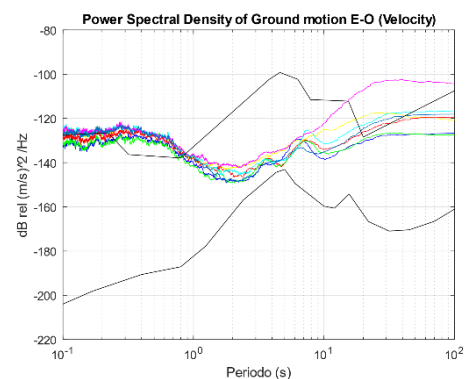
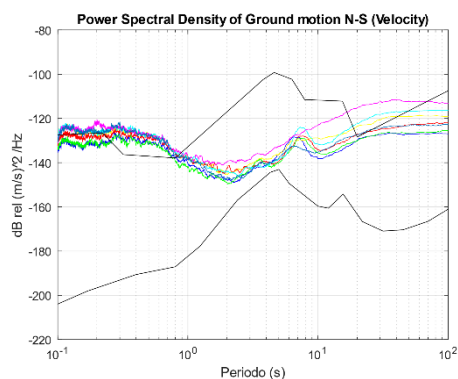
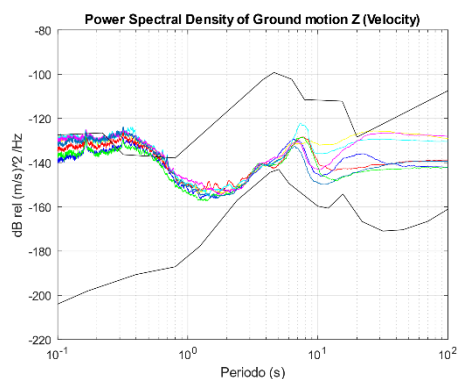
De 15:00 a 15:59 UTC



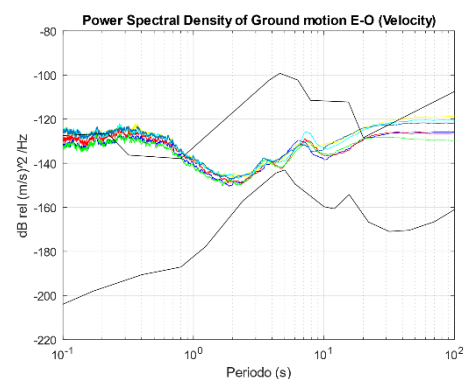
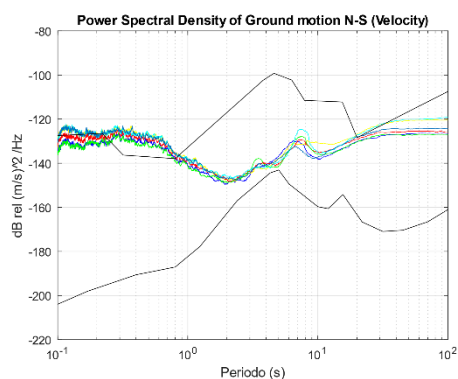
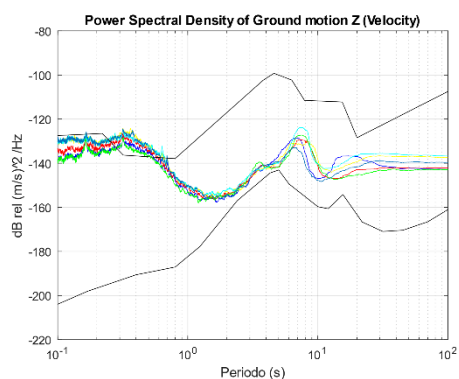
De 16:00 a 16:59 UTC



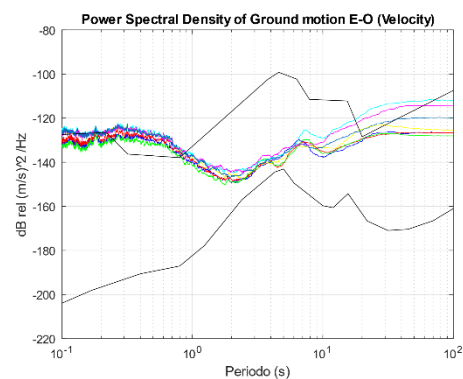
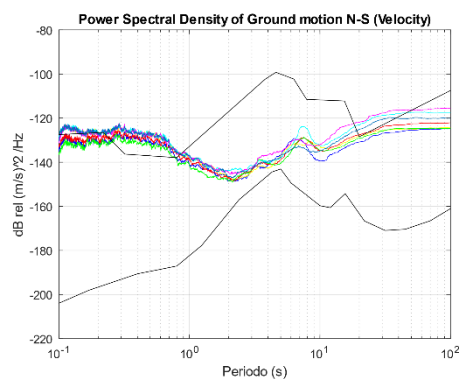
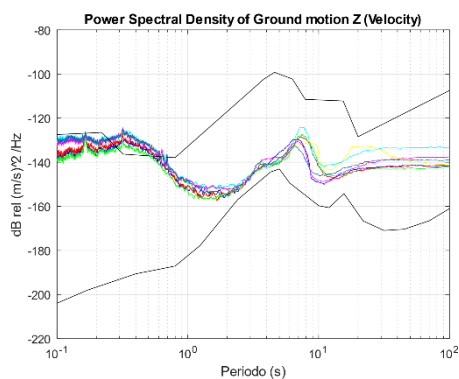
De 17:00 a 17:59 UTC



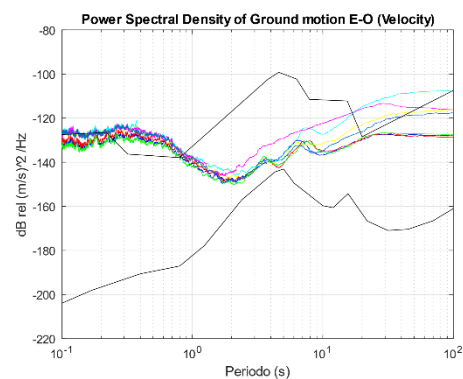
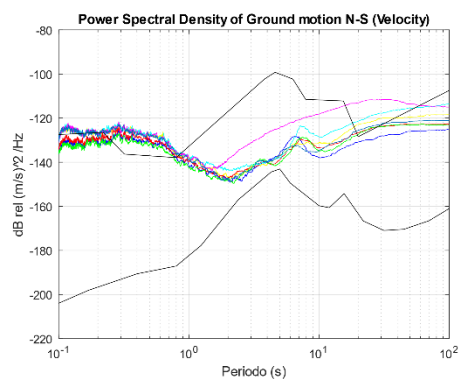
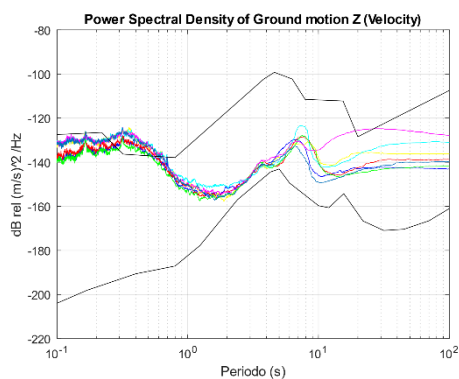
De 18:00 a 18:59 UTC



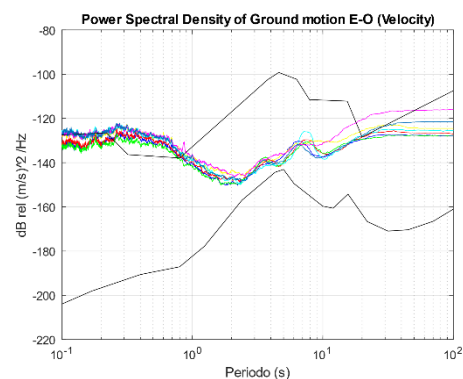
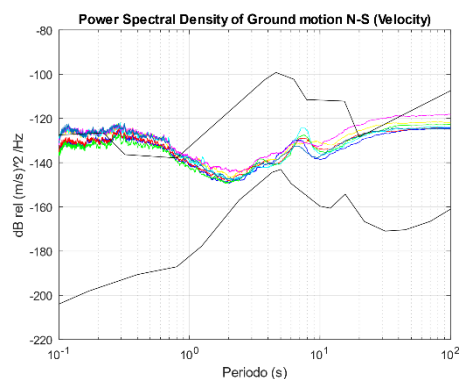
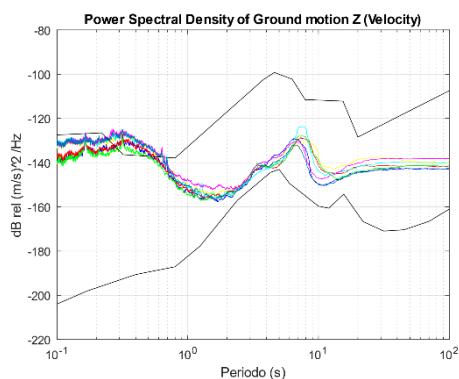
De 19:00 a 19:59 UTC



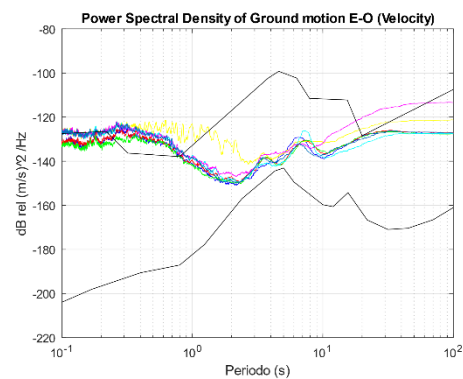
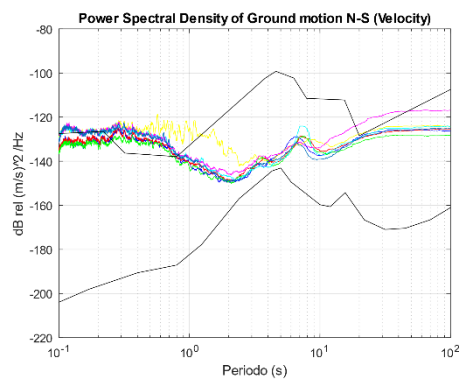
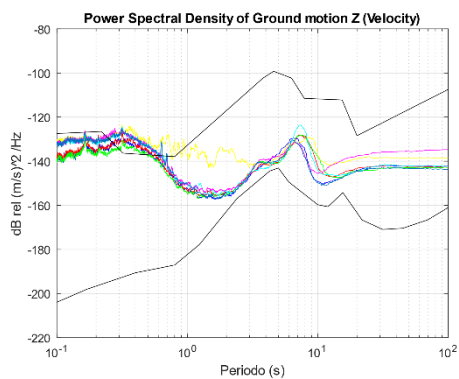
De 20:00 a 20:59 UTC



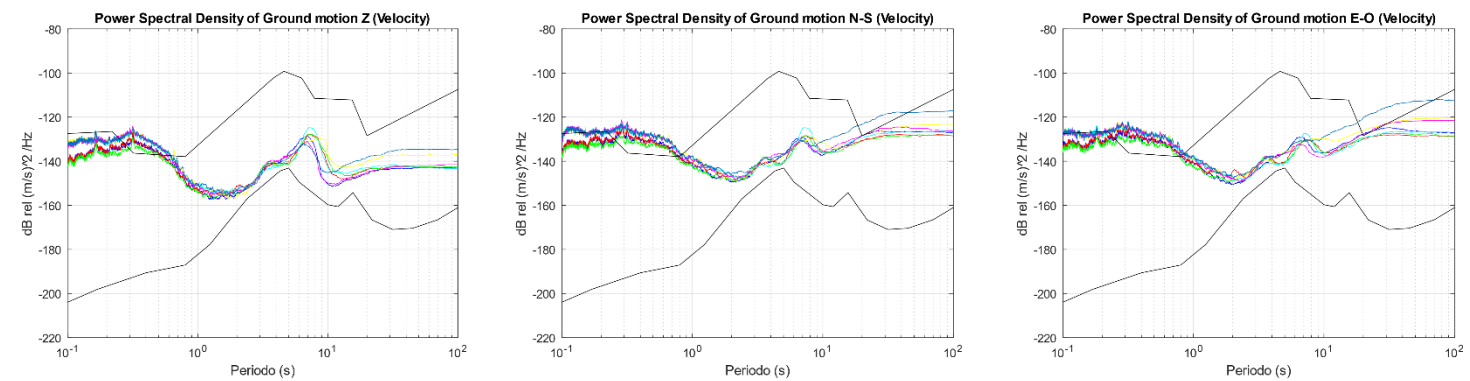
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

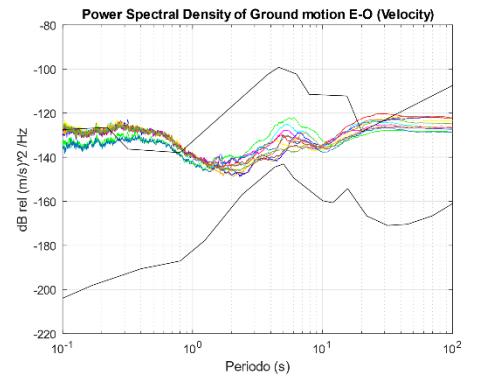
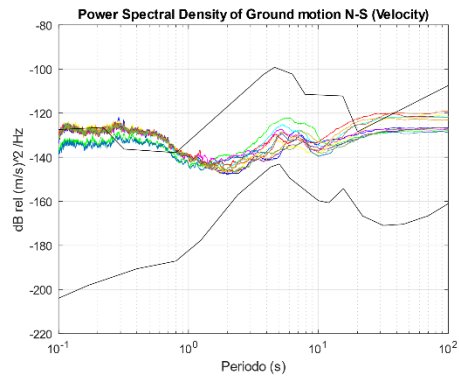
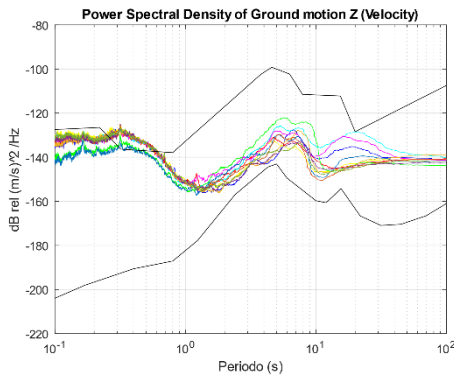


De 23:00 a 23:59 UTC

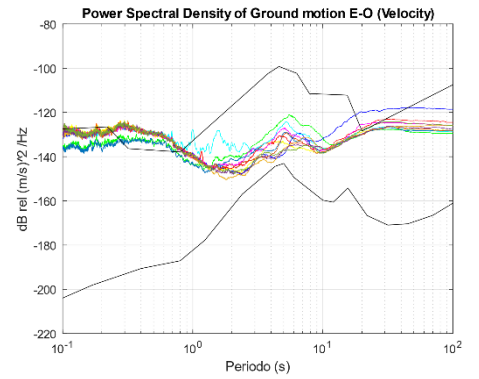
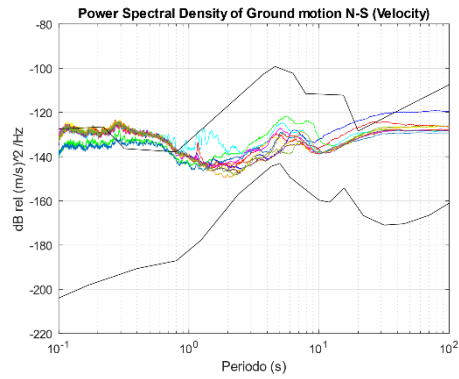
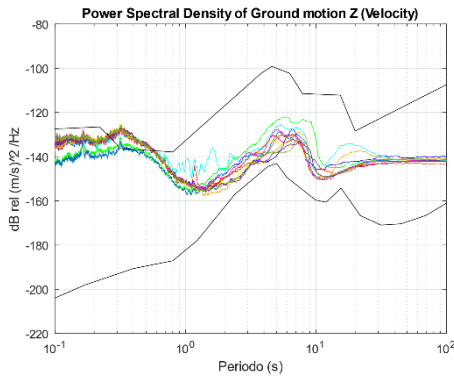


Junio

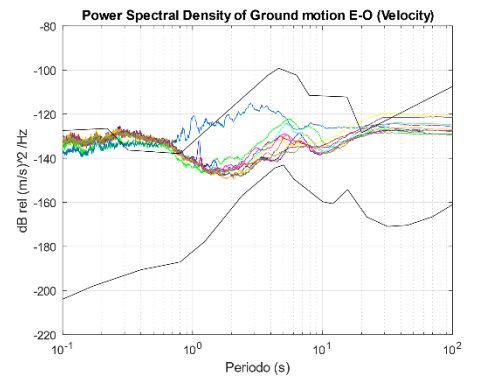
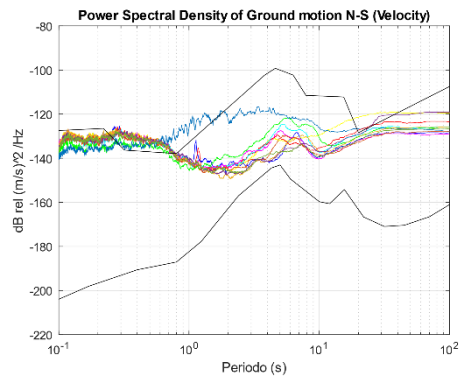
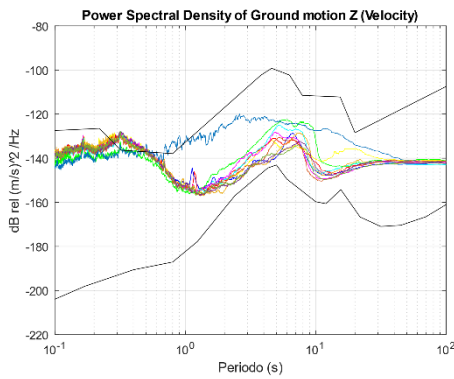
De 00:00 a 00:59 UTC



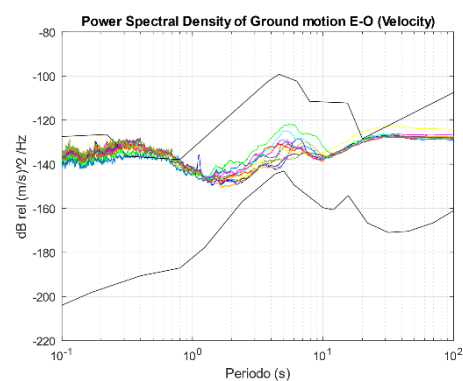
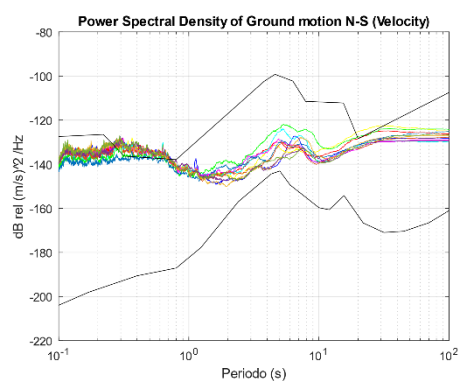
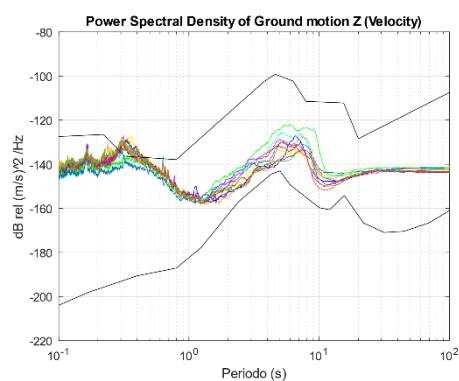
De 01:00 a 01:59 UTC



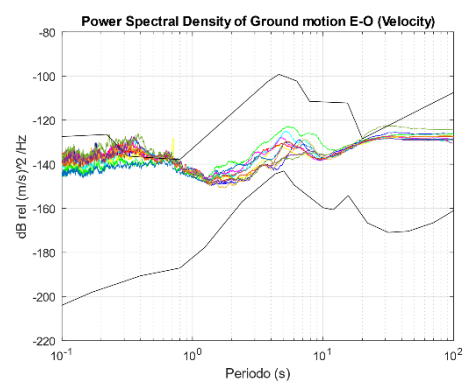
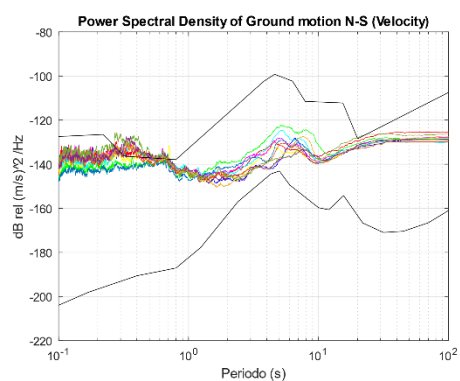
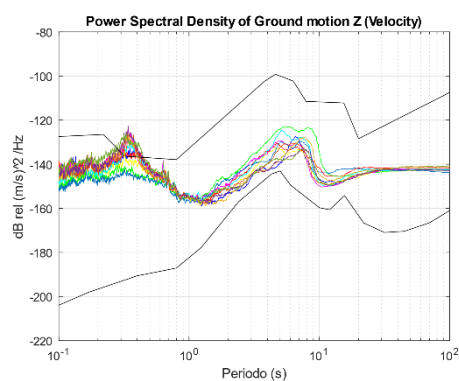
De 02:00 a 02:59 UTC



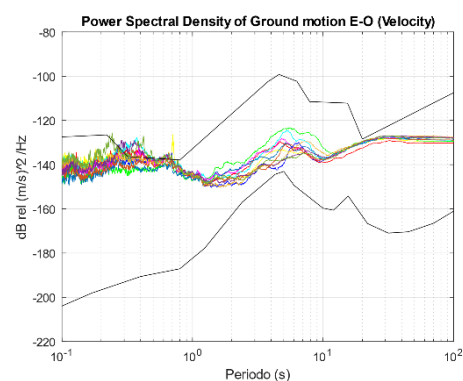
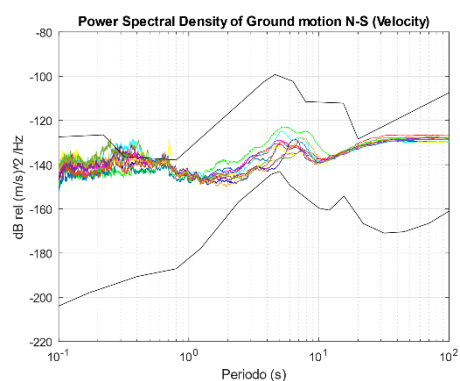
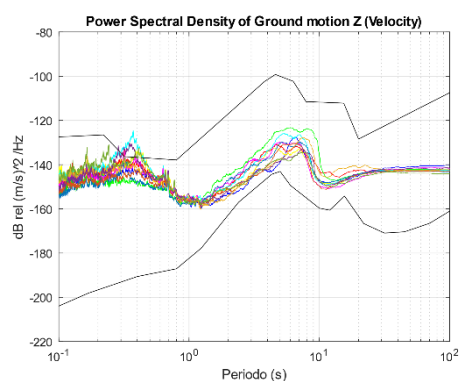
De 03:00 a 03:59 UTC



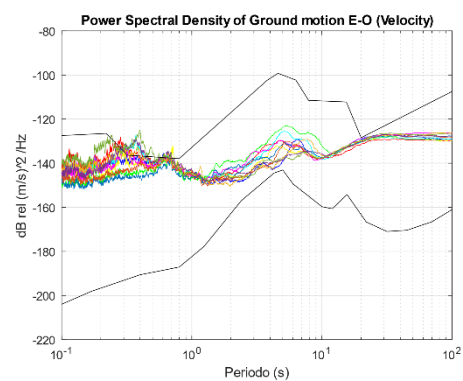
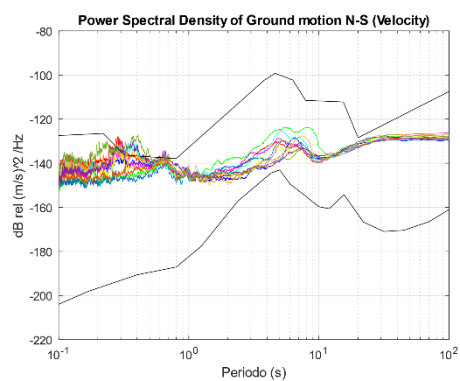
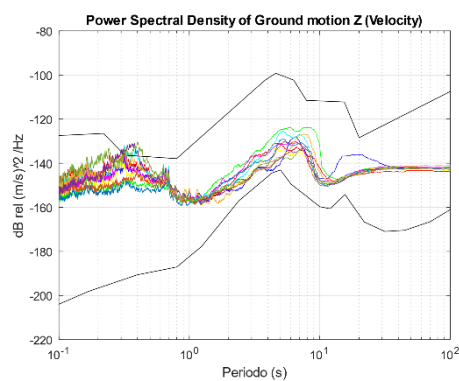
De 04:00 a 04:59 UTC



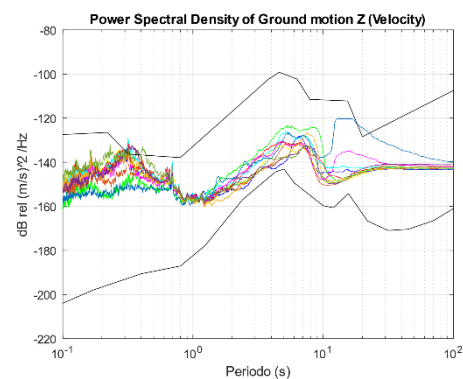
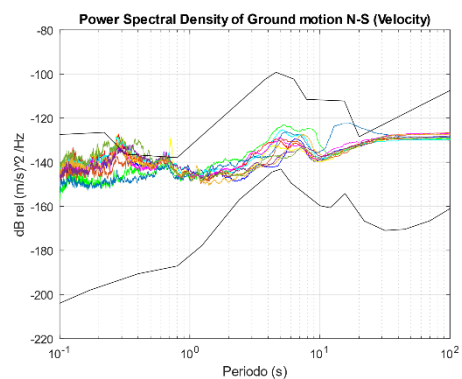
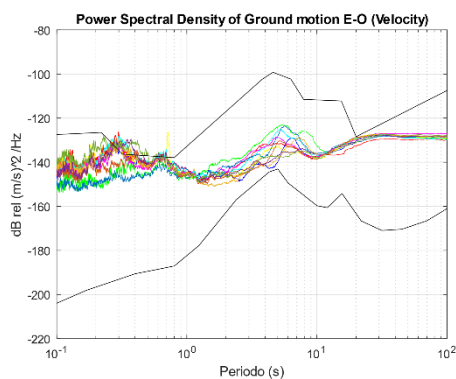
De 05:00 a 05:59 UTC



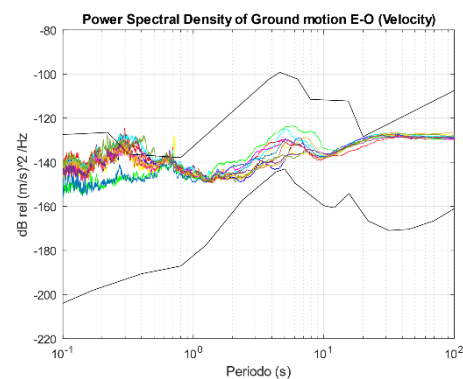
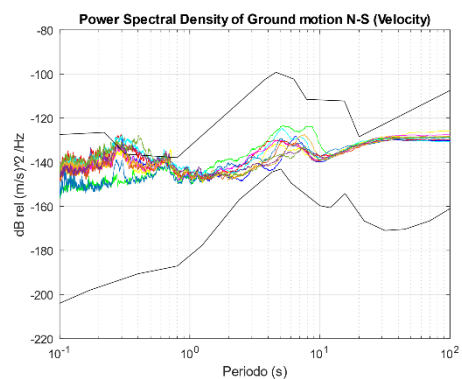
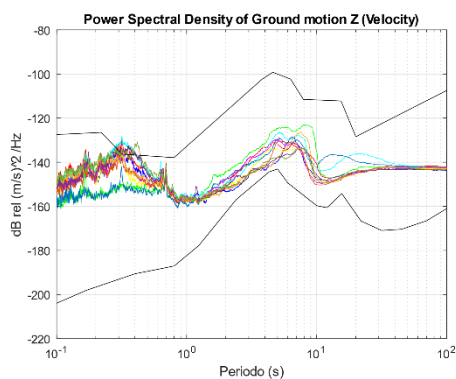
De 06:00 a 06:59 UTC



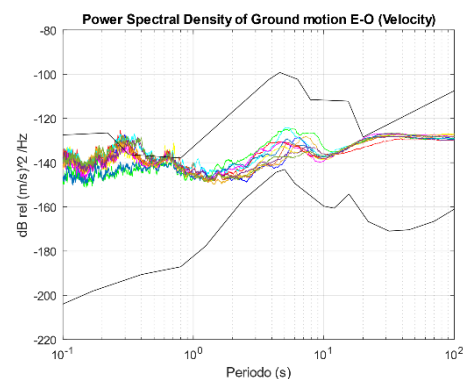
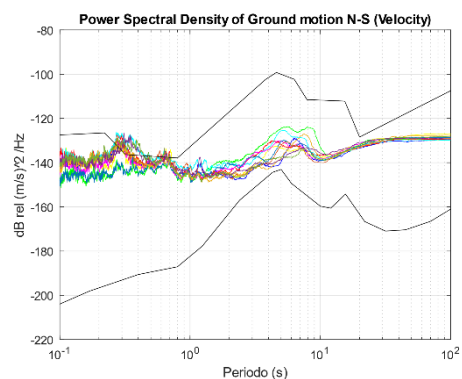
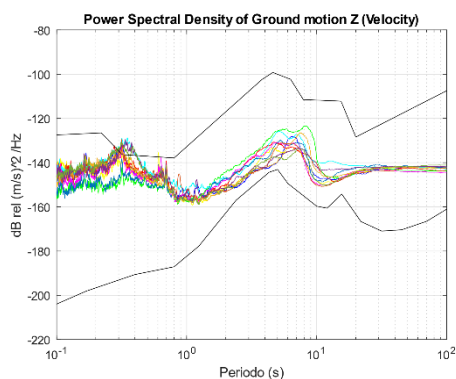
De 07:00 a 07:59 UTC



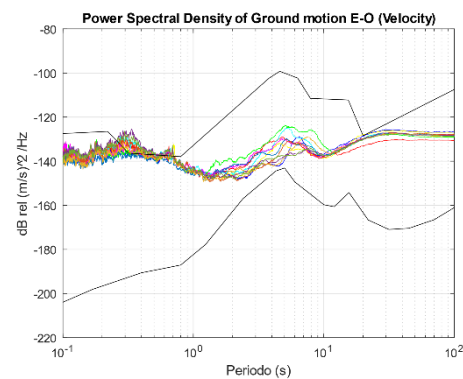
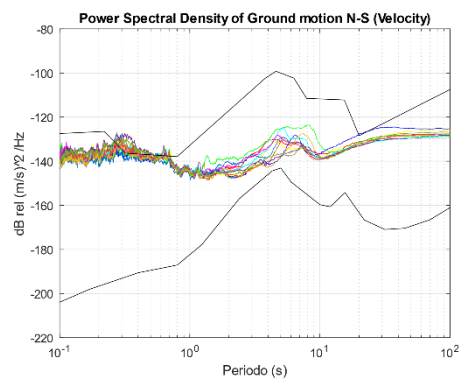
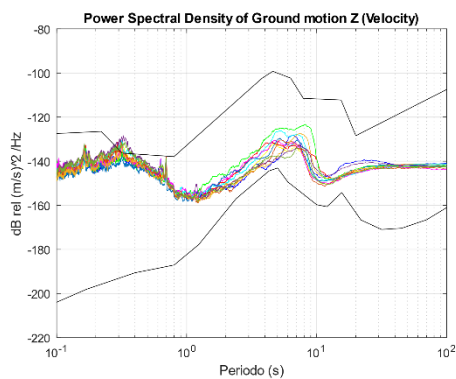
De 08:00 a 08:59 UTC



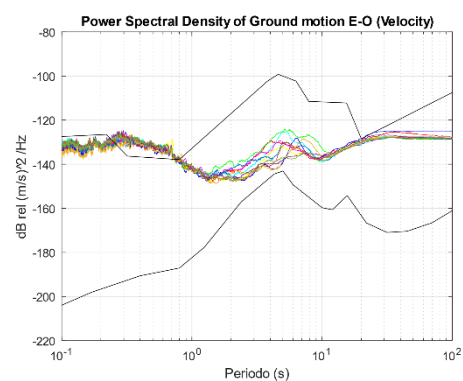
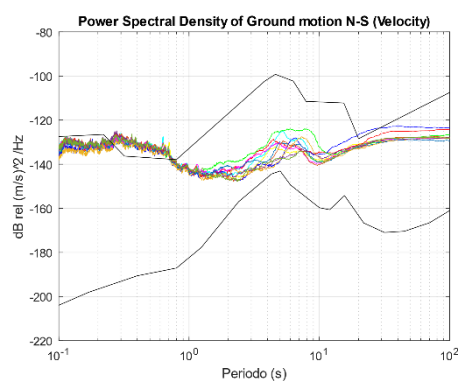
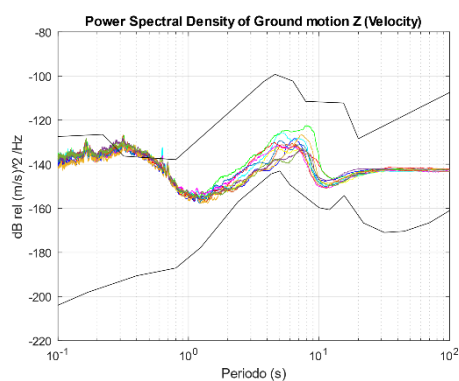
De 09:00 a 09:59 UTC



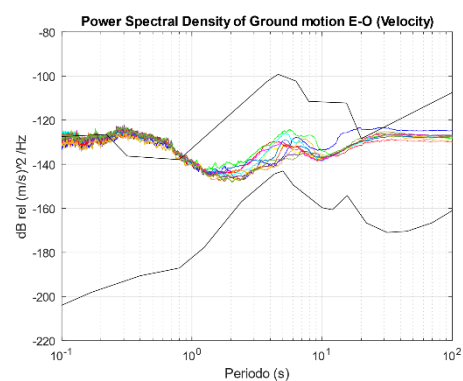
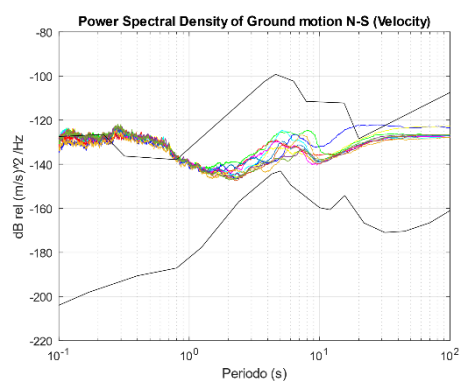
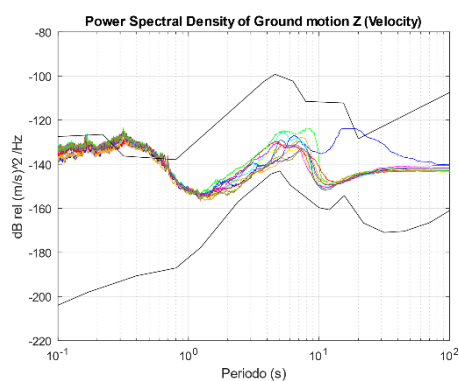
De 10:00 a 10:59 UTC



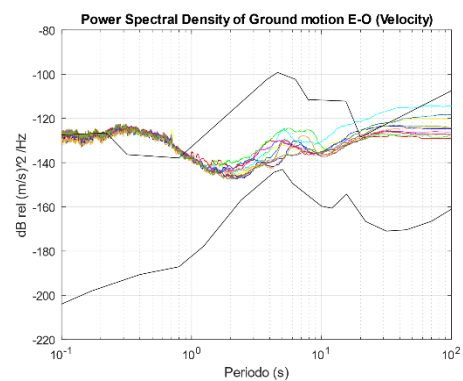
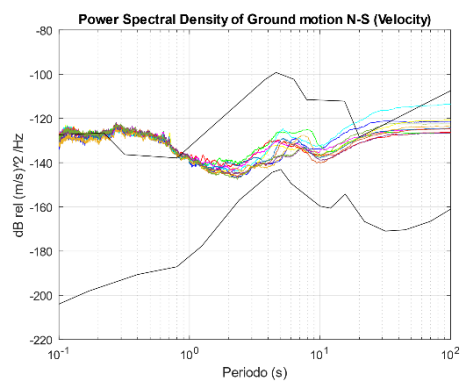
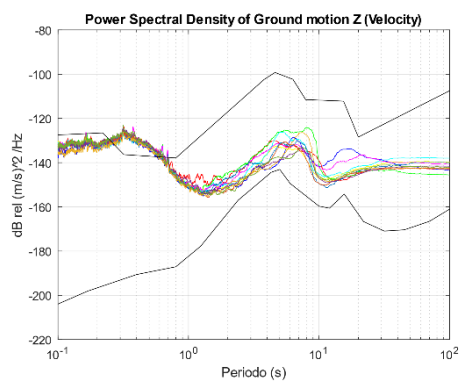
De 11:00 a 11:59 UTC



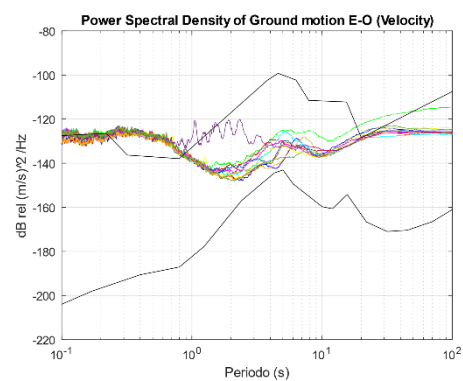
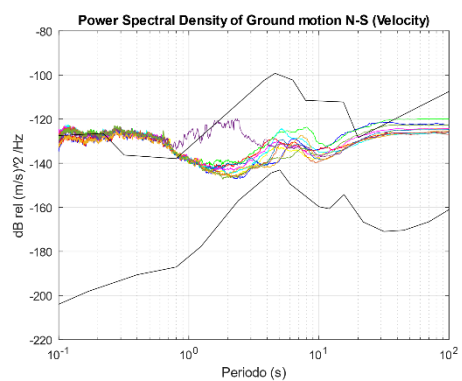
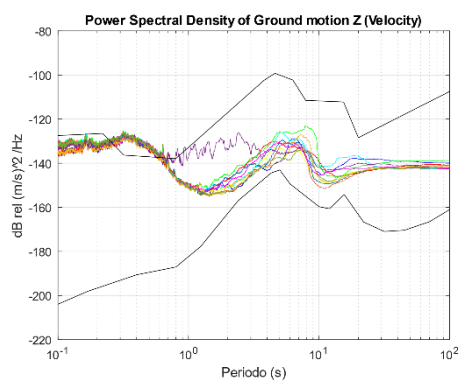
De 12:00 a 12:59 UTC



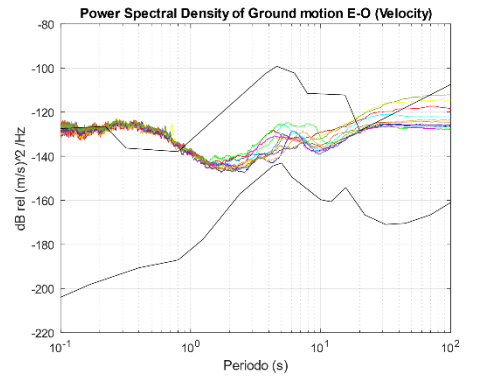
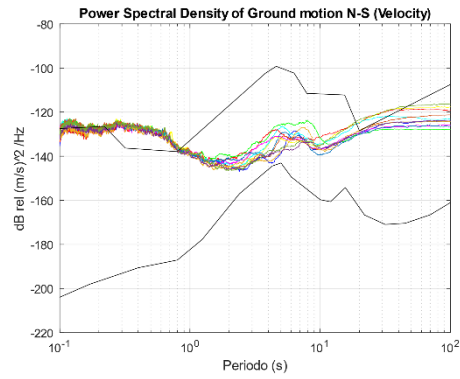
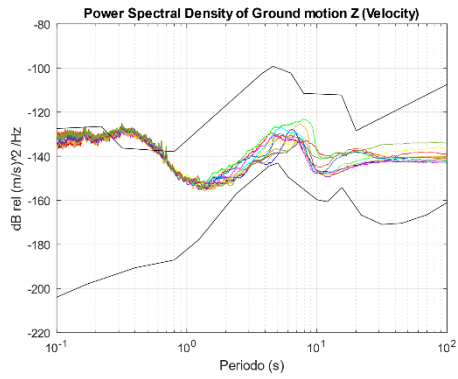
De 13:00 a 13:59 UTC



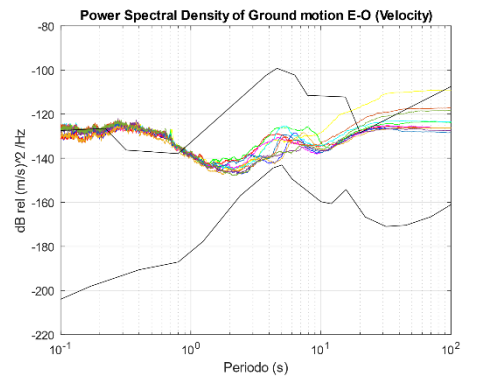
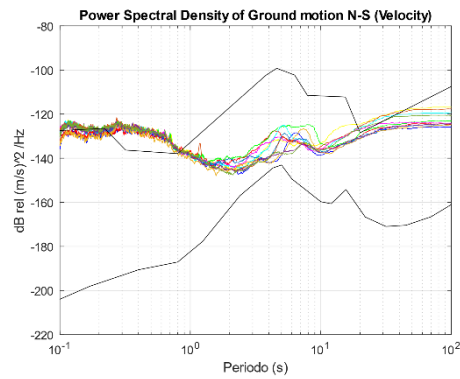
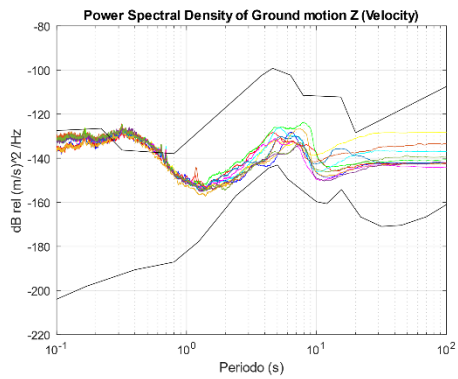
De 14:00 a 14:59 UTC



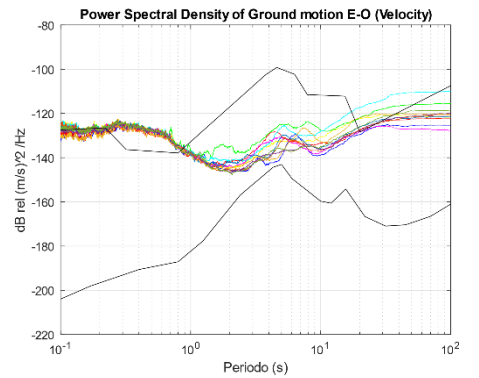
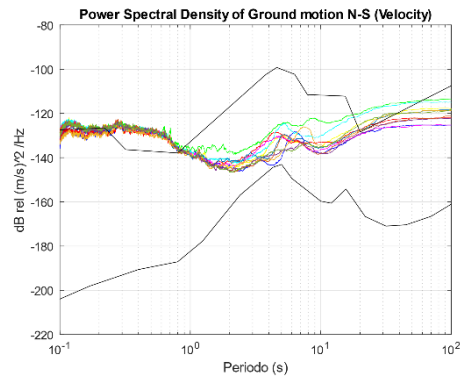
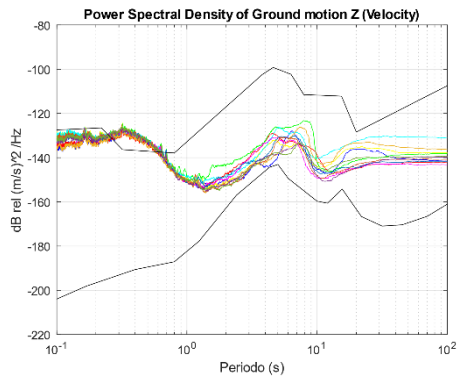
De 15:00 a 15:59 UTC



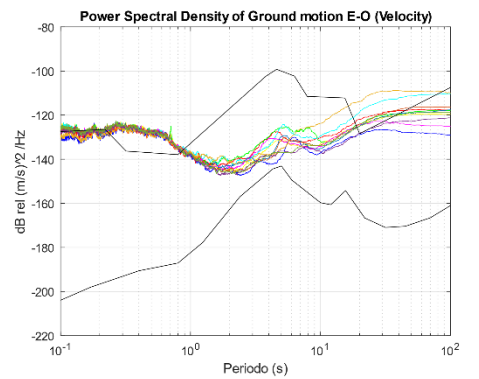
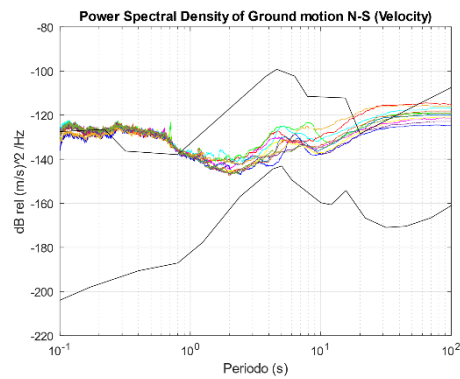
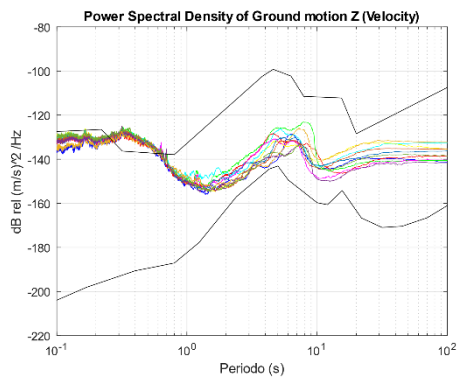
De 16:00 a 16:59 UTC



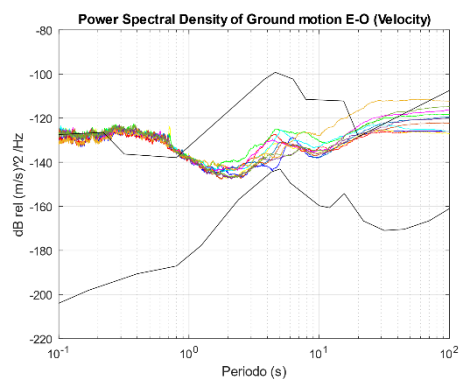
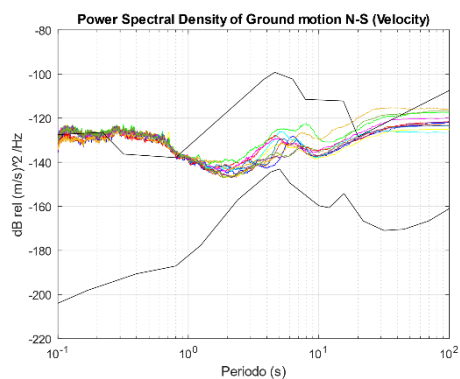
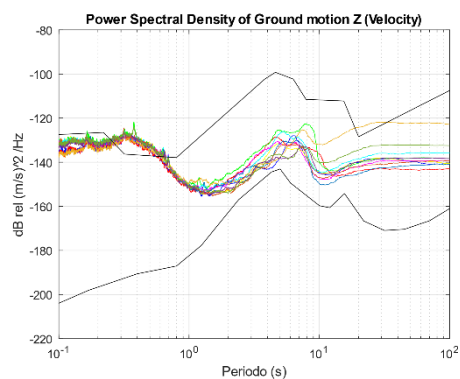
De 17:00 a 17:59 UTC



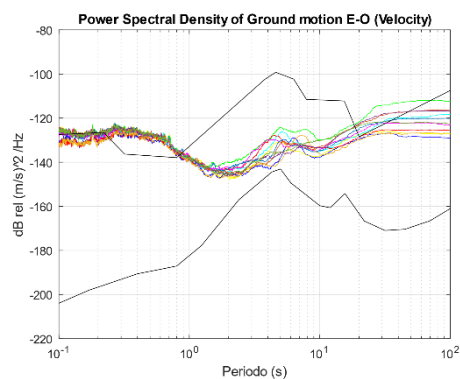
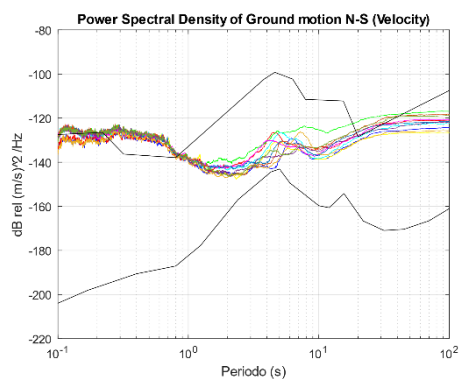
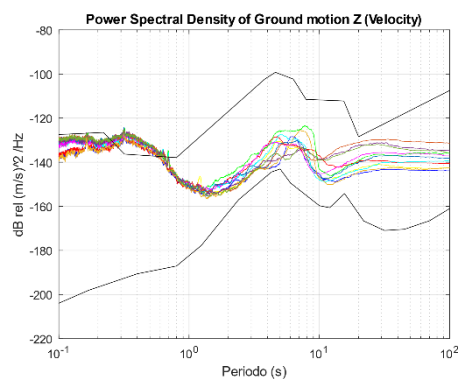
De 18:00 a 18:59 UTC



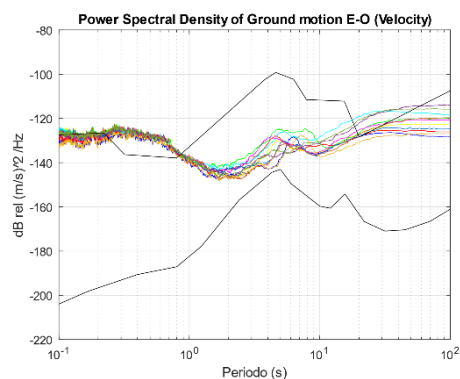
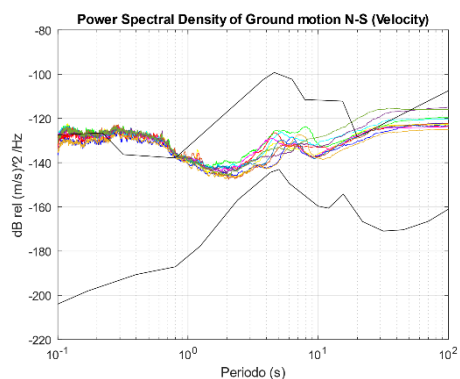
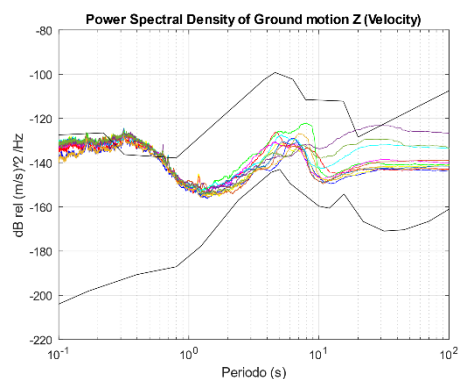
De 19:00 a 19:59 UTC



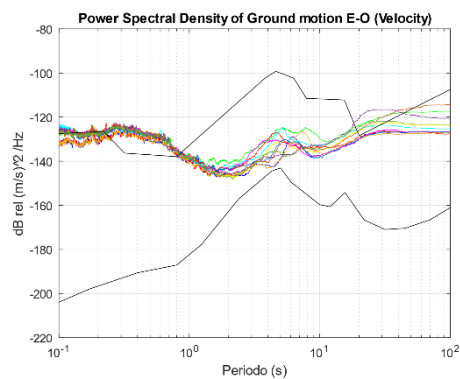
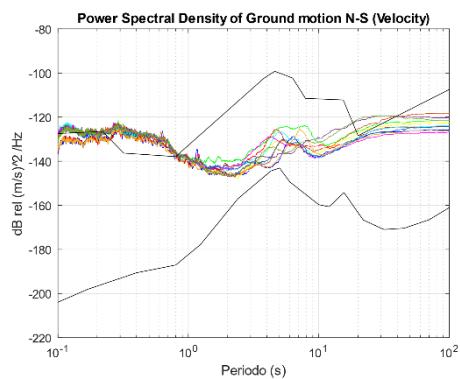
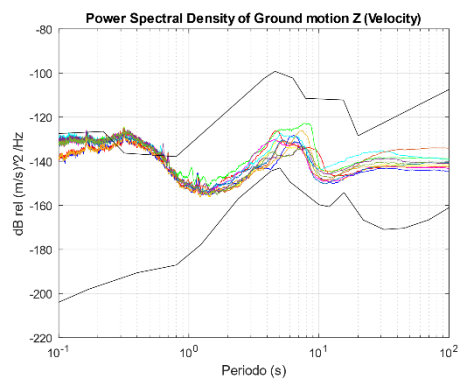
De 20:00 a 20:59 UTC



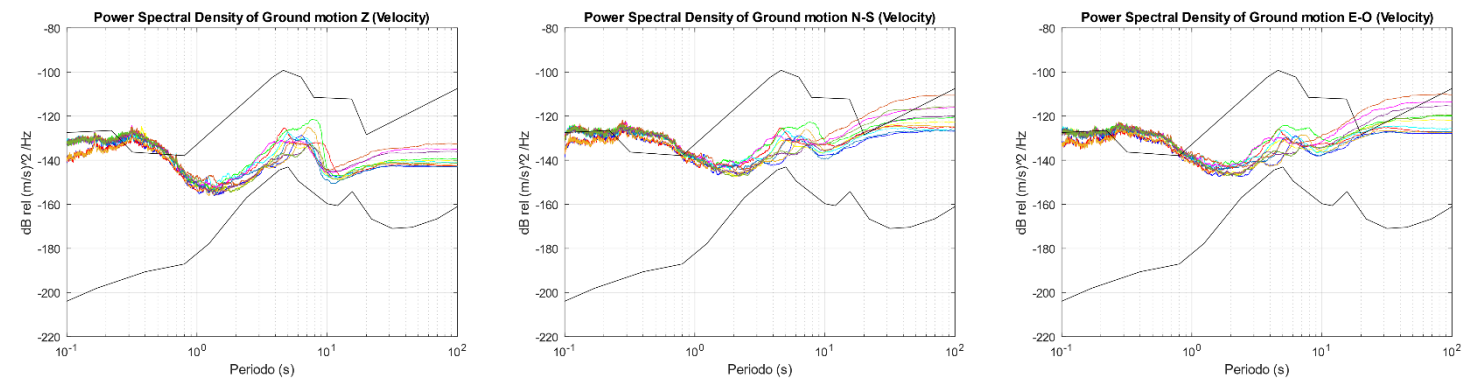
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

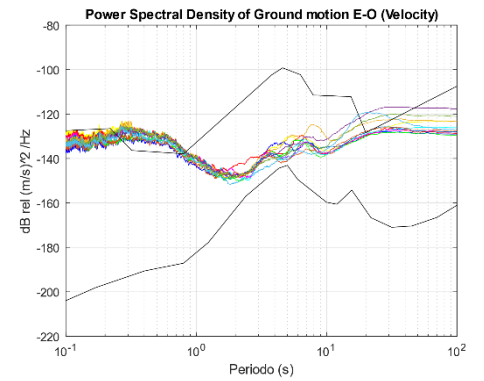
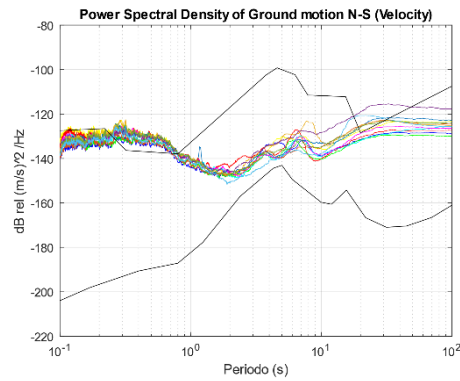
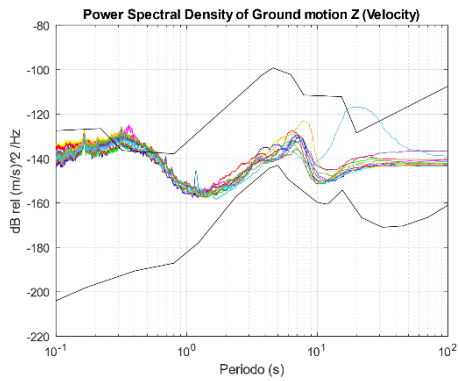


De 23:00 a 23:59 UTC

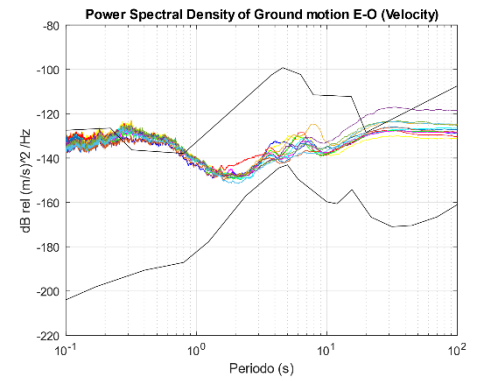
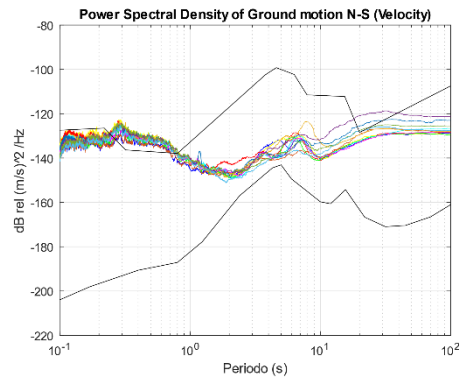
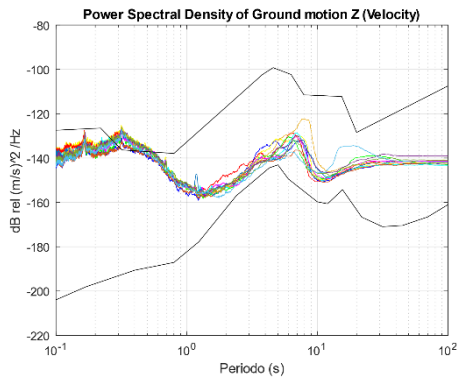


Julio

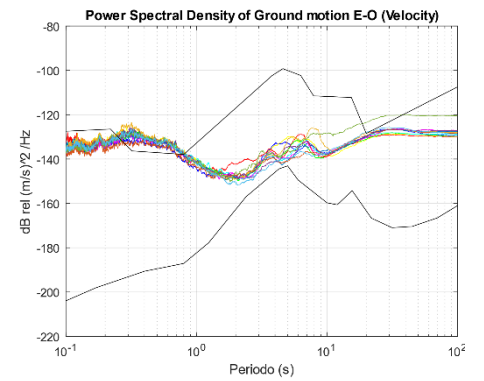
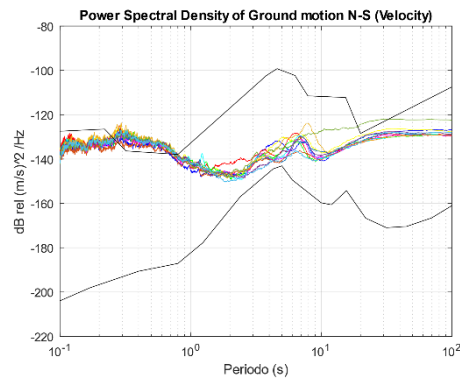
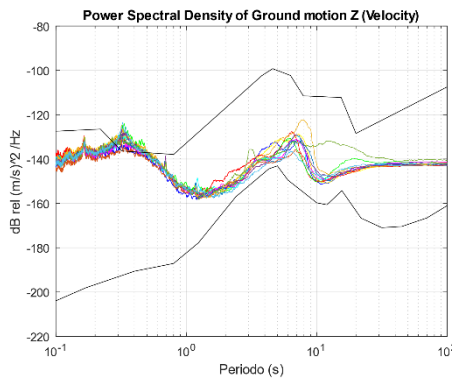
De 00:00 a 00:59 UTC



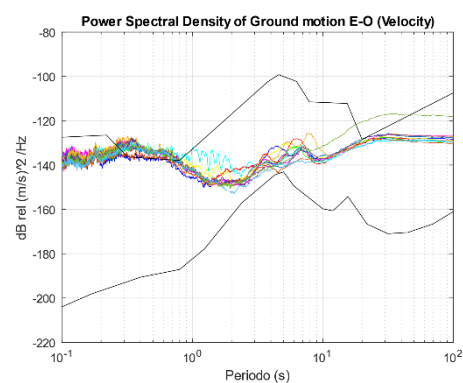
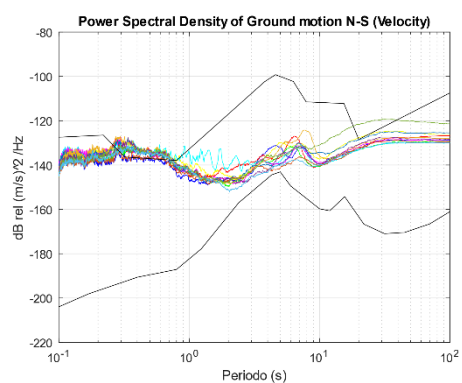
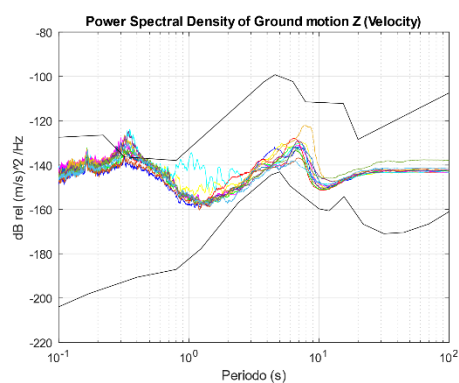
De 01:00 a 01:59 UTC



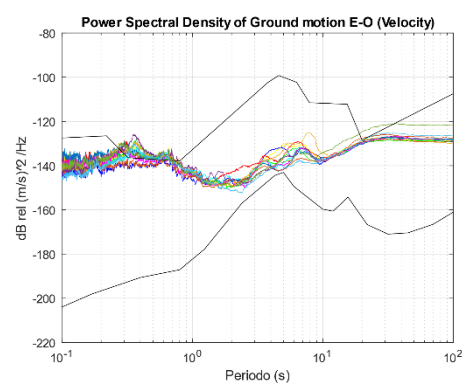
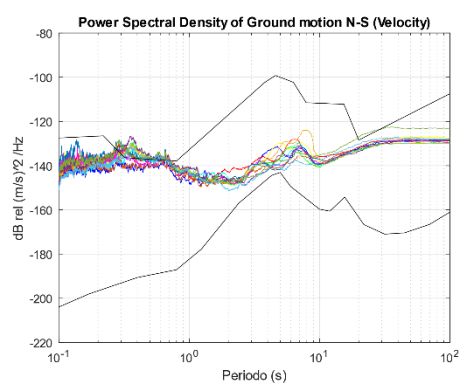
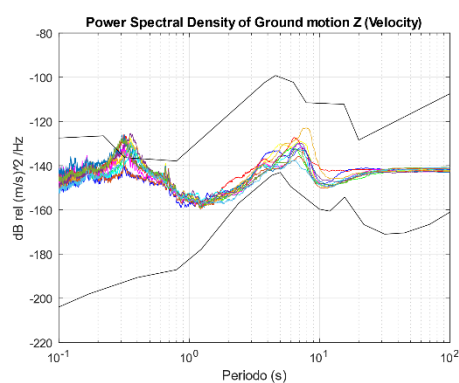
De 02:00 a 02:59 UTC



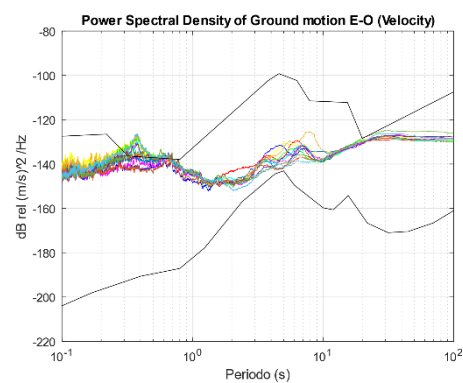
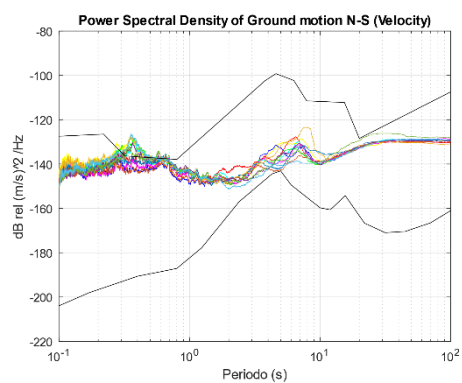
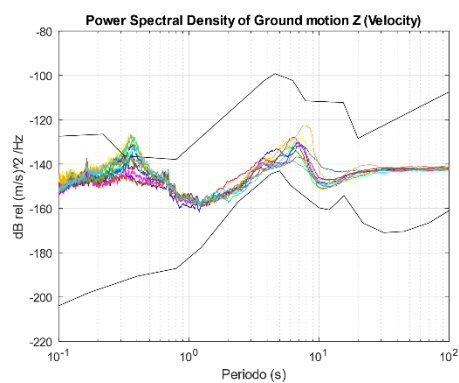
De 03:00 a 03:59 UTC



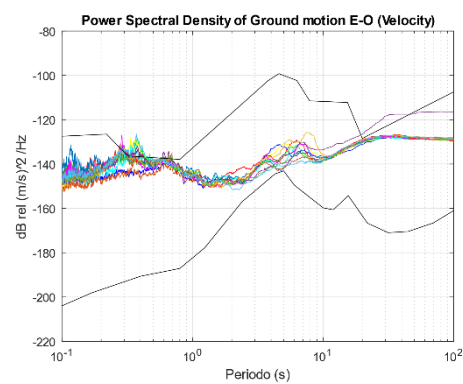
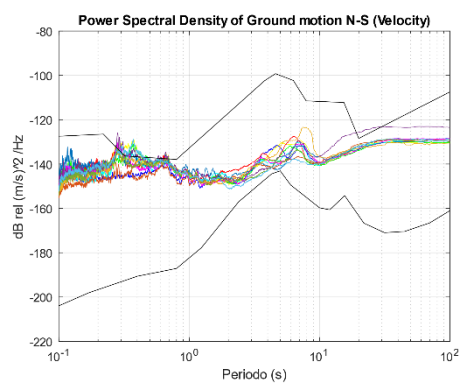
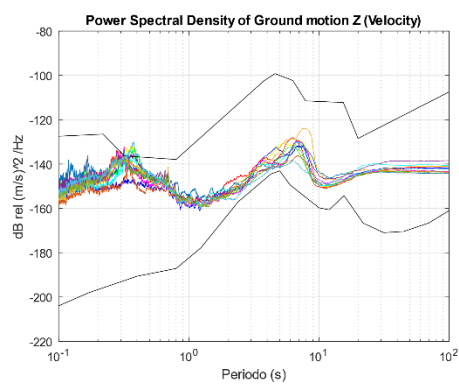
De 04:00 a 04:59 UTC



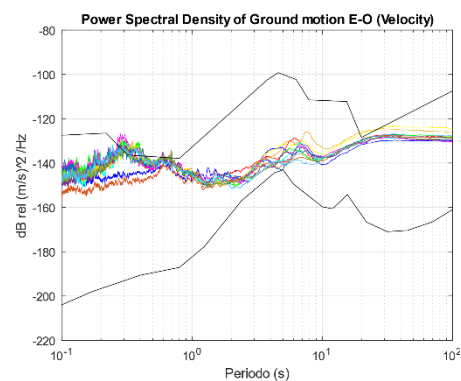
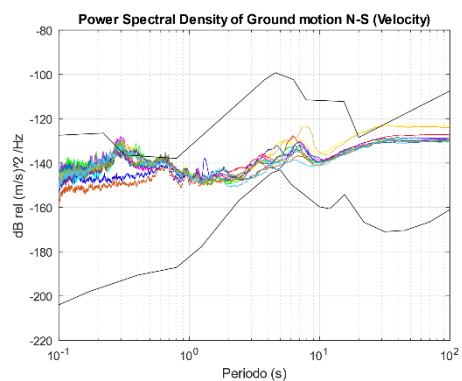
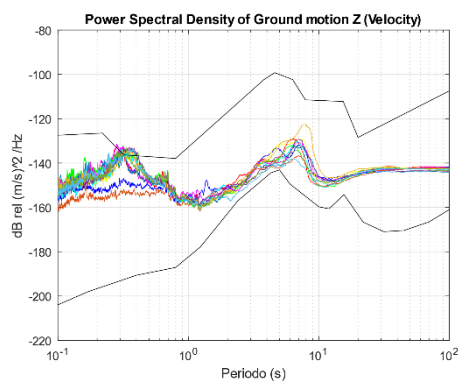
De 05:00 a 05:59 UTC



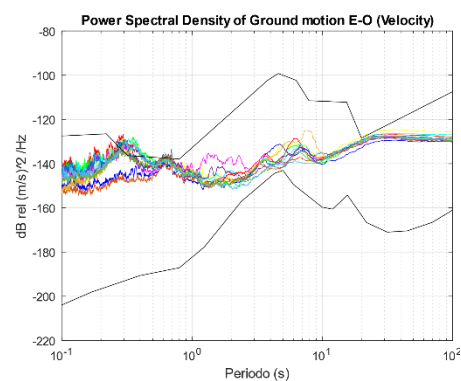
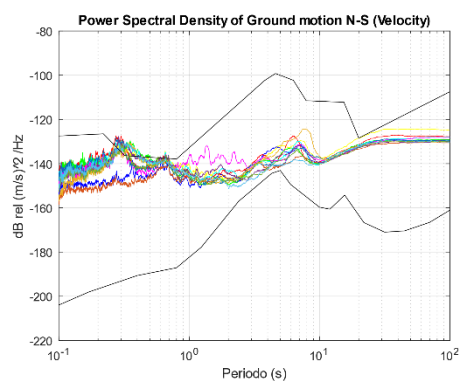
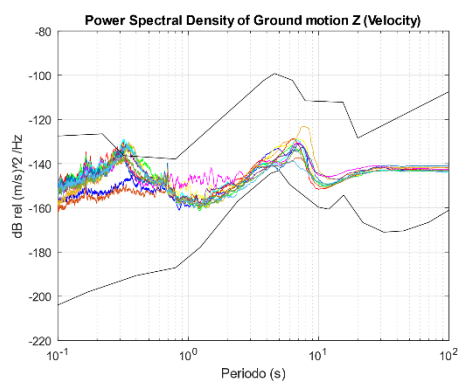
De 06:00 a 06:59 UTC



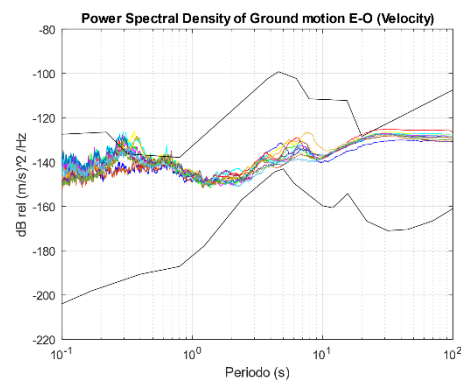
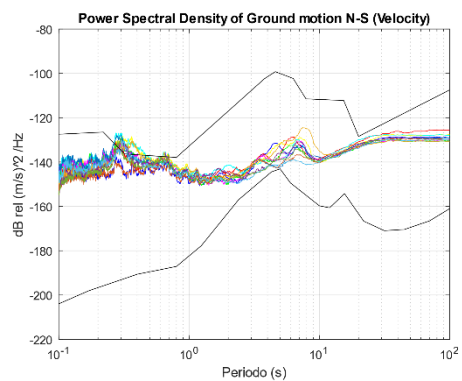
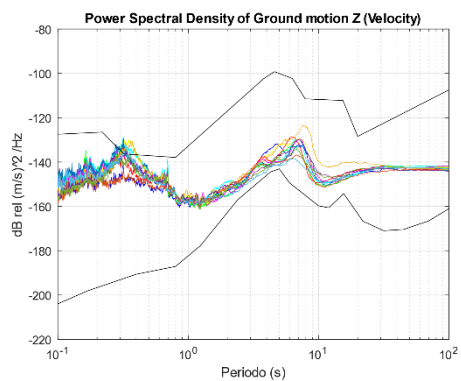
De 07:00 a 07:59 UTC



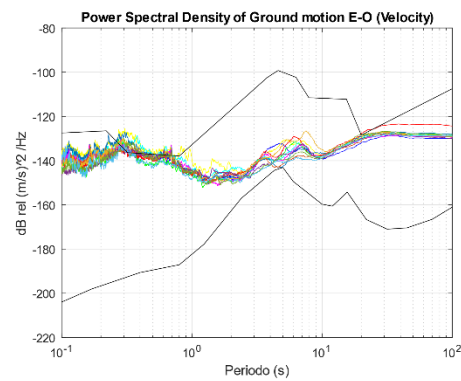
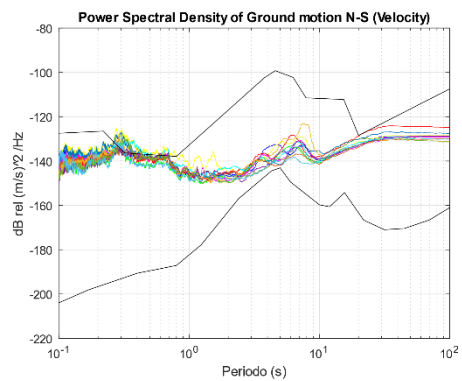
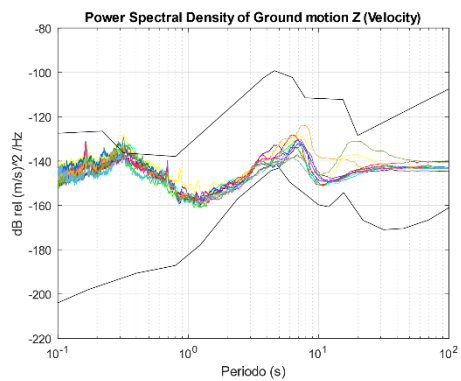
De 08:00 a 08:59 UTC



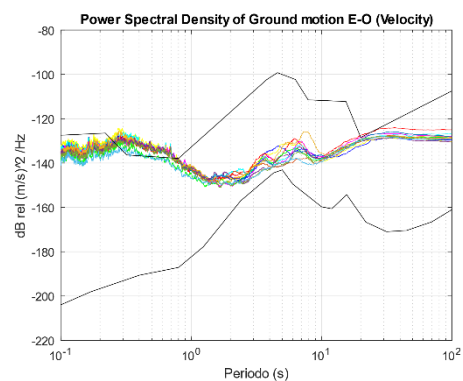
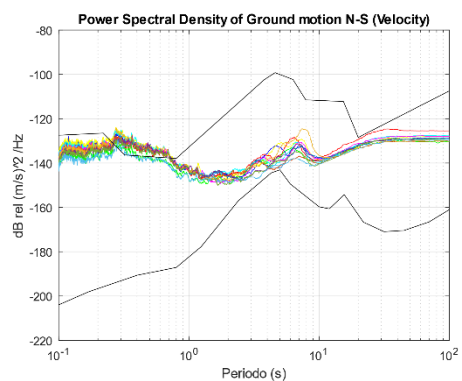
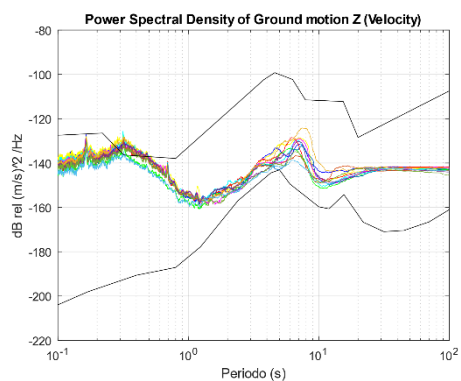
De 09:00 a 09:59 UTC



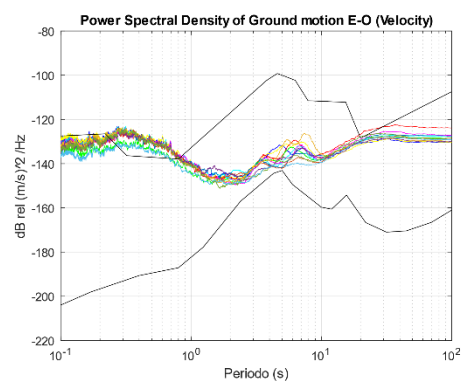
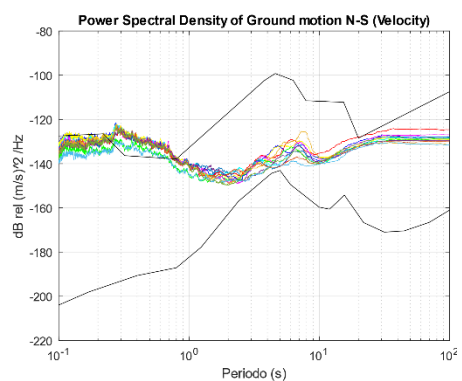
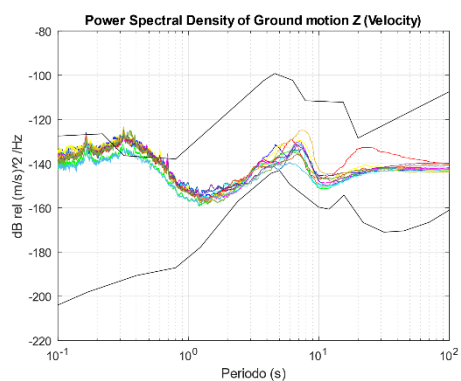
De 10:00 a 10:59 UTC



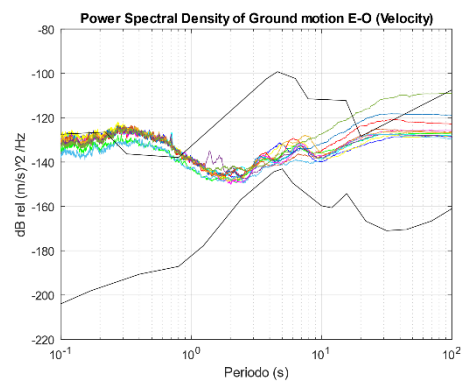
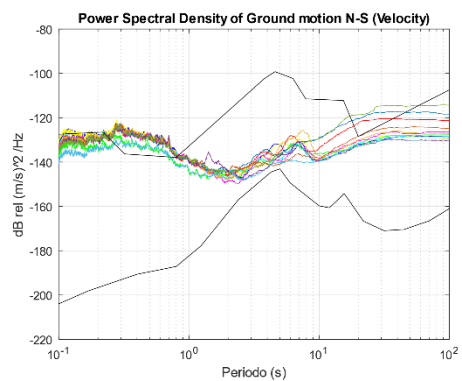
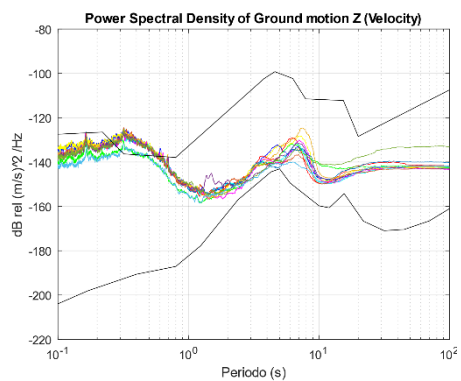
De 11:00 a 11:59 UTC



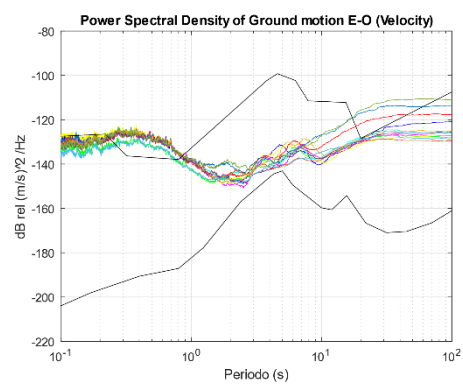
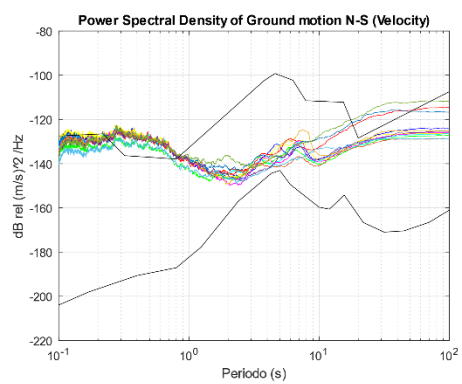
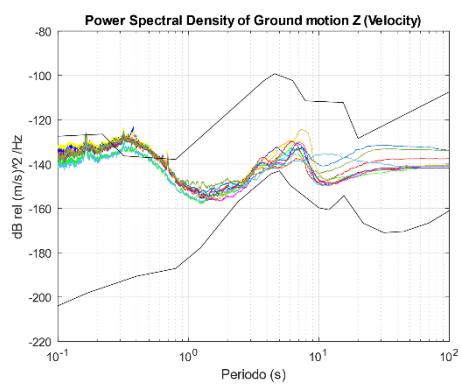
De 12:00 a 12:59 UTC



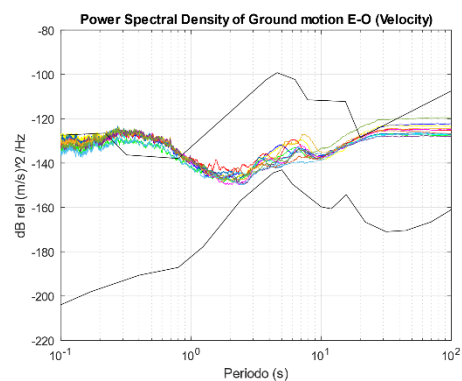
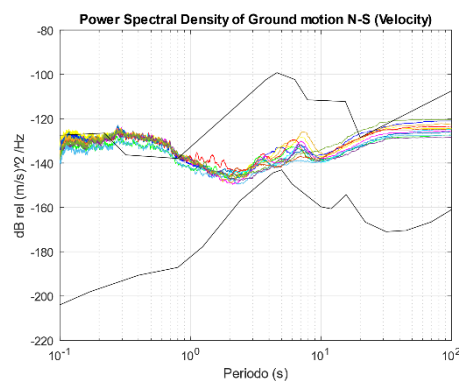
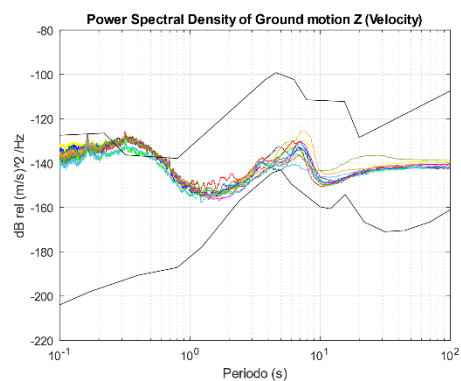
De 13:00 a 13:59 UTC



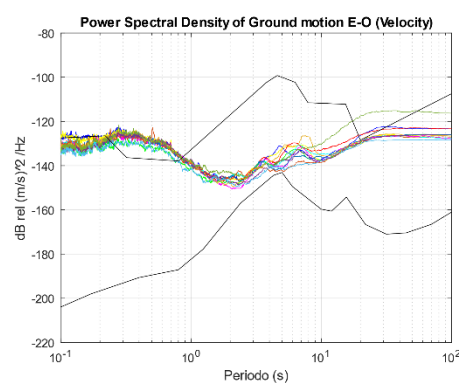
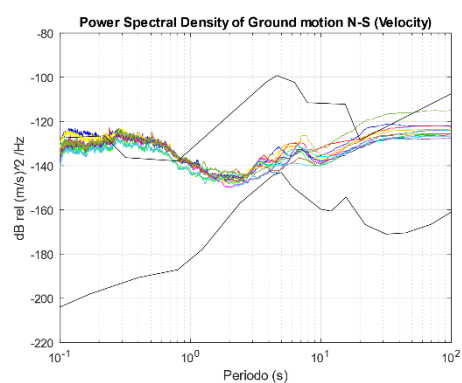
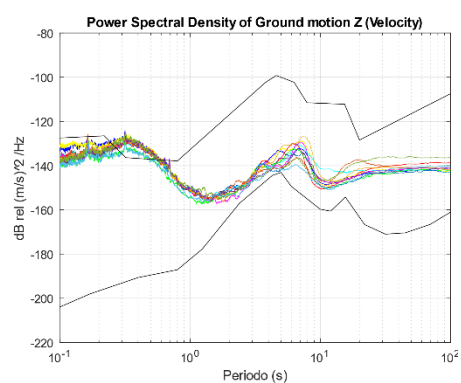
De 14:00 a 14:59 UTC



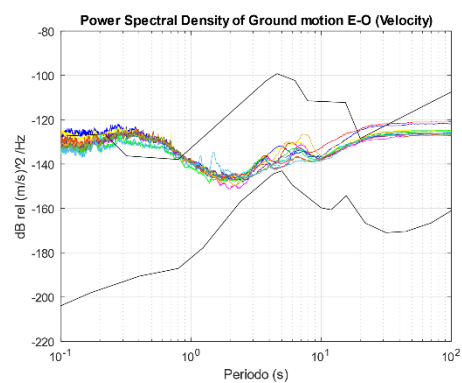
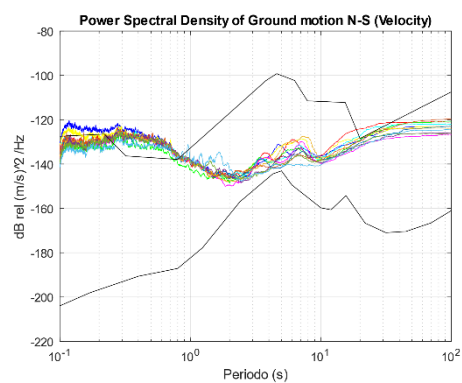
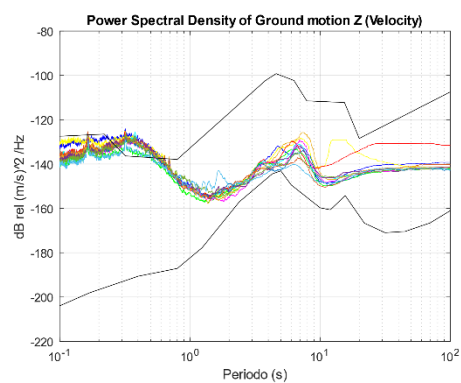
De 15:00 a 15:59 UTC



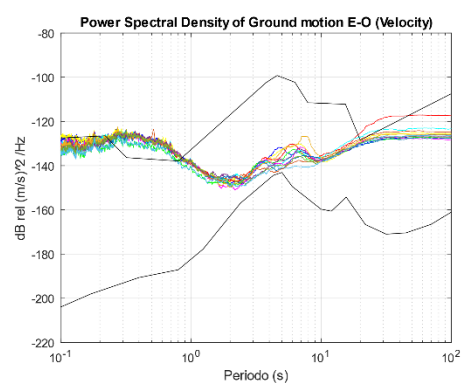
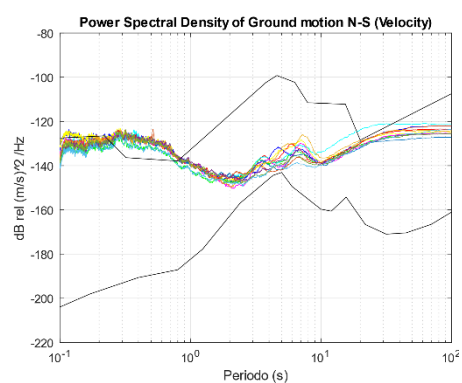
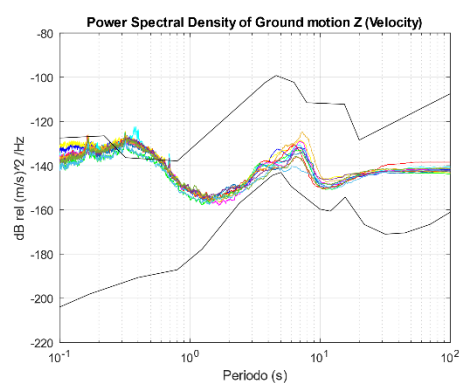
De 16:00 a 16:59 UTC



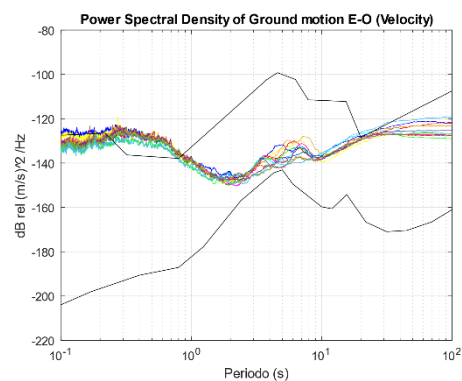
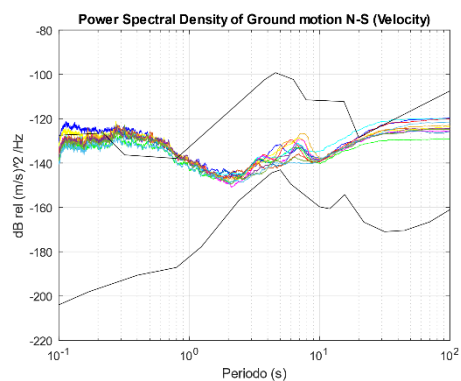
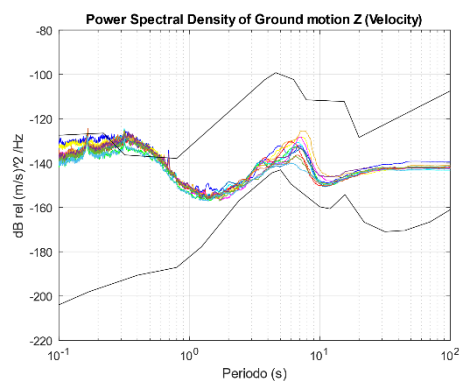
De 17:00 a 17:59 UTC



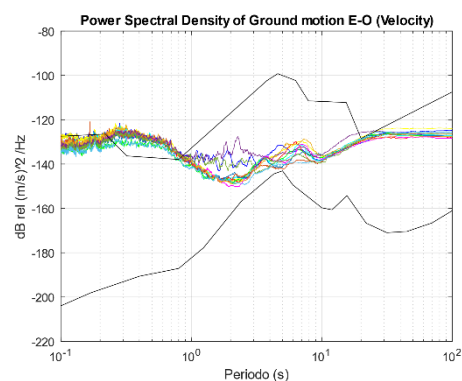
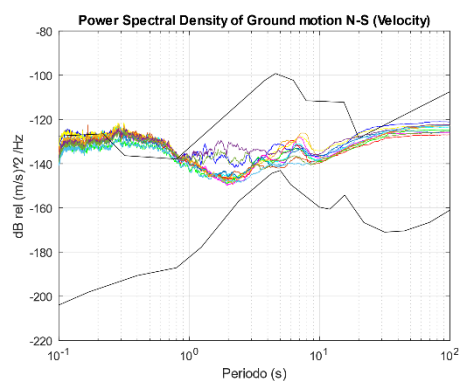
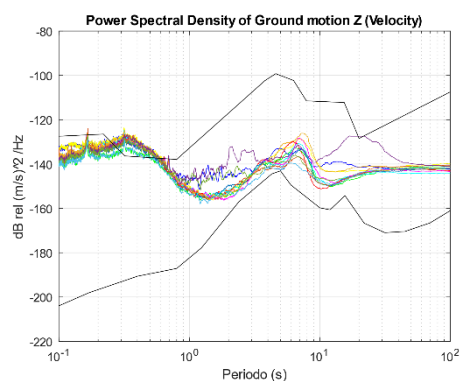
De 18:00 a 18:59 UTC



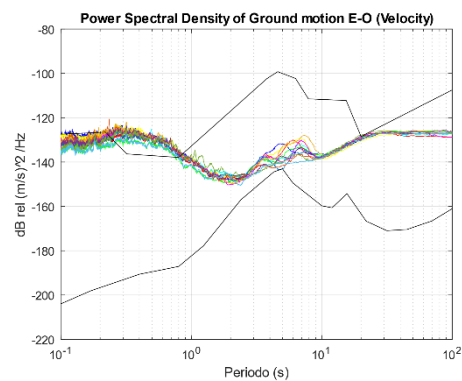
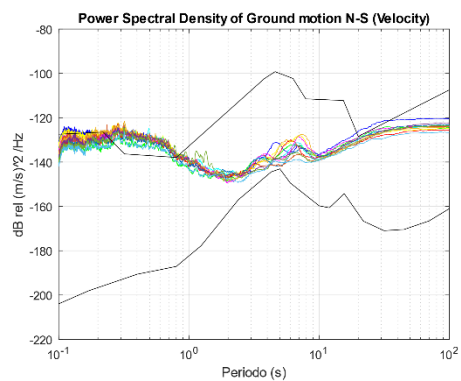
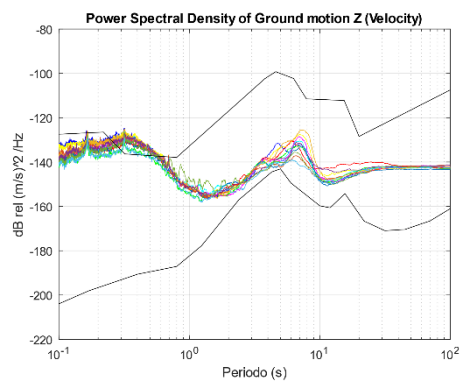
De 19:00 a 19:59 UTC



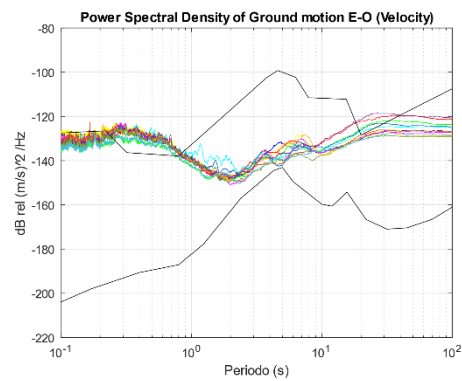
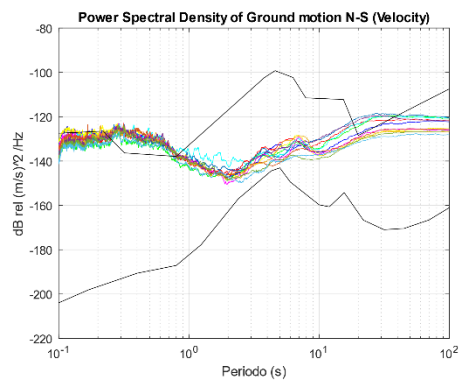
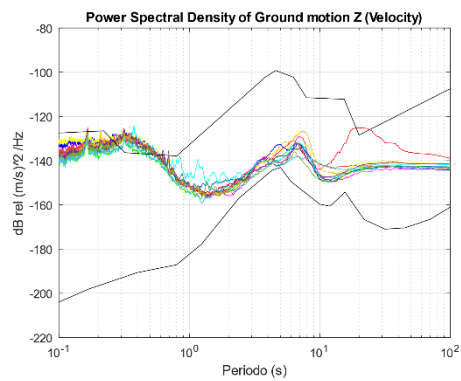
De 20:00 a 20:59 UTC



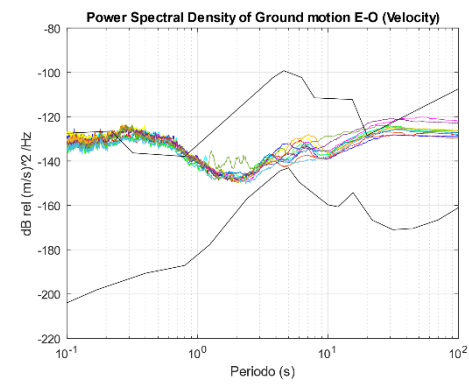
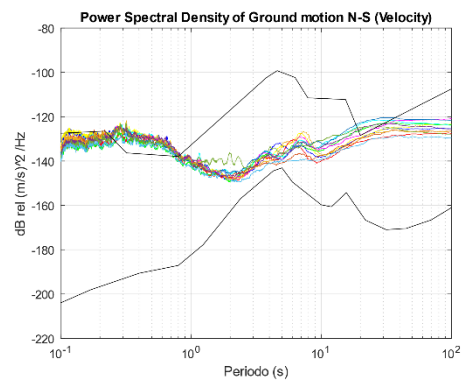
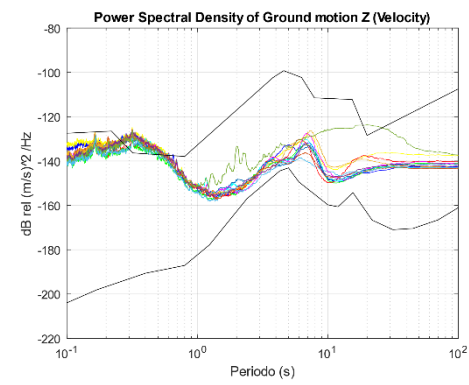
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

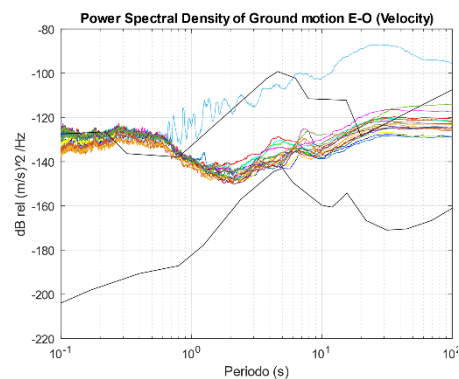
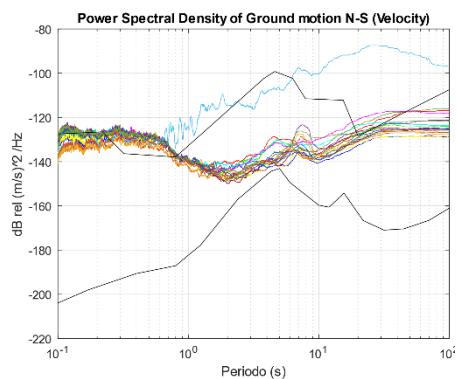
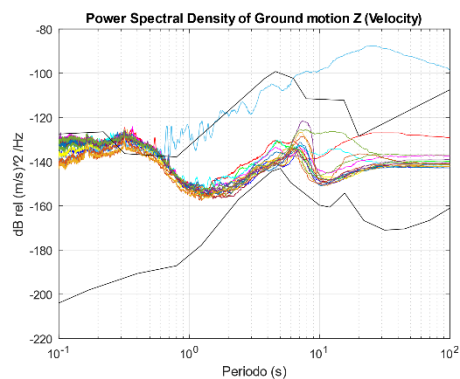


De 23:00 a 23:59 UTC

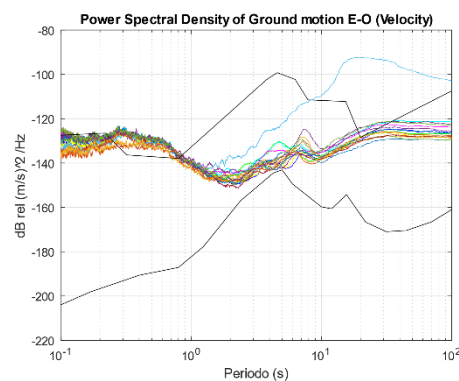
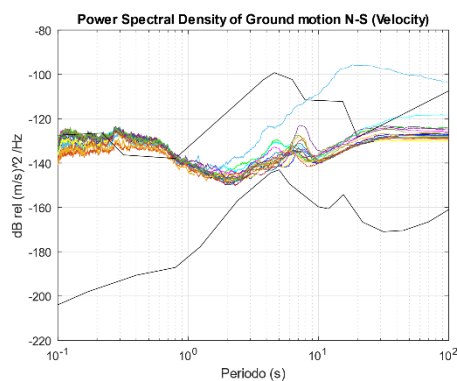
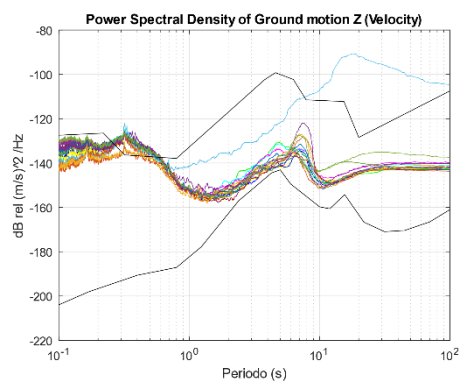


Agosto

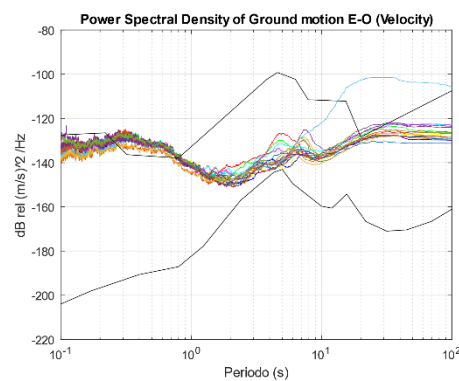
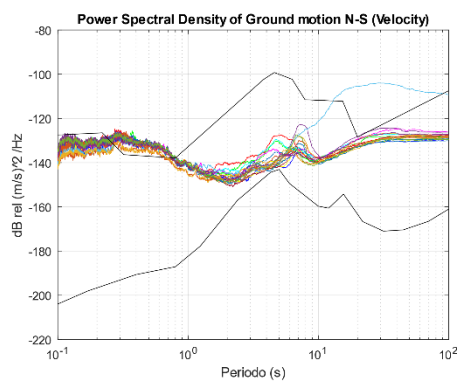
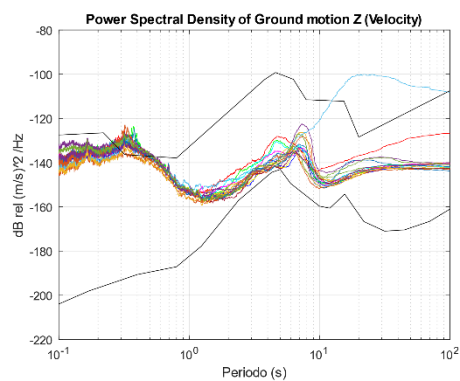
De 00:00 a 00:59 UTC



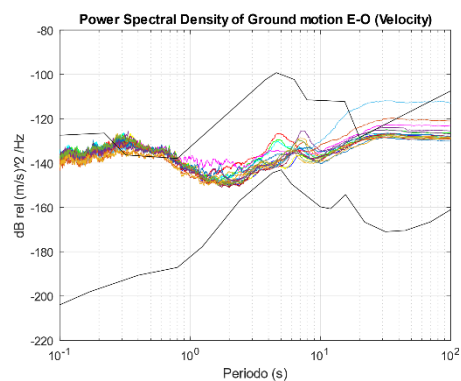
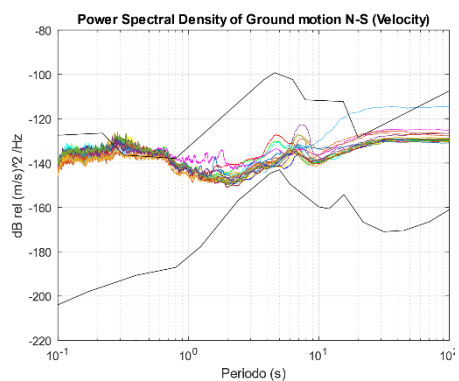
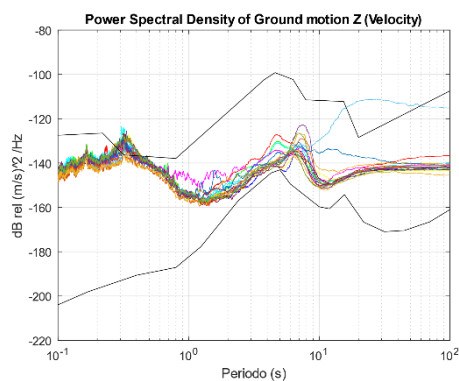
De 01:00 a 01:59 UTC



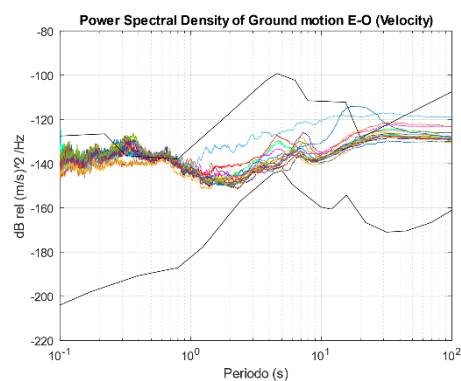
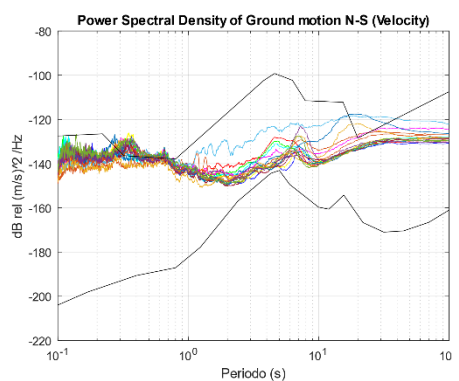
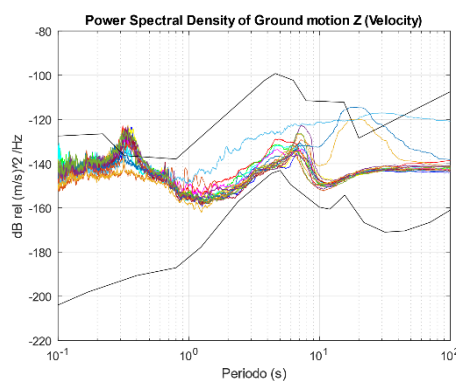
De 02:00 a 02:59 UTC



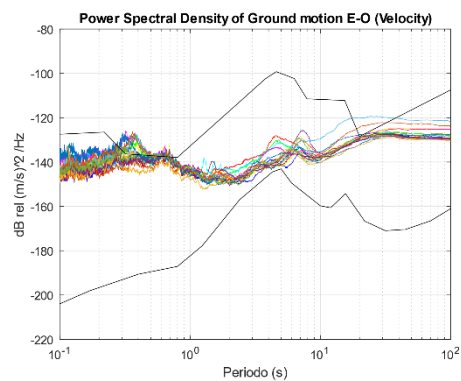
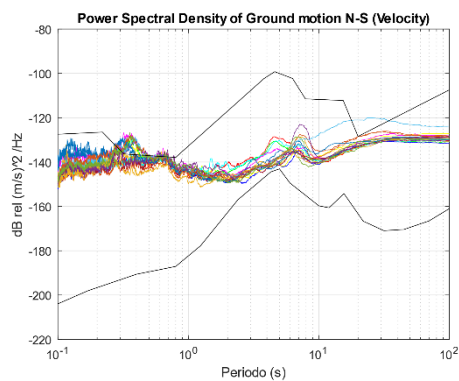
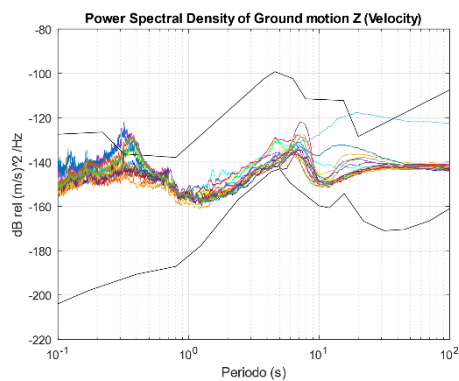
De 03:00 a 03:59 UTC



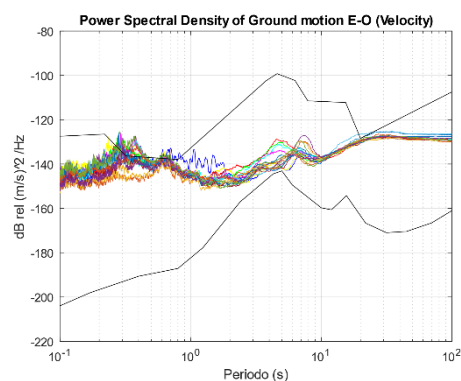
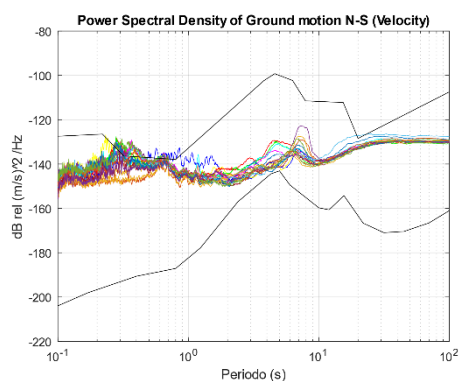
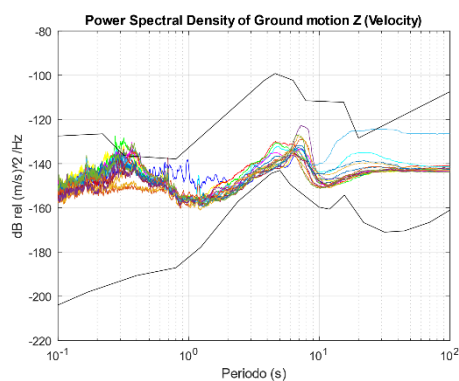
De 04:00 a 04:59 UTC



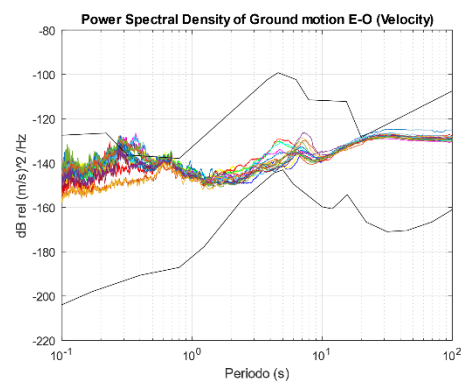
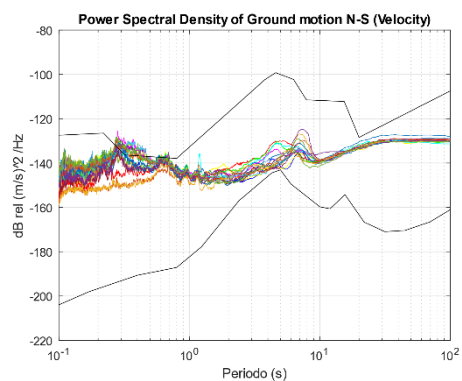
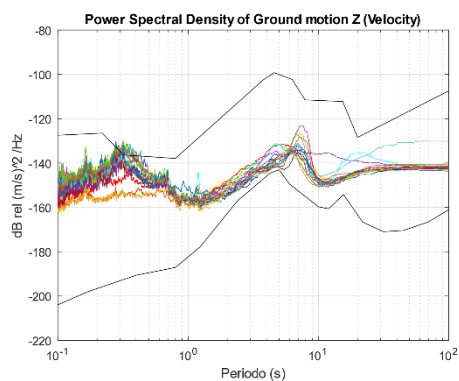
De 05:00 a 05:59 UTC



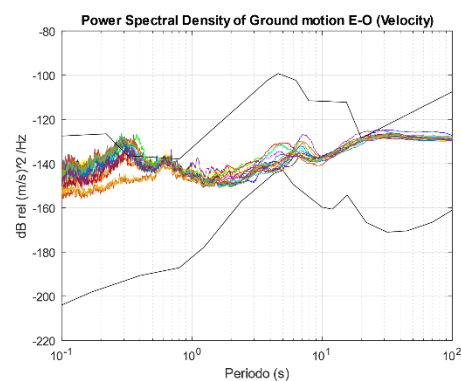
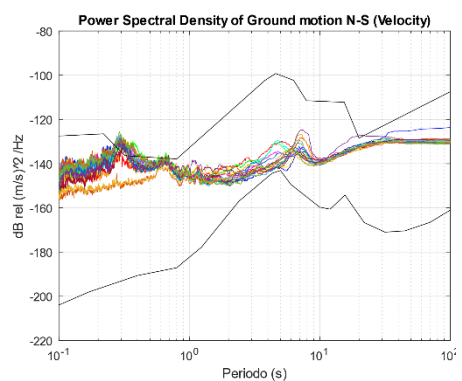
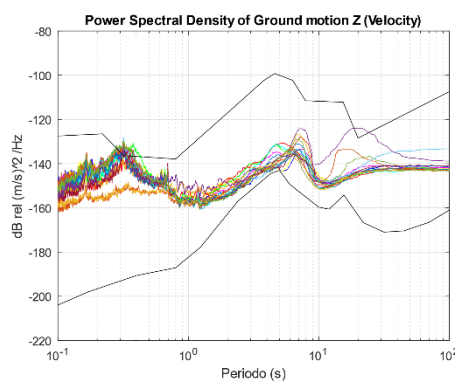
De 06:00 a 06:59 UTC



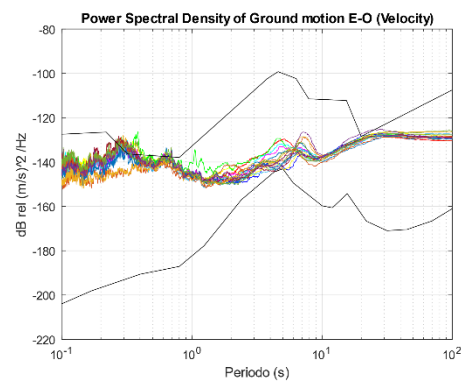
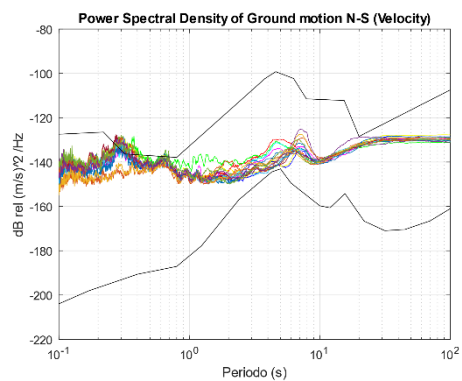
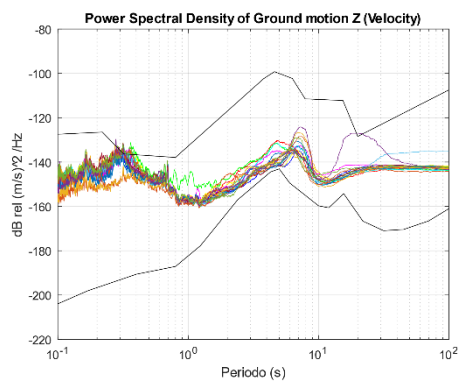
De 07:00 a 07:59 UTC



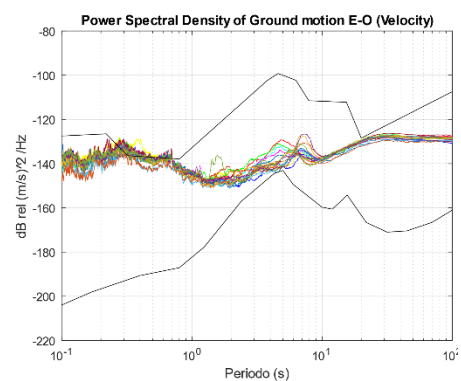
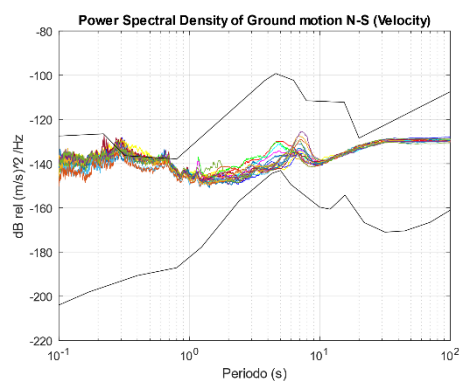
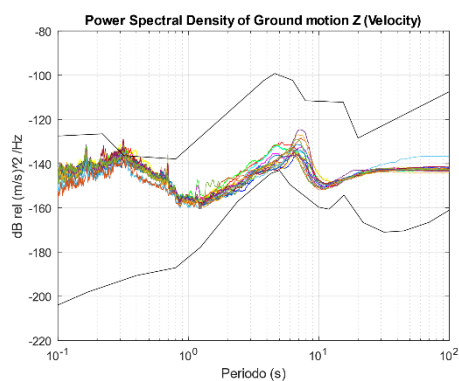
De 08:00 a 08:59 UTC



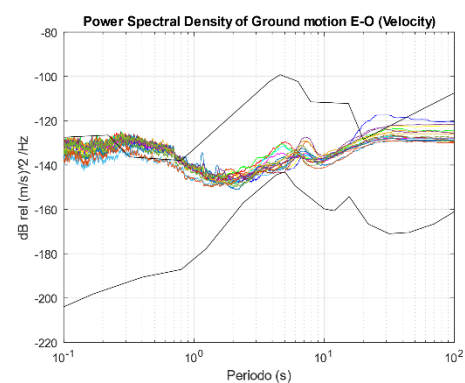
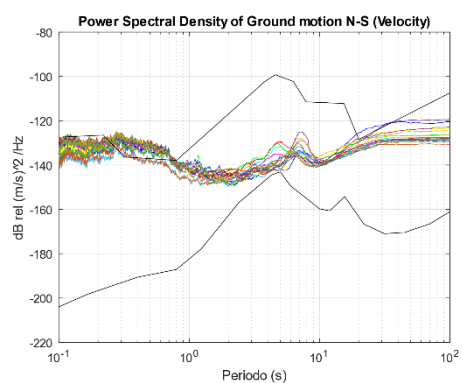
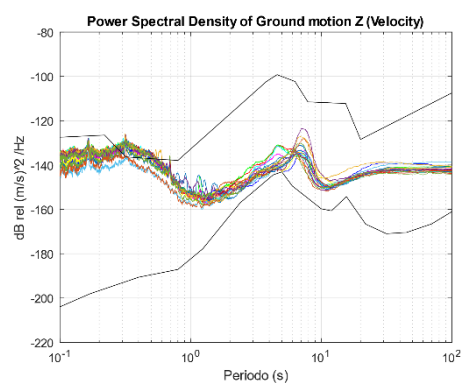
De 09:00 a 09:59 UTC



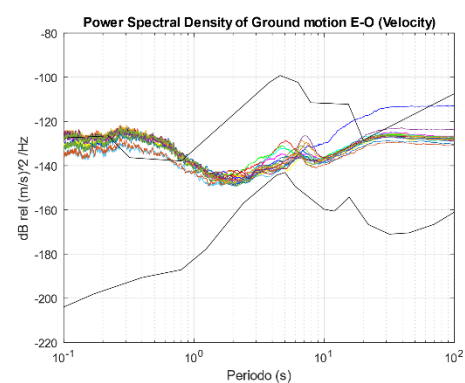
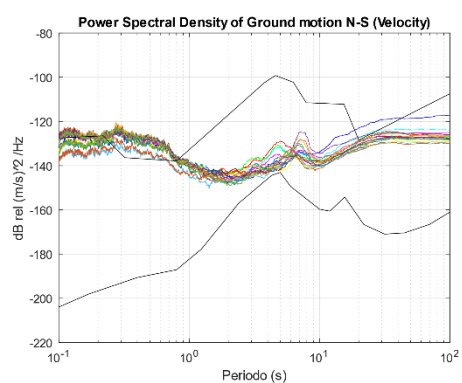
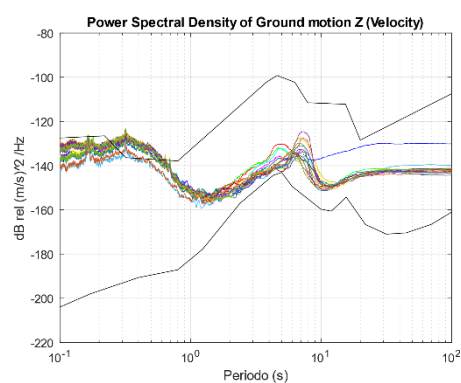
De 10:00 a 10:59 UTC



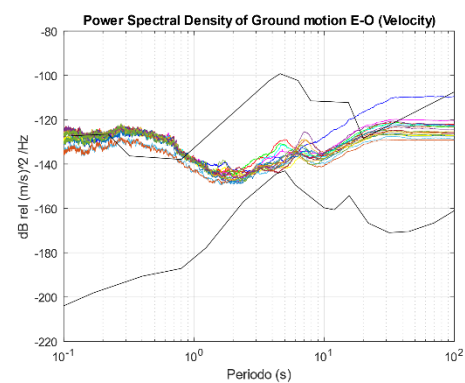
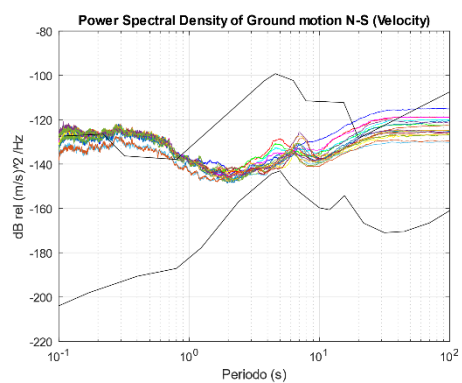
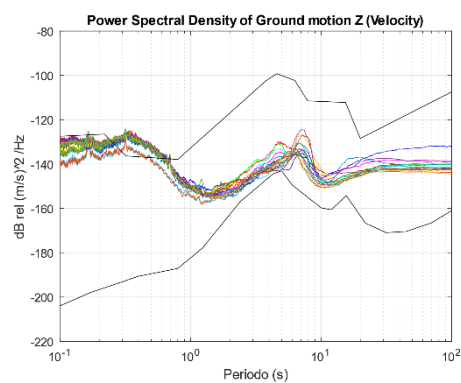
De 11:00 a 11:59 UTC



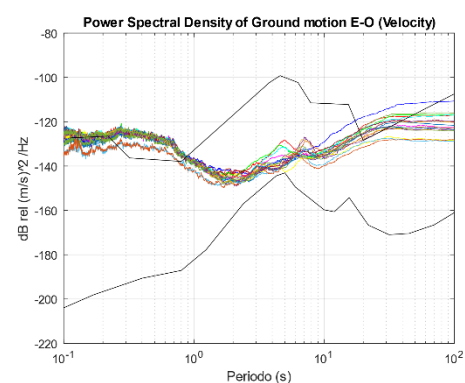
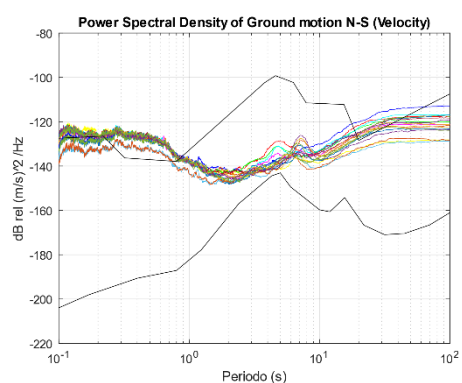
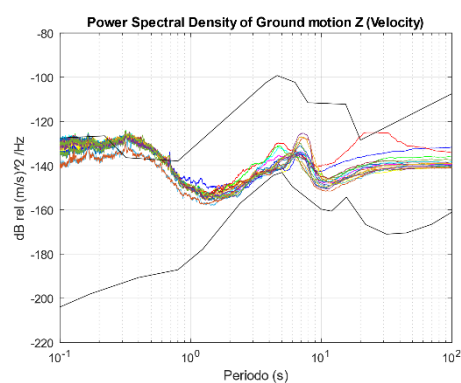
De 12:00 a 12:59 UTC



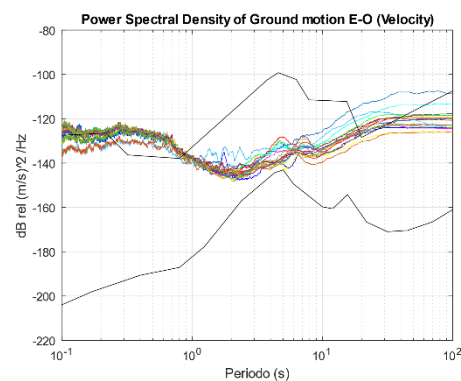
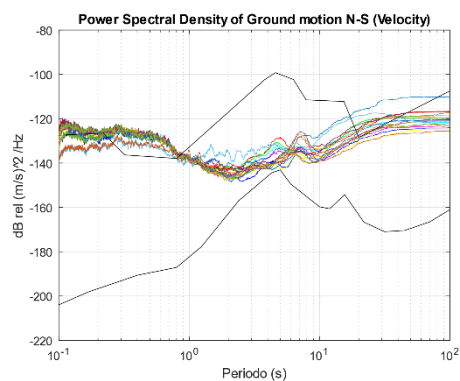
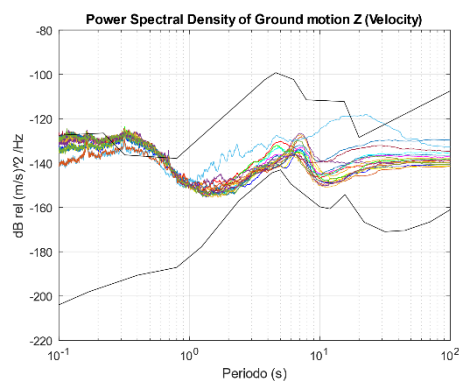
De 13:00 a 13:59 UTC



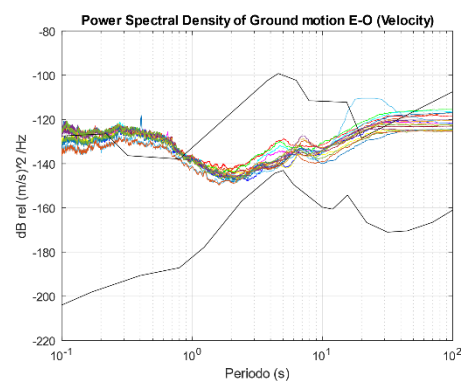
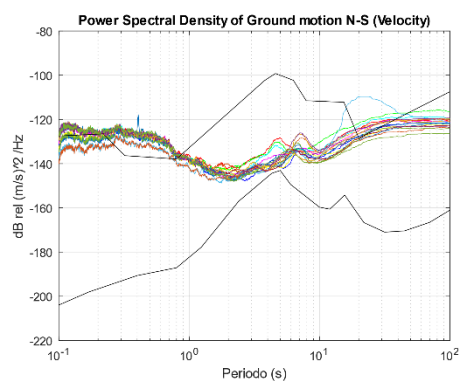
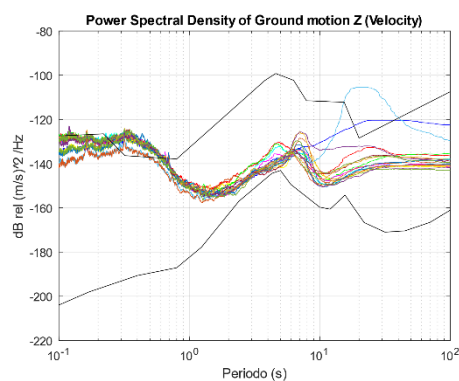
De 14:00 a 14:59 UTC



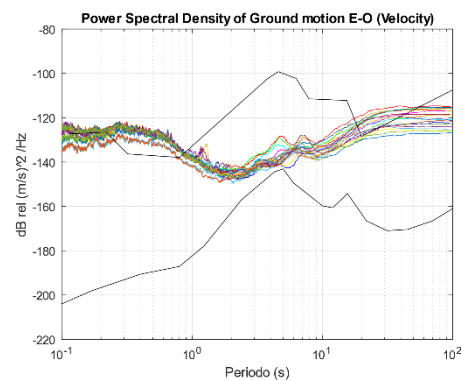
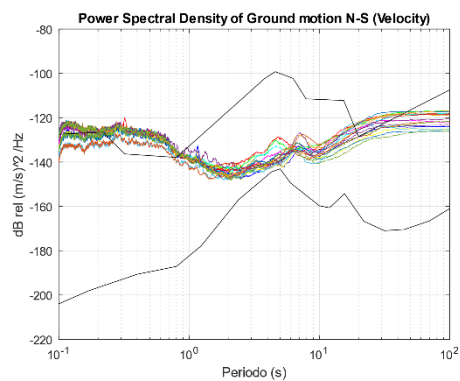
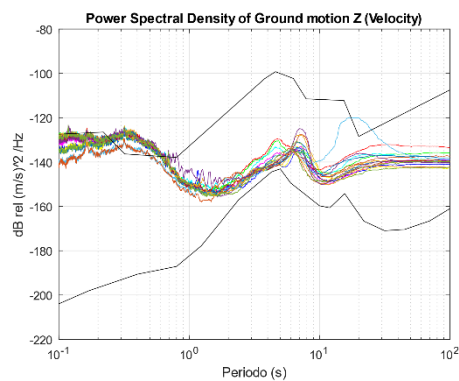
De 15:00 a 15:59 UTC



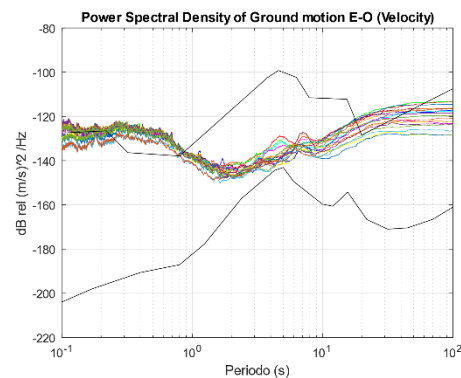
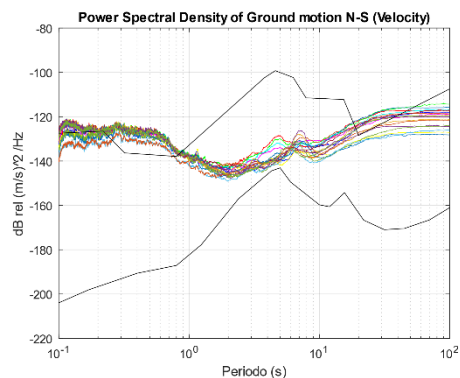
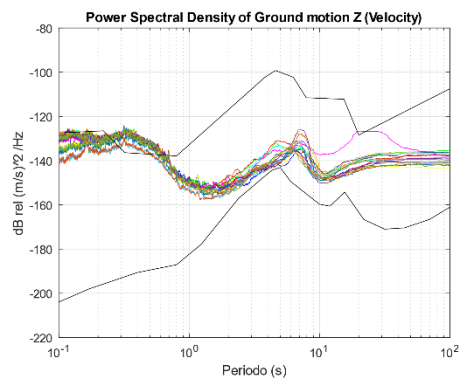
De 16:00 a 16:59 UTC



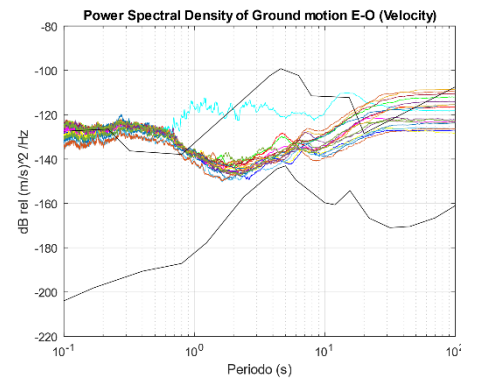
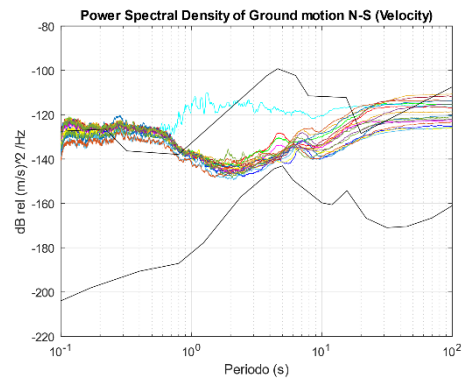
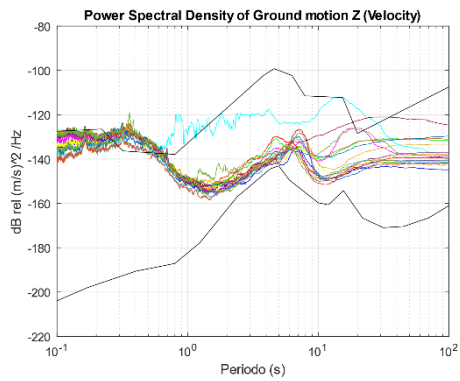
De 17:00 a 17:59 UTC



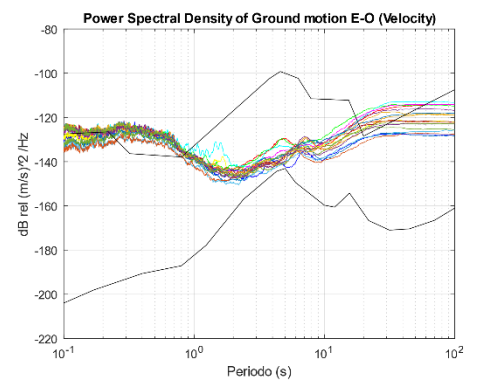
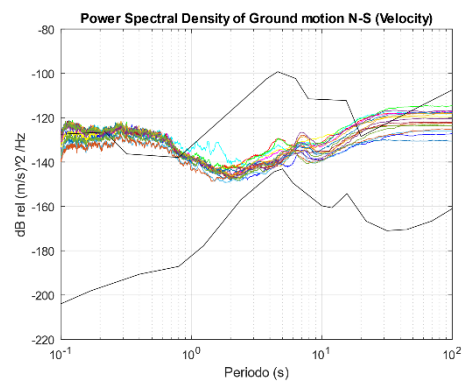
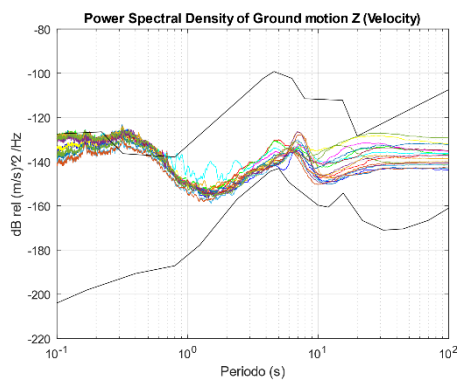
De 18:00 a 18:59 UTC



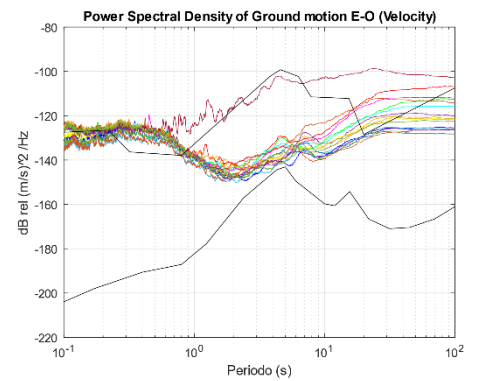
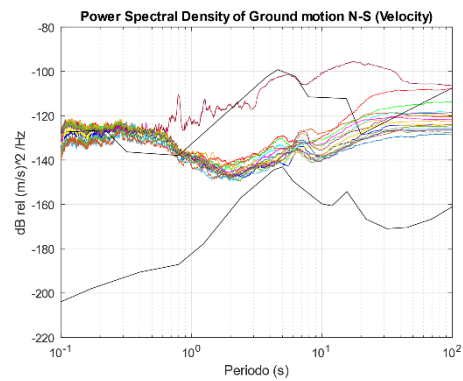
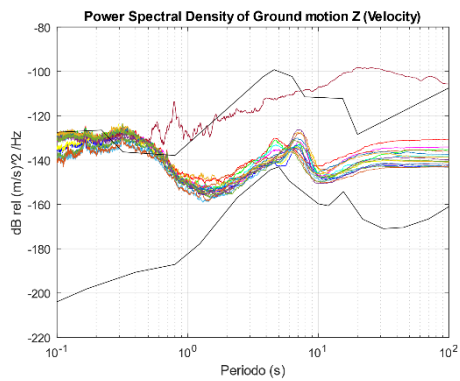
De 19:00 a 19:59 UTC



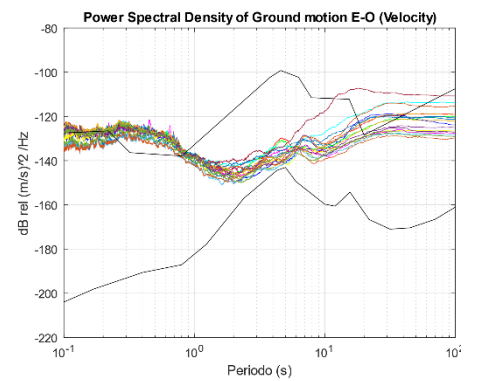
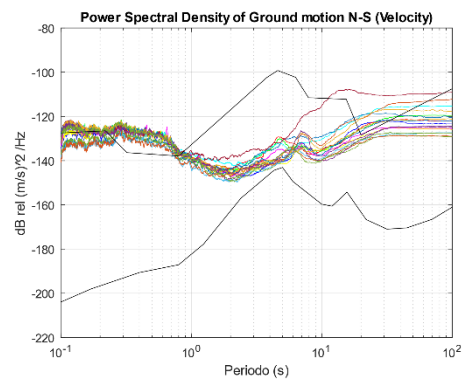
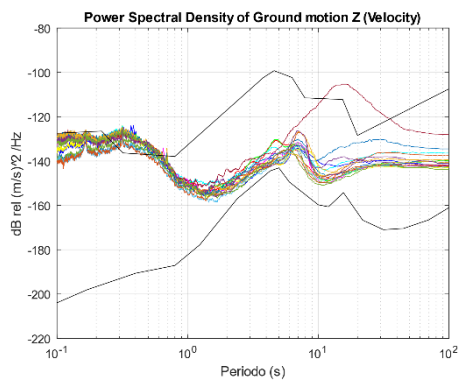
De 20:00 a 20:59 UTC



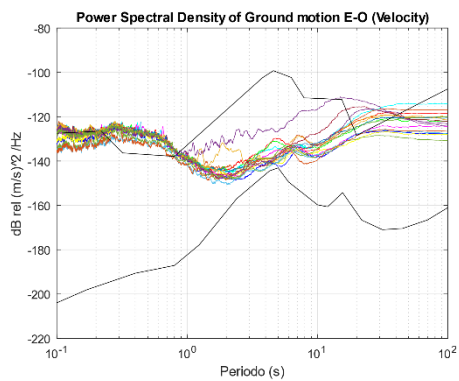
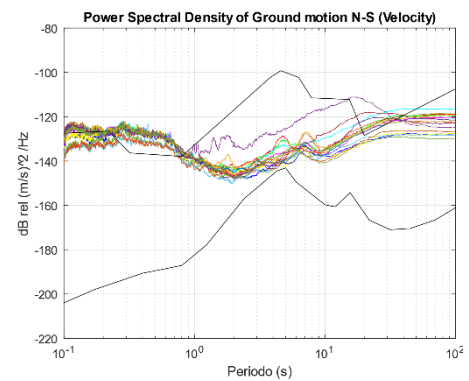
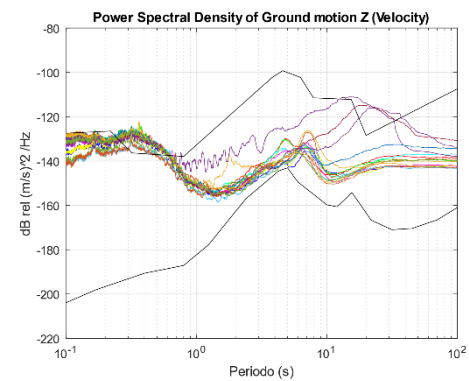
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

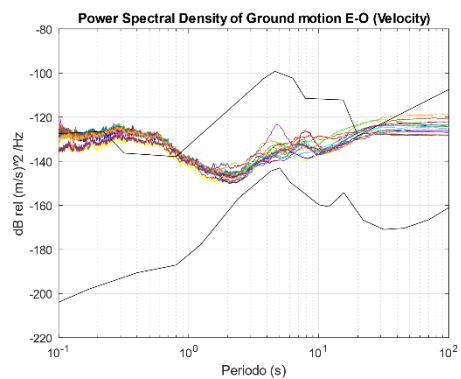
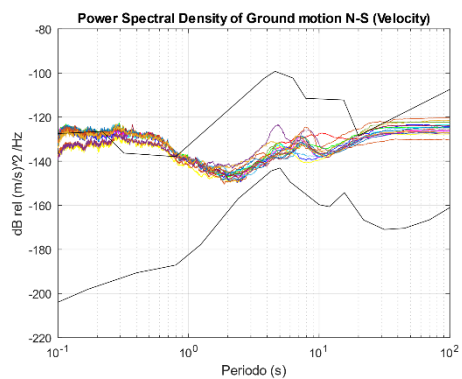
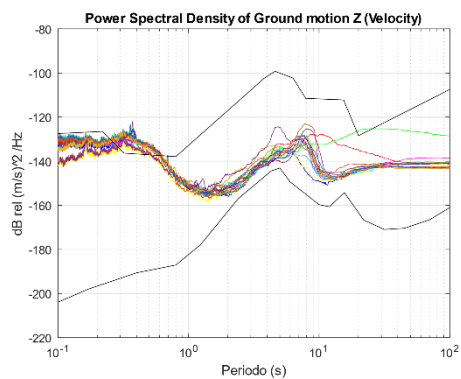


De 23:00 a 23:59 UTC

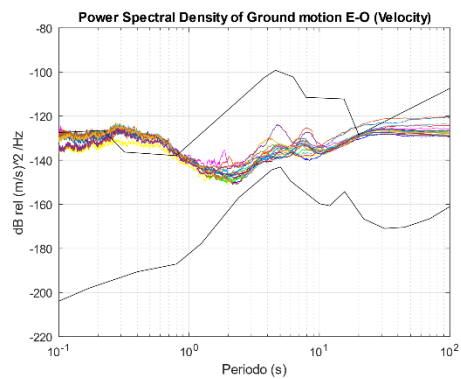
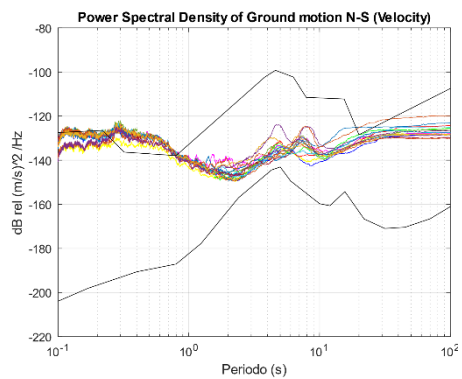
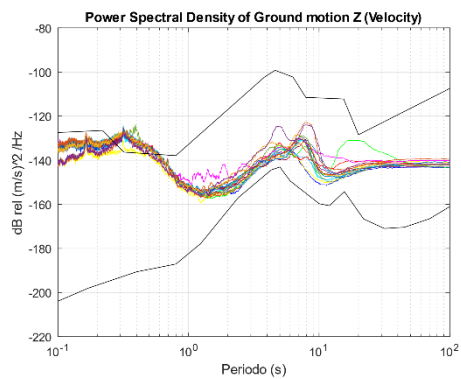


Septiembre

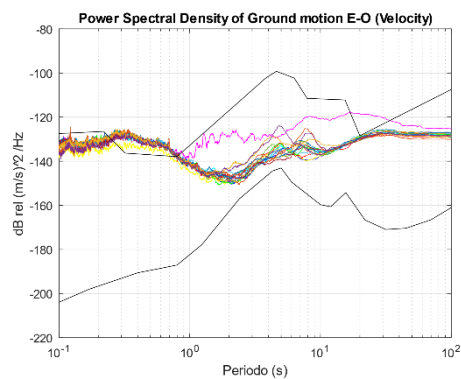
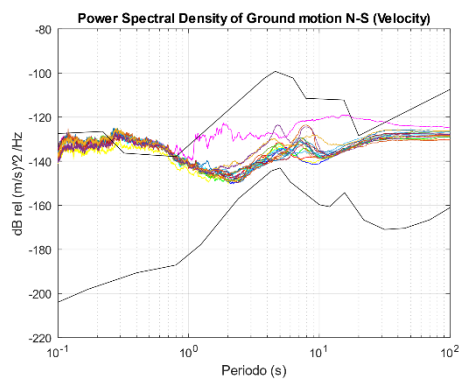
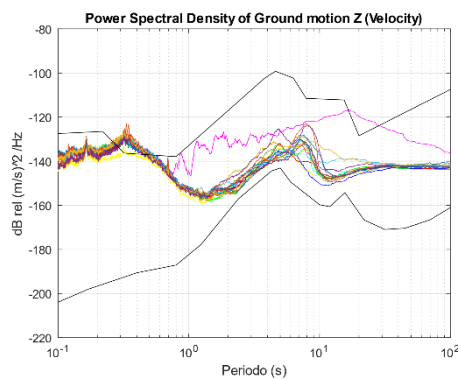
De 00:00 a 00:59 UTC



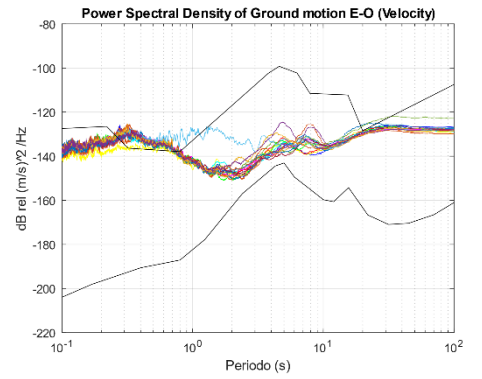
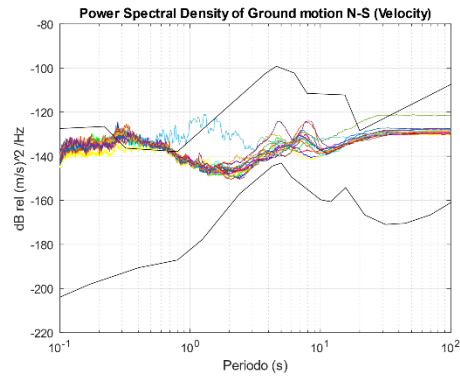
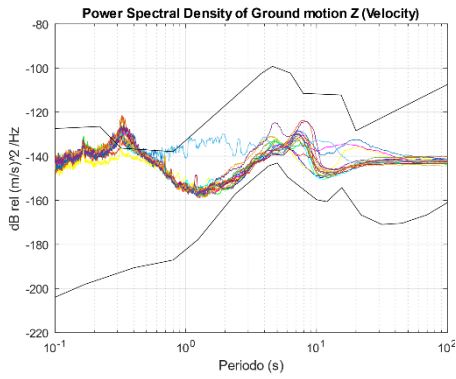
De 01:00 a 01:59 UTC



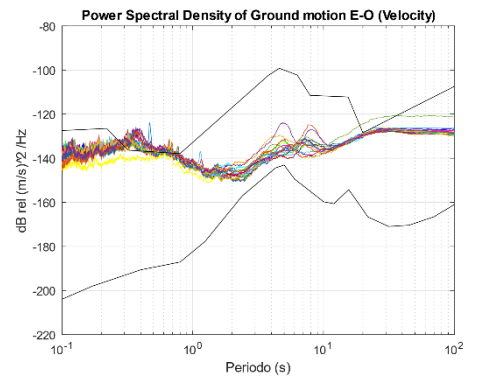
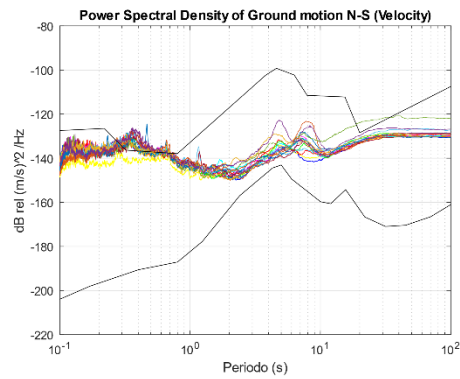
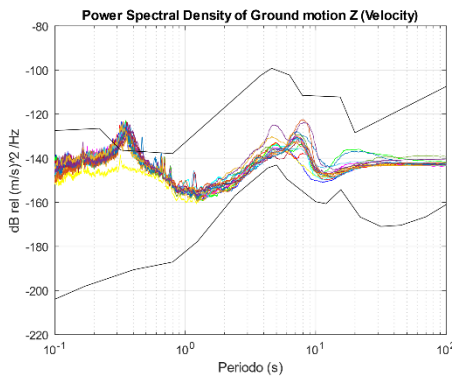
De 02:00 a 02:59 UTC



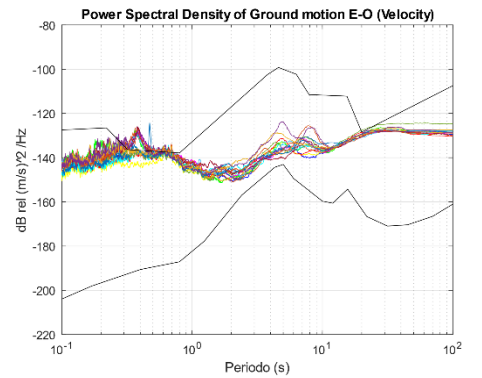
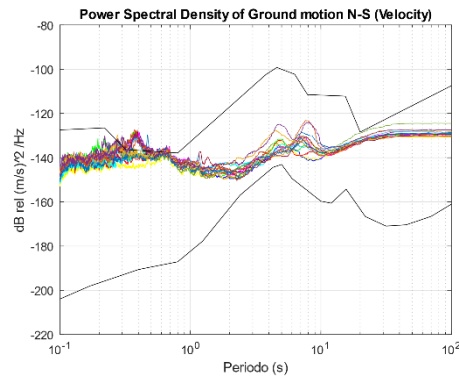
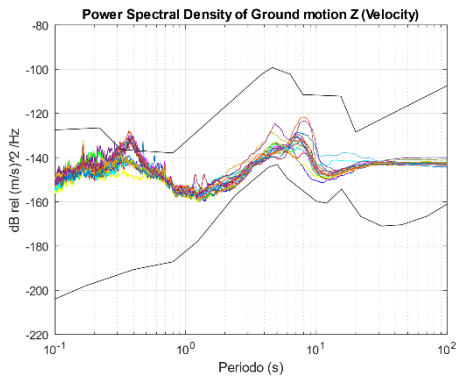
De 03:00 a 03:59 UTC



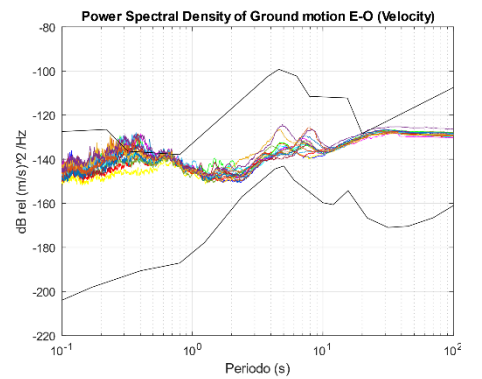
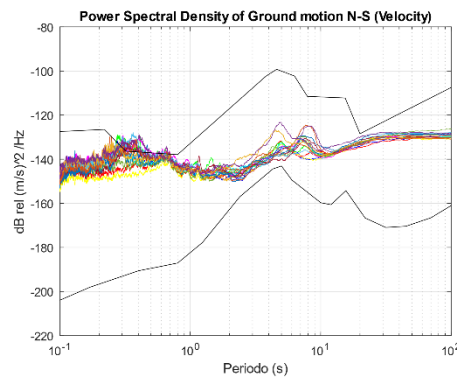
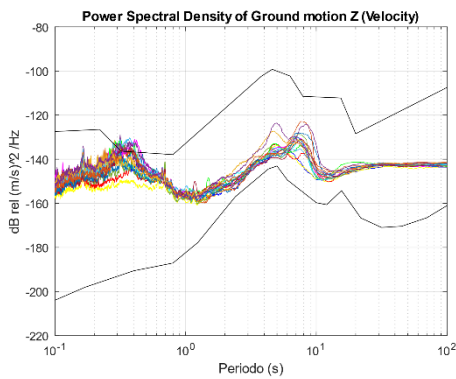
De 04:00 a 04:59 UTC



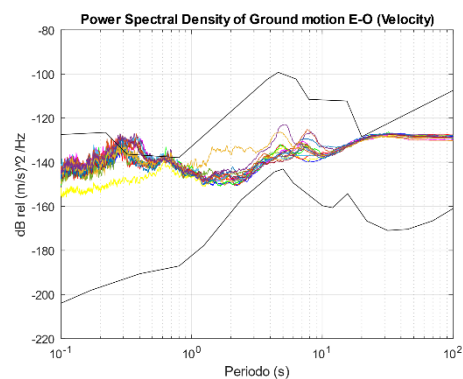
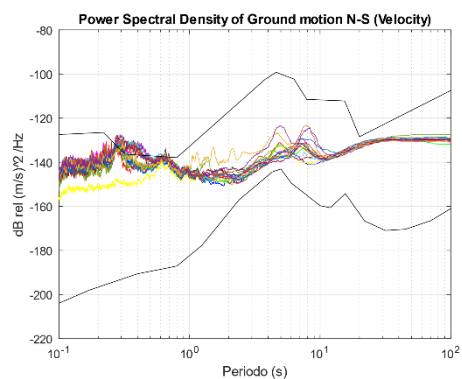
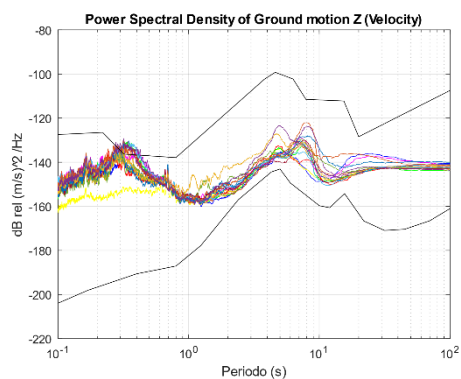
De 05:00 a 05:59 UTC



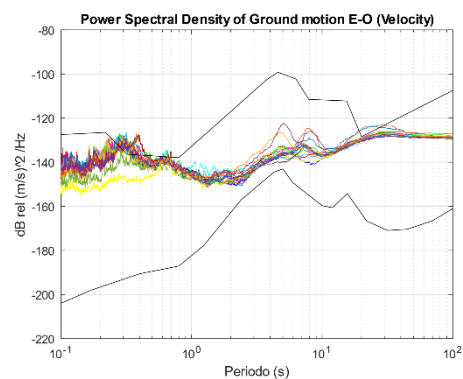
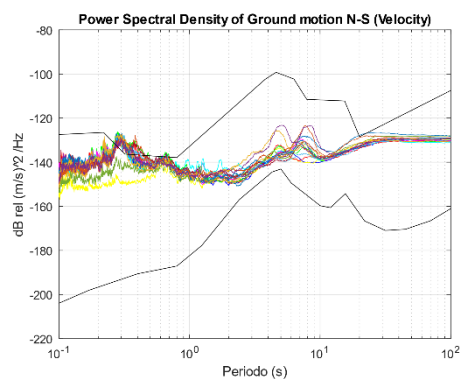
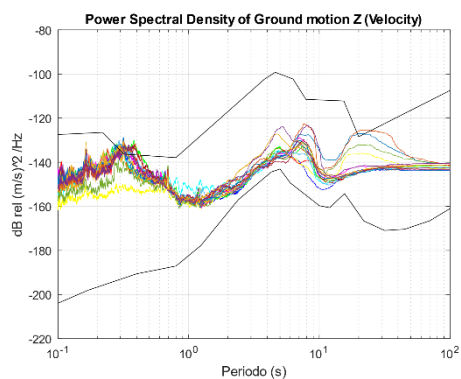
De 06:00 a 06:59 UTC



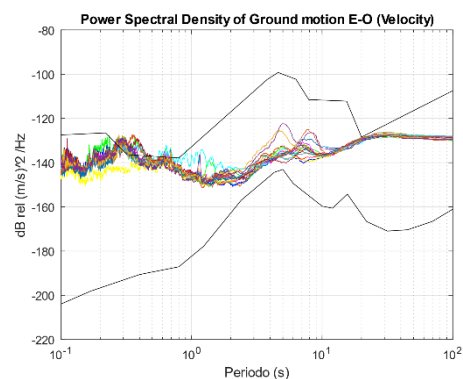
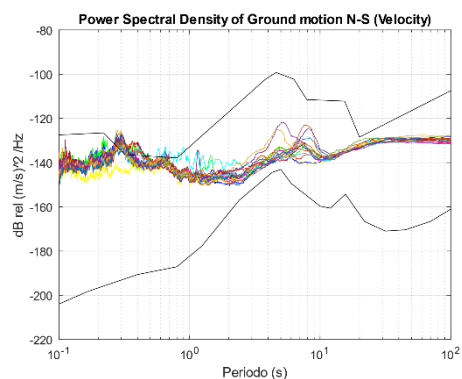
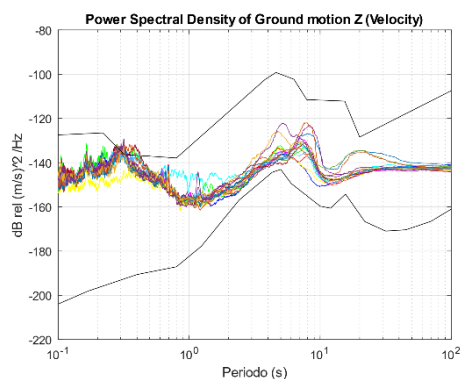
De 07:00 a 07:59 UTC



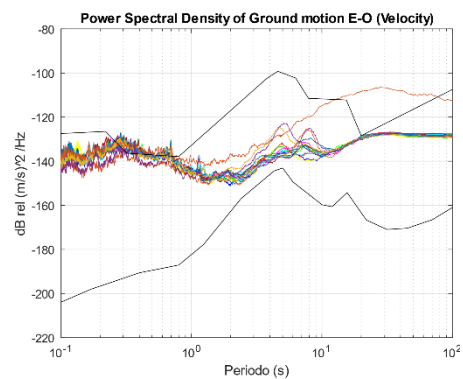
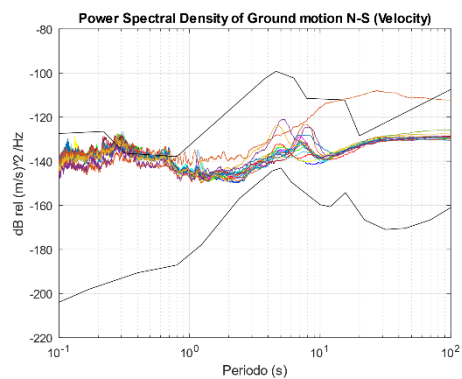
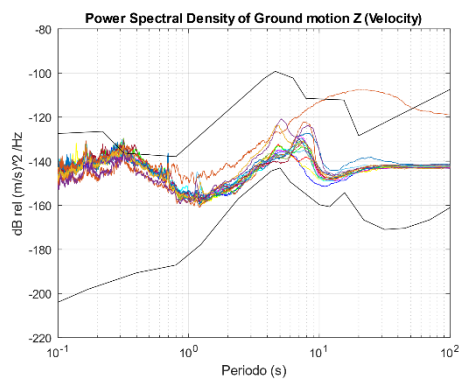
De 08:00 a 08:59 UTC



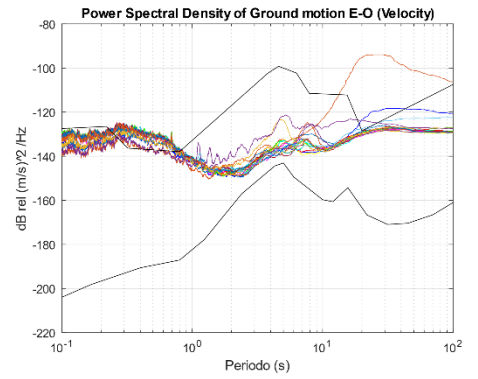
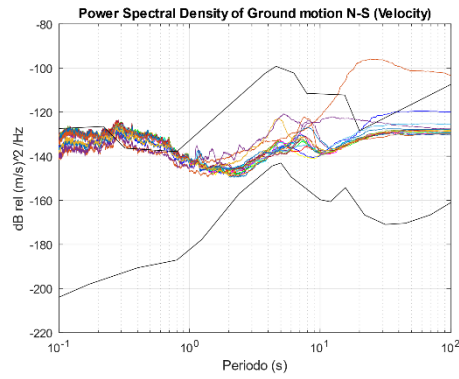
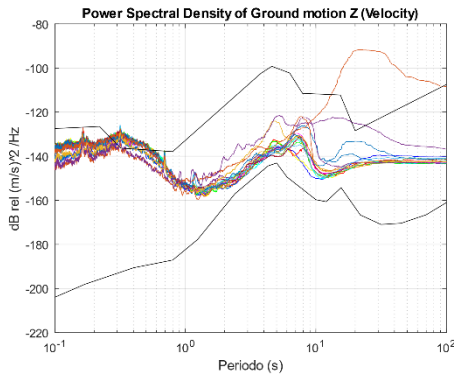
De 09:00 a 09:59 UTC



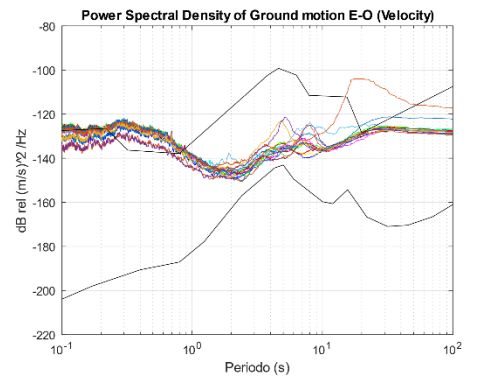
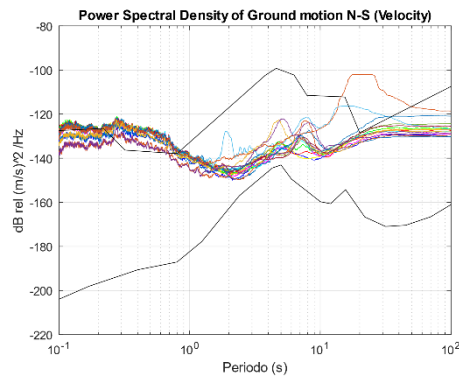
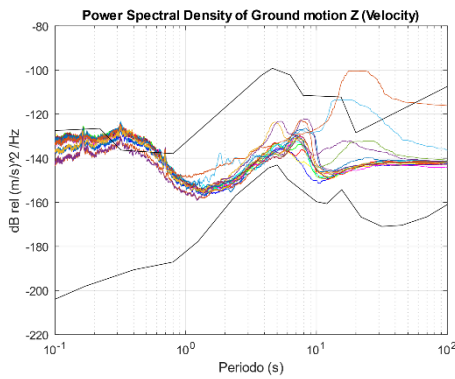
De 10:00 a 10:59 UTC



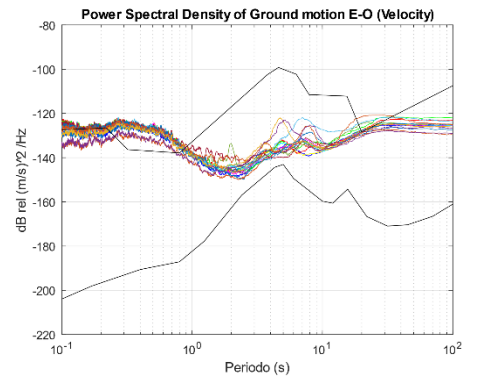
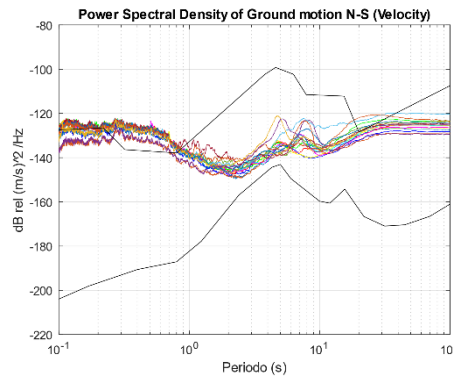
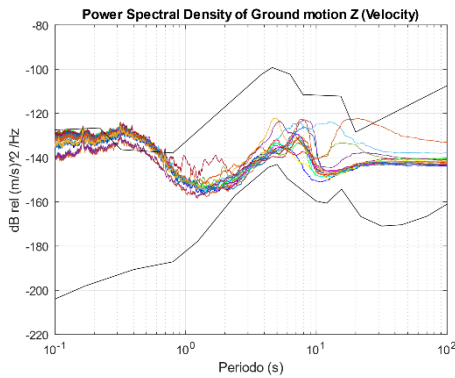
De 11:00 a 11:59 UTC



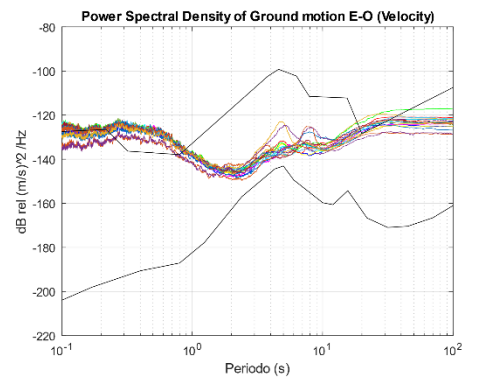
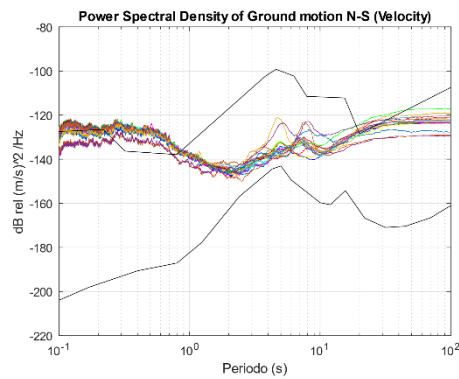
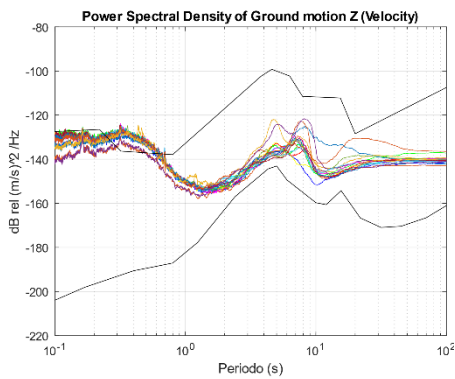
De 12:00 a 12:59 UTC



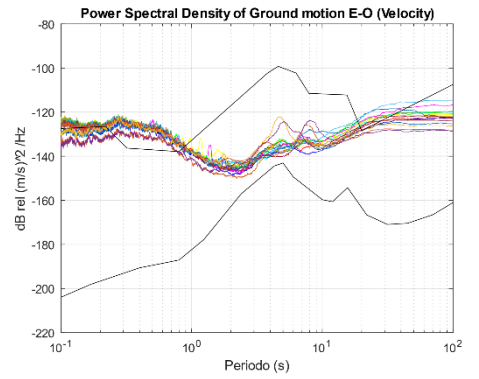
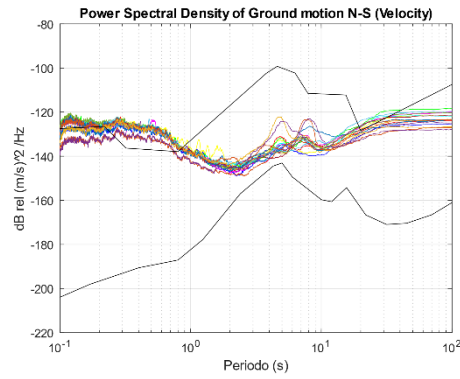
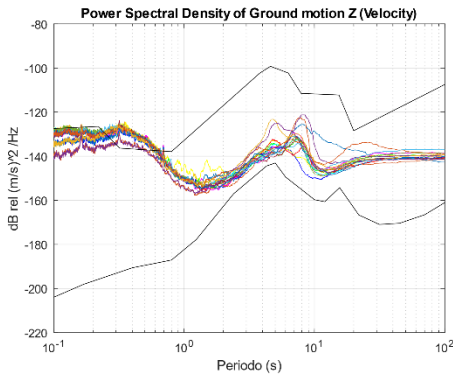
De 13:00 a 13:59 UTC



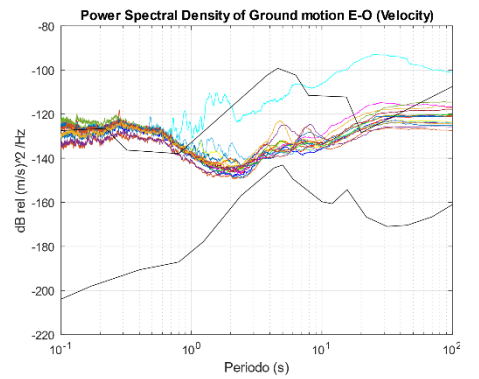
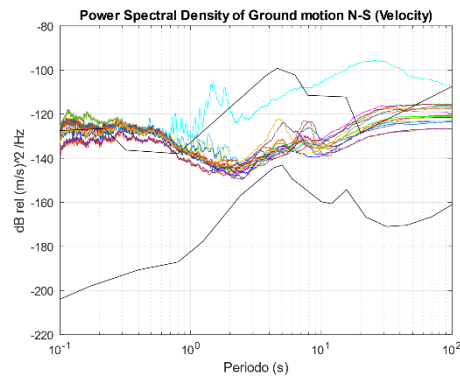
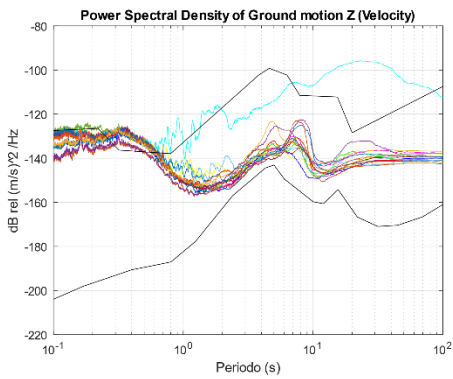
De 14:00 a 14:59 UTC



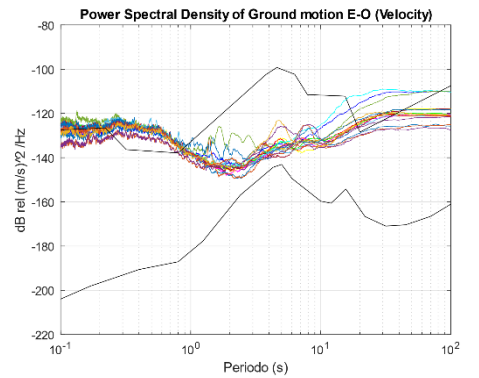
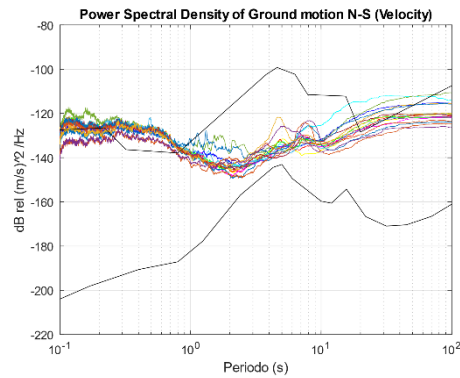
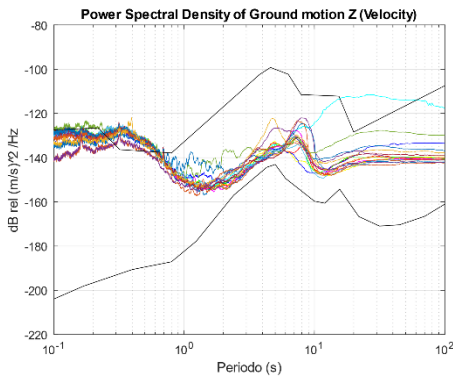
De 15:00 a 15:59 UTC



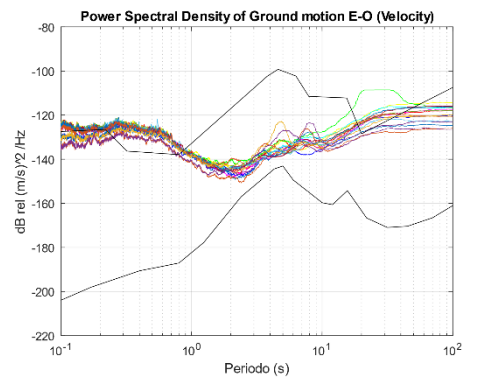
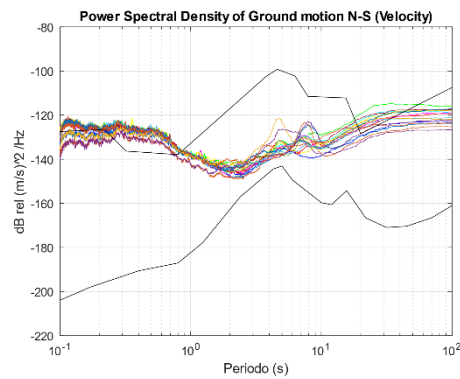
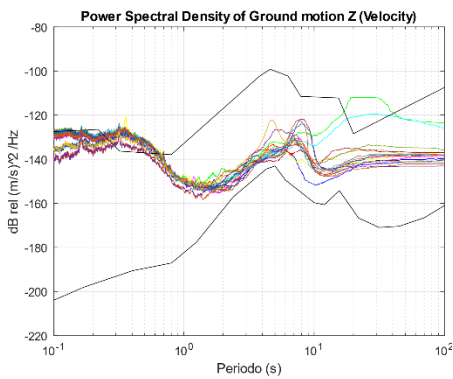
De 16:00 a 16:59 UTC



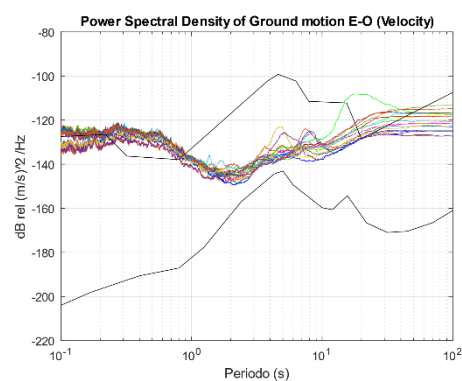
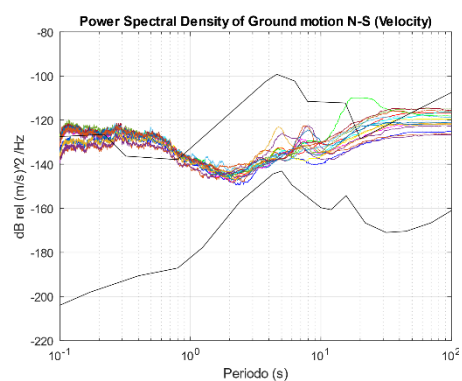
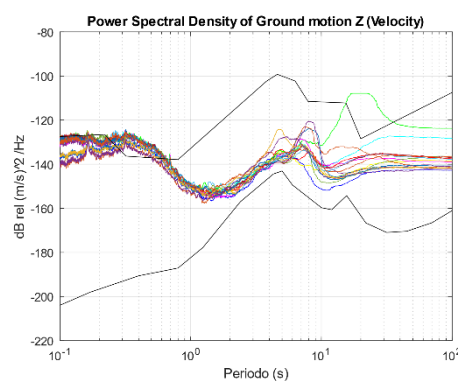
De 17:00 a 17:59 UTC



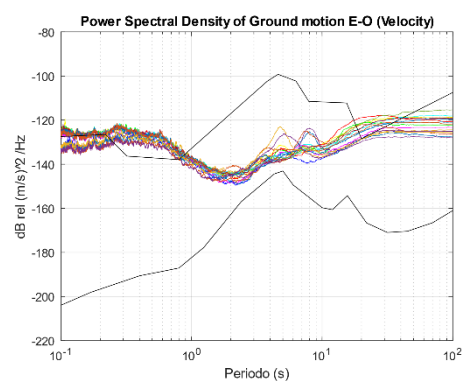
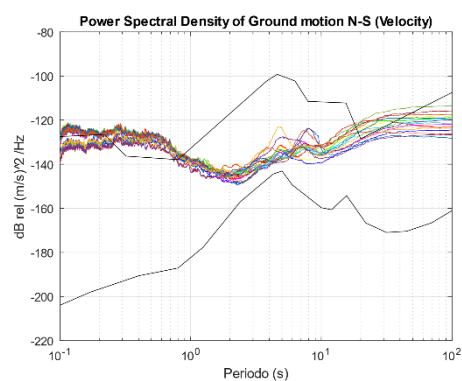
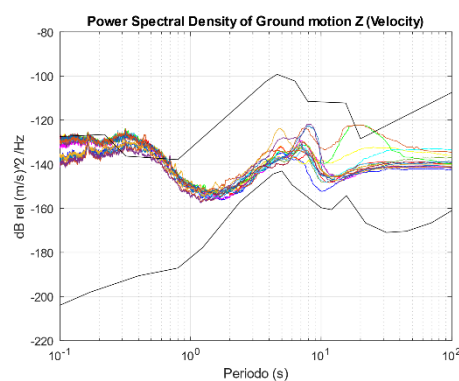
De 18:00 a 18:59 UTC



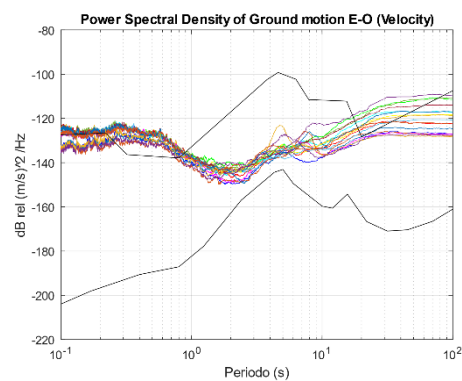
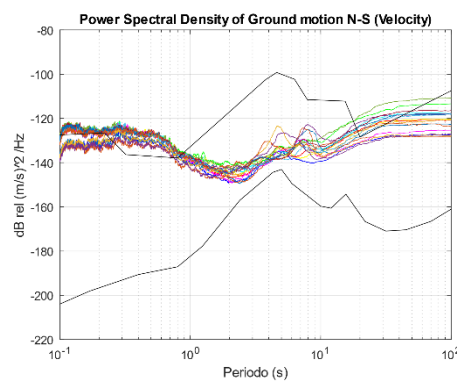
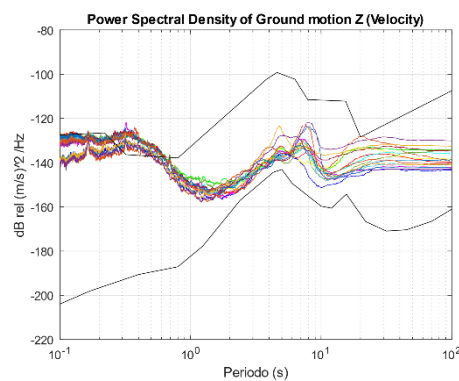
De 19:00 a 19:59 UTC



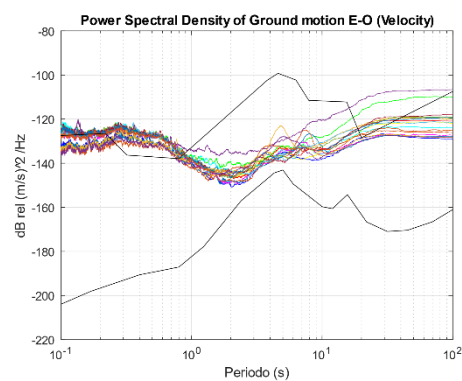
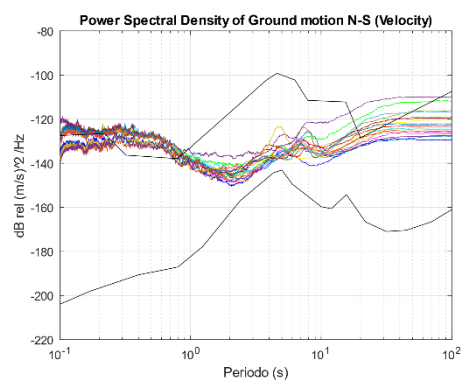
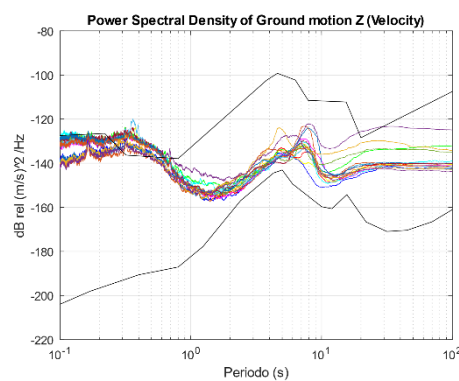
De 20:00 a 20:59 UTC



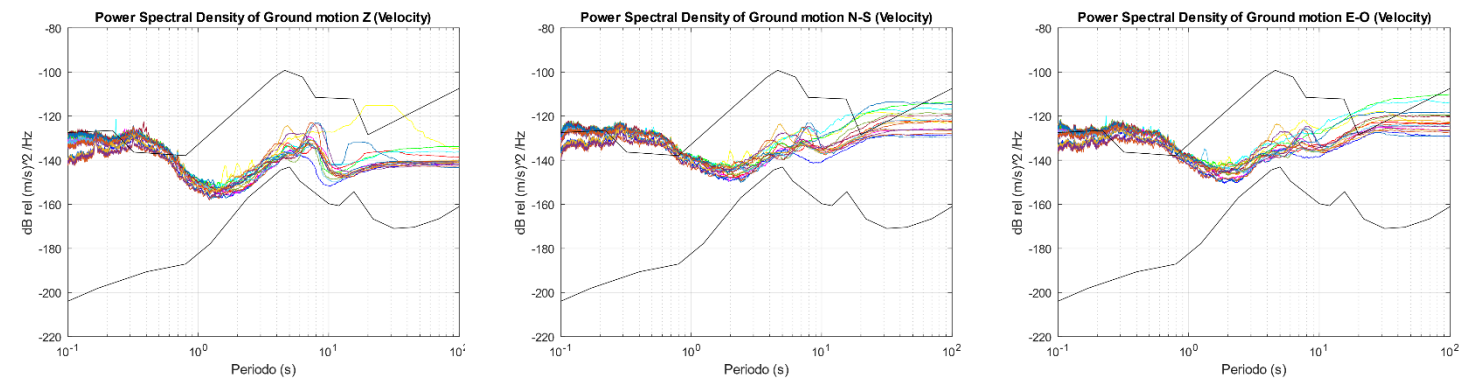
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

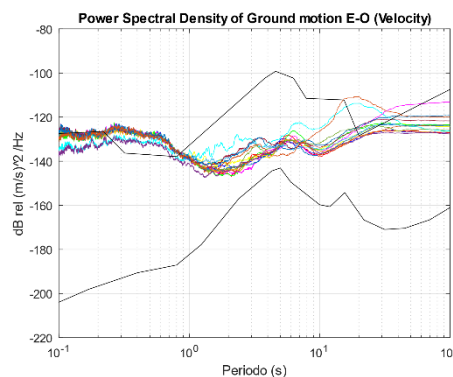
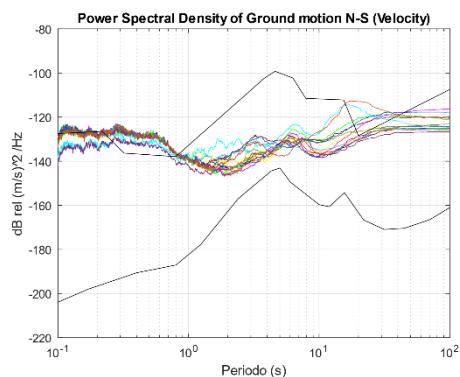
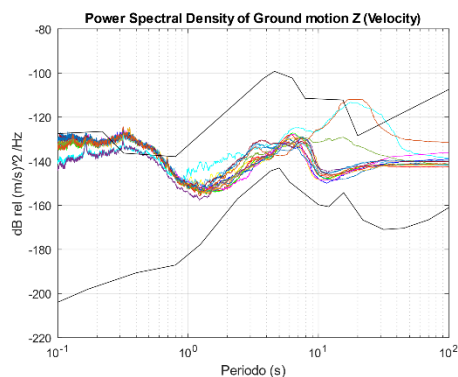


De 23:00 a 23:59 UTC

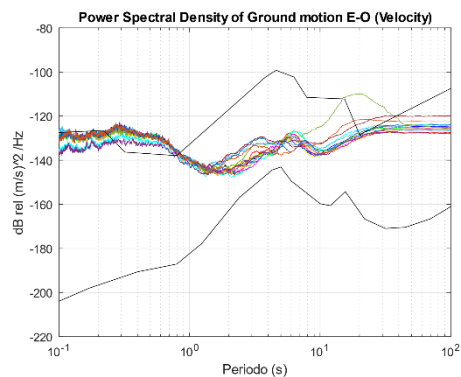
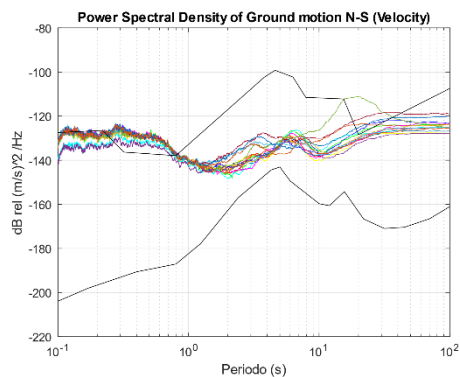
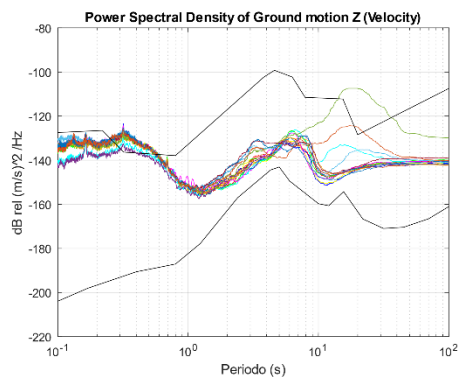


Octubre

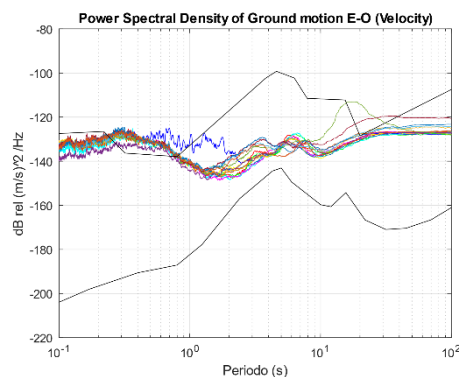
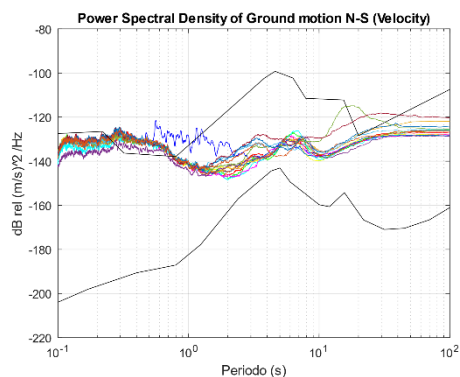
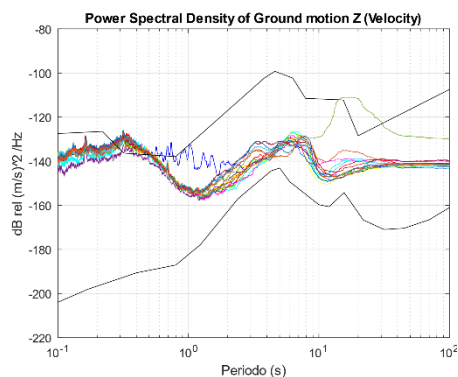
De 00:00 a 00:59 UTC



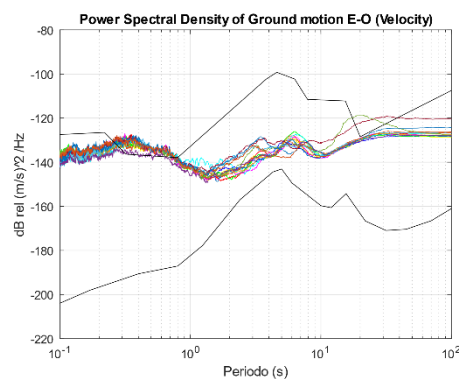
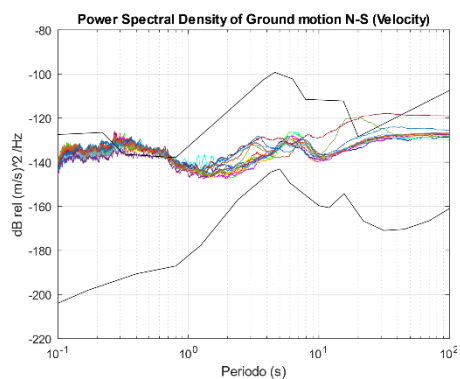
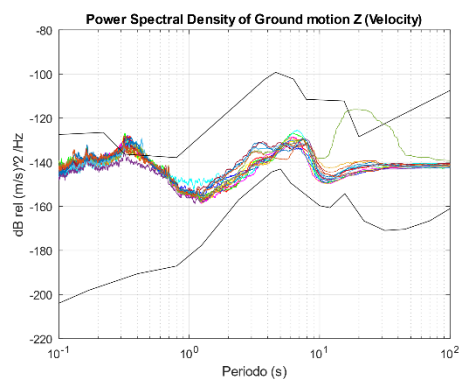
De 01:00 a 01:59 UTC



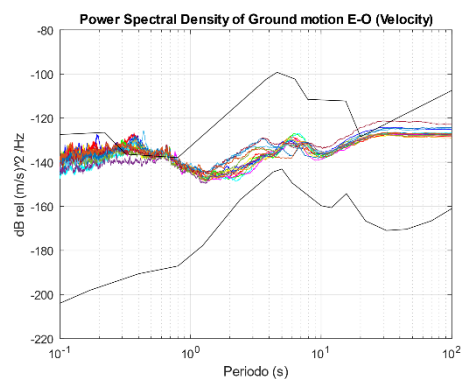
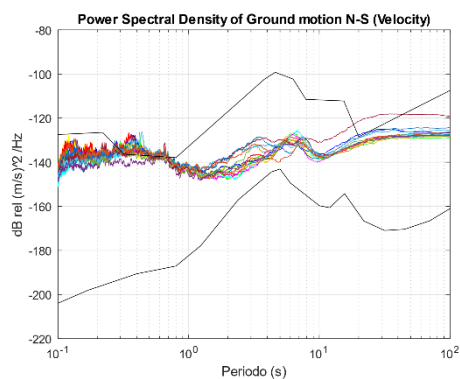
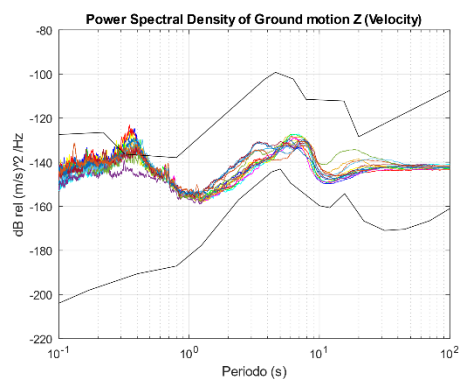
De 02:00 a 02:59 UTC



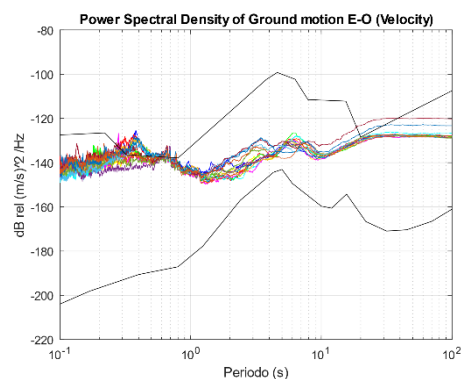
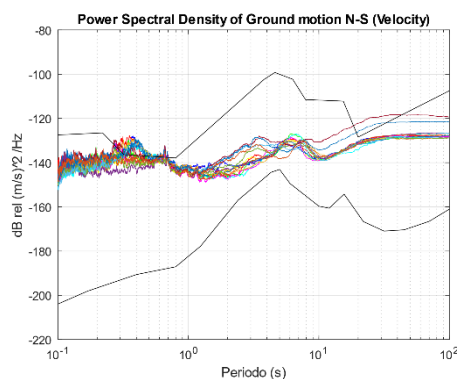
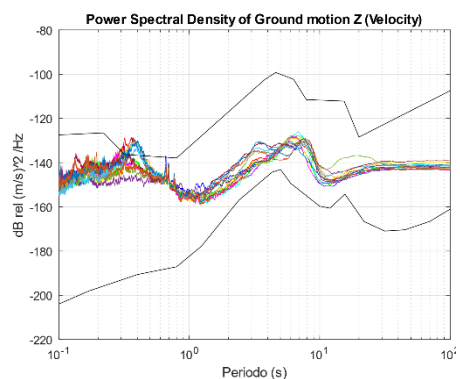
De 03:00 a 03:59 UTC



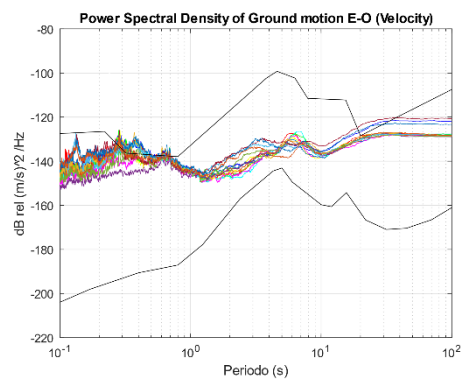
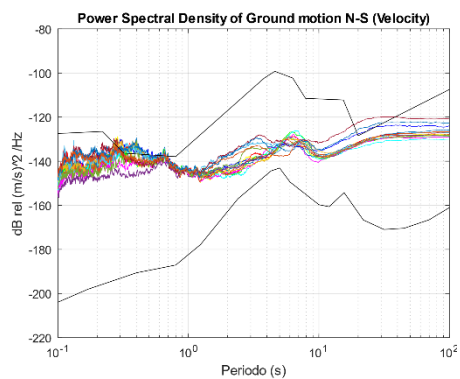
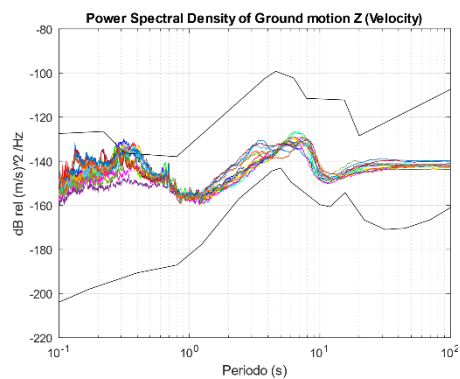
De 04:00 a 04:59 UTC



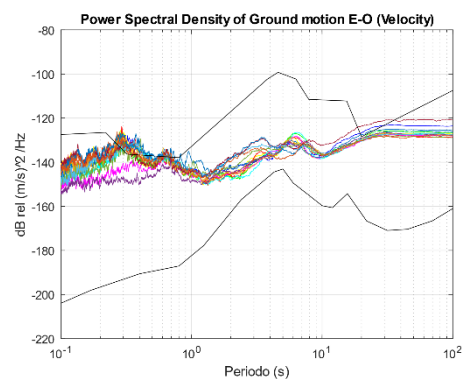
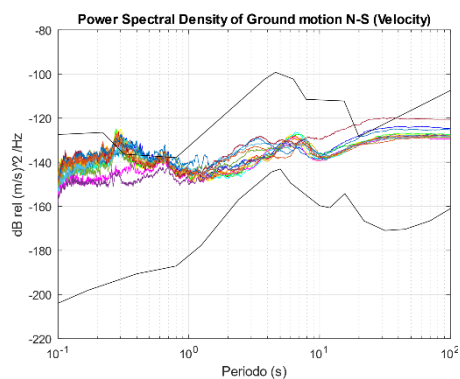
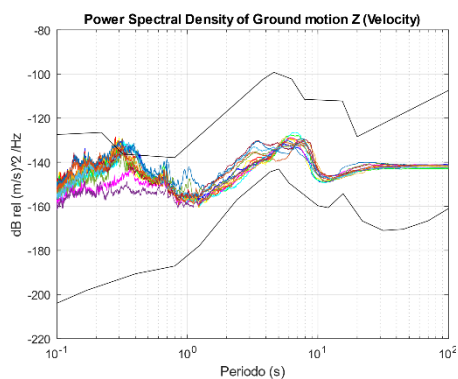
De 05:00 a 05:59 UTC



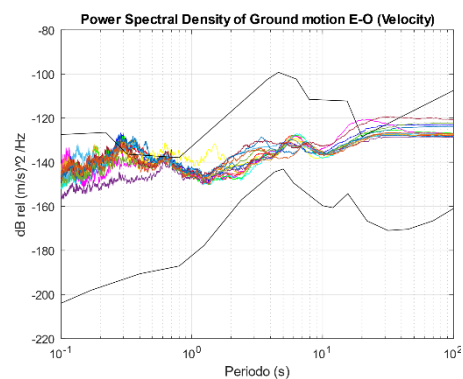
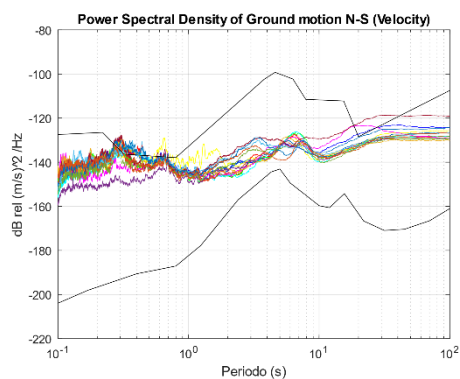
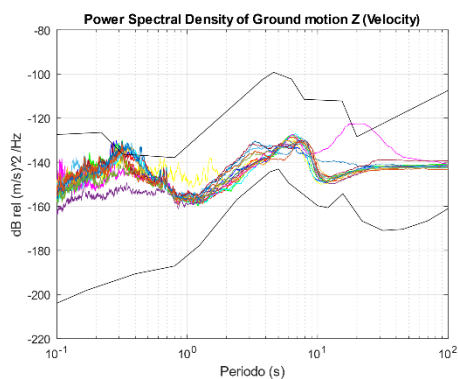
De 06:00 a 06:59 UTC



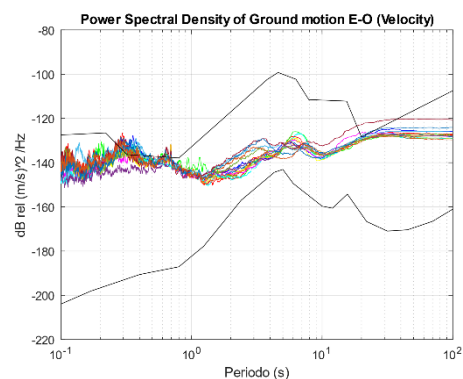
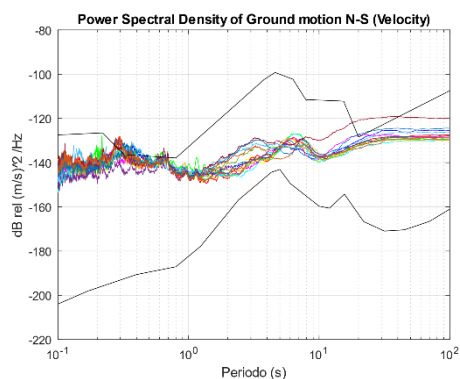
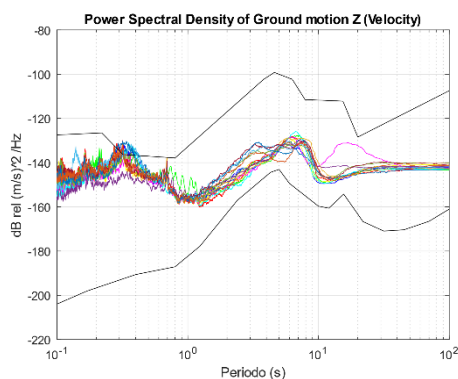
De 07:00 a 07:59 UTC



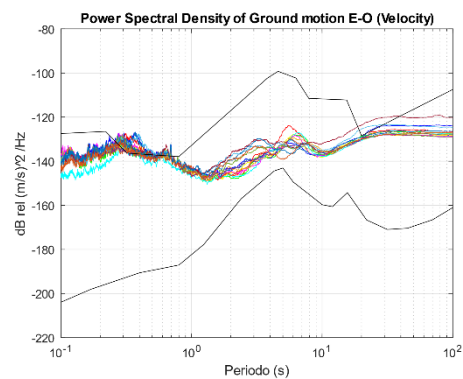
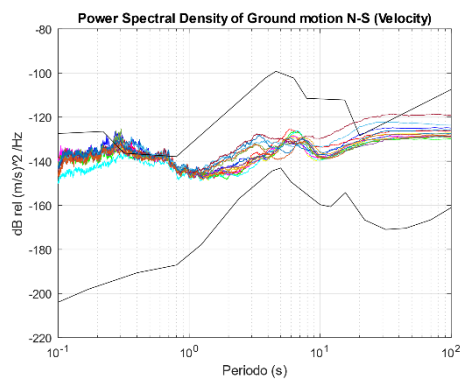
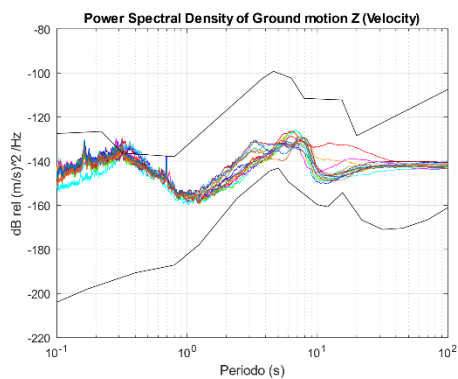
De 08:00 a 08:59 UTC



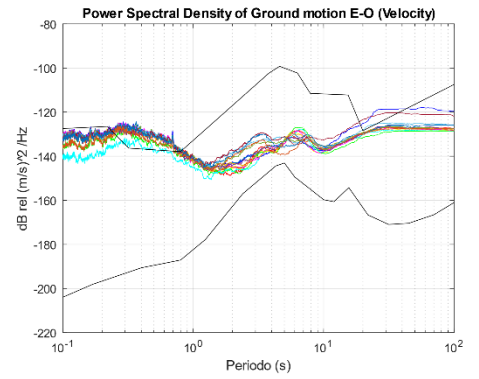
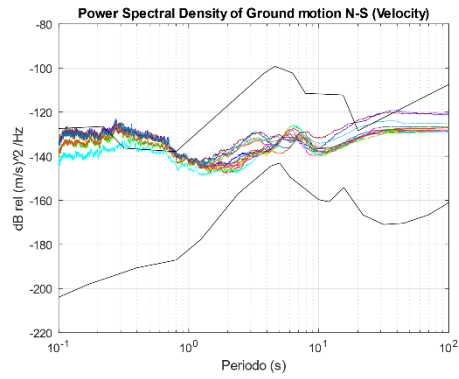
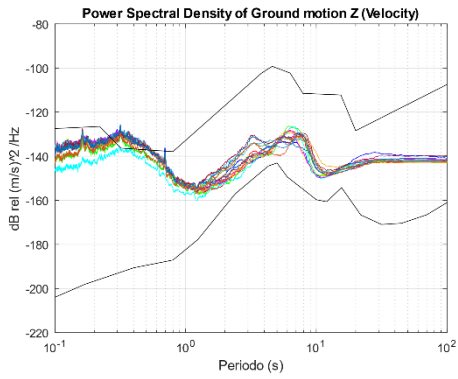
De 09:00 a 09:59 UTC



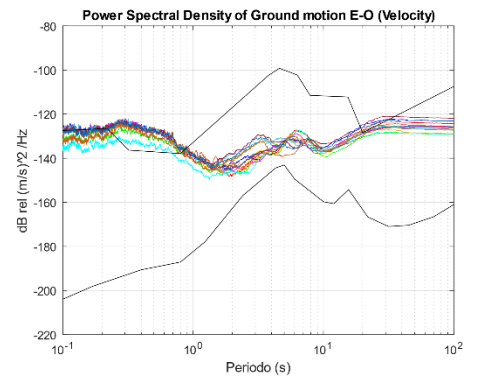
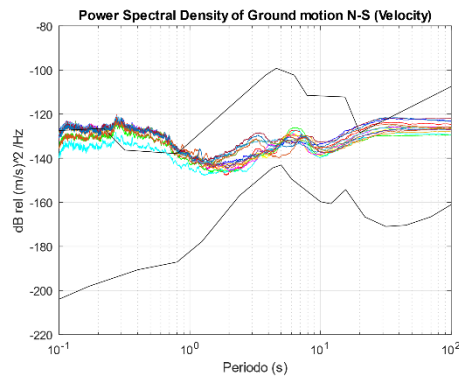
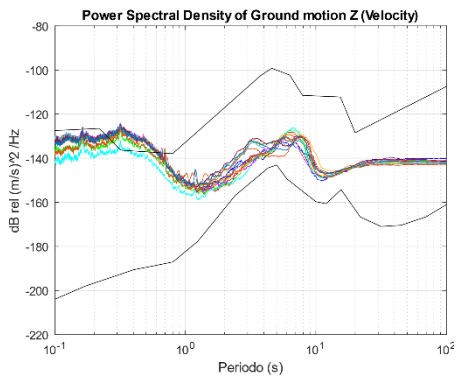
De 10:00 a 10:59 UTC



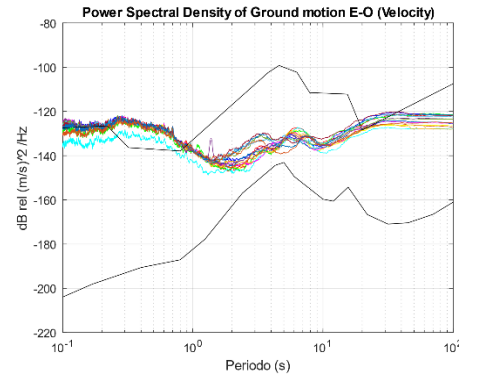
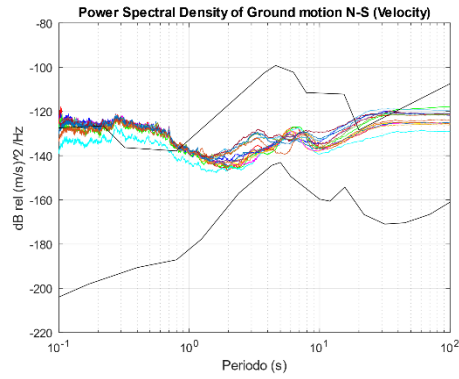
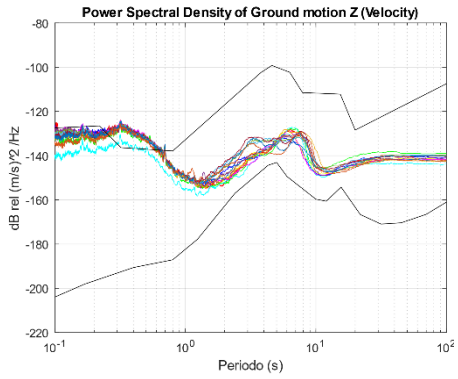
De 11:00 a 11:59 UTC



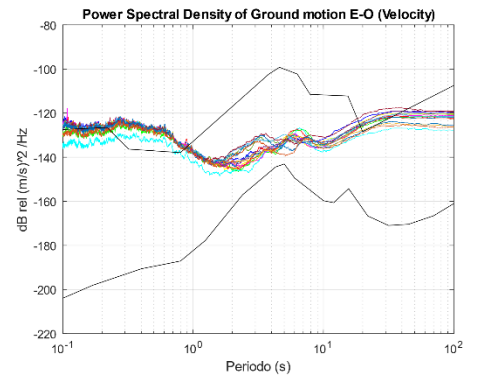
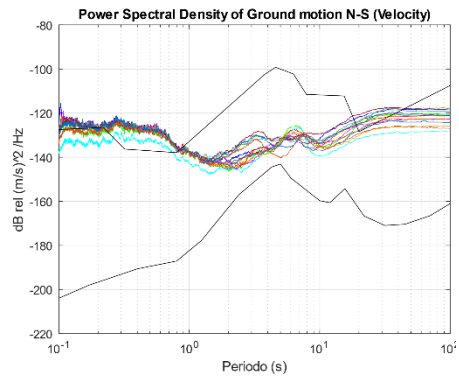
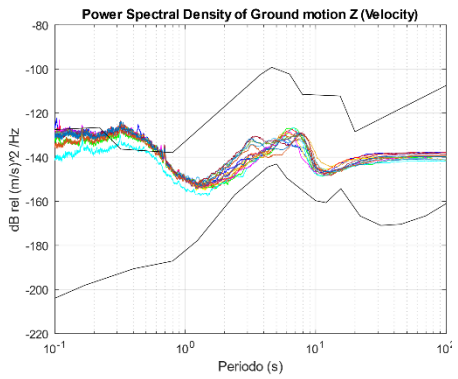
De 12:00 a 12:59 UTC



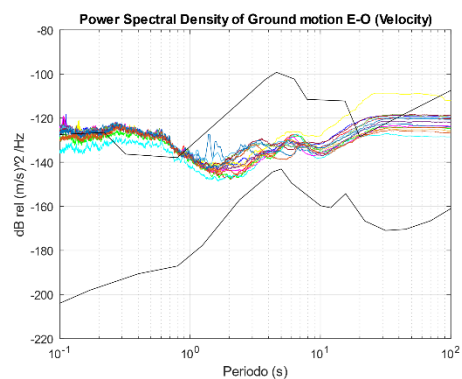
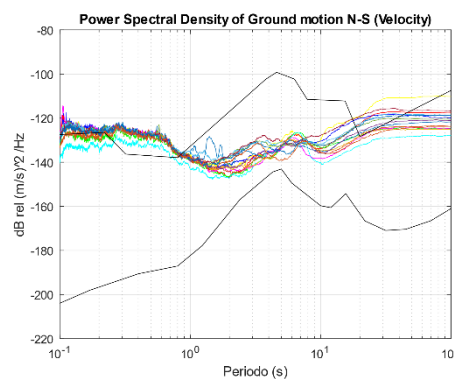
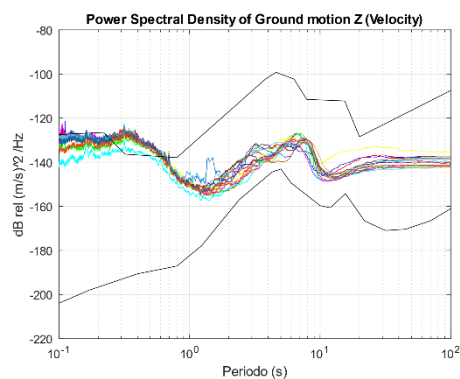
De 13:00 a 13:59 UTC



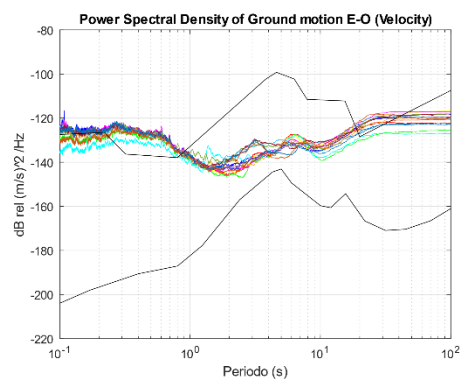
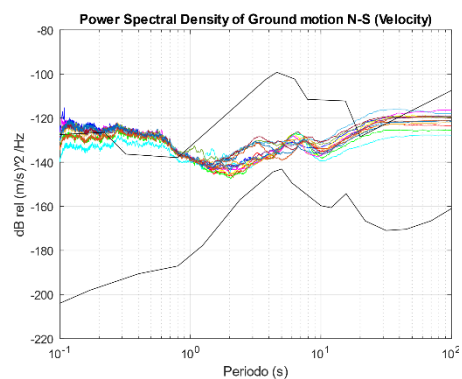
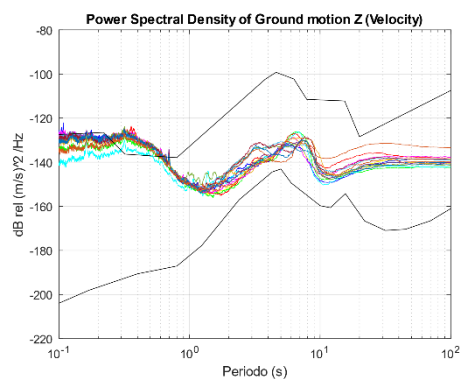
De 14:00 a 14:59 UTC



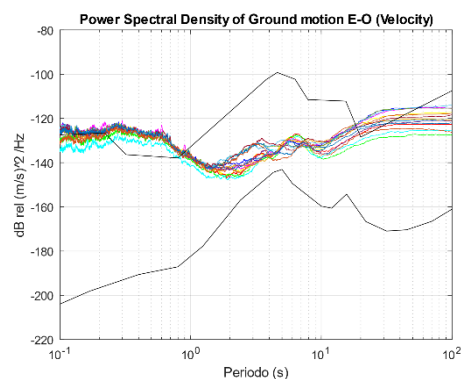
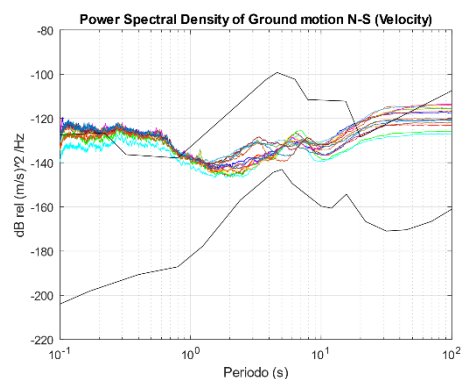
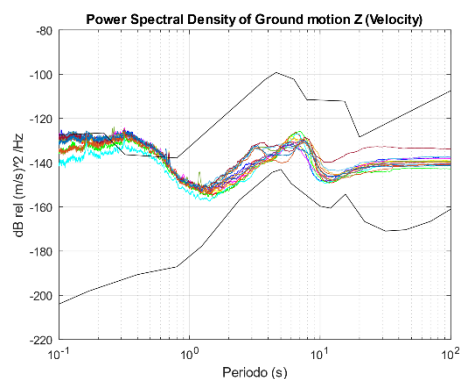
De 15:00 a 15:59 UTC



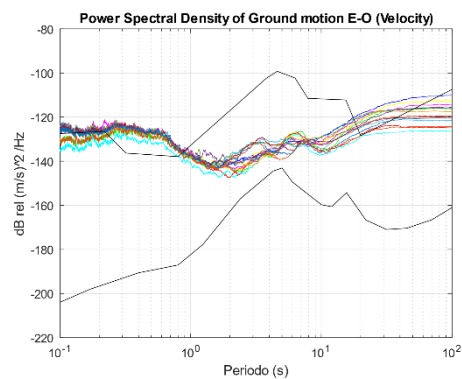
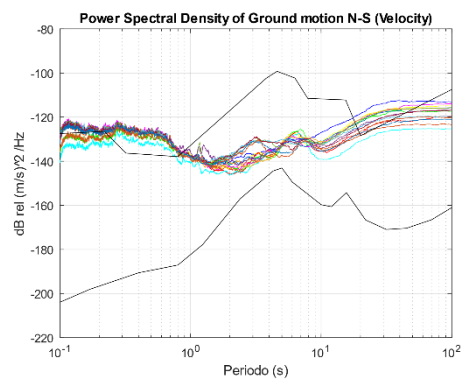
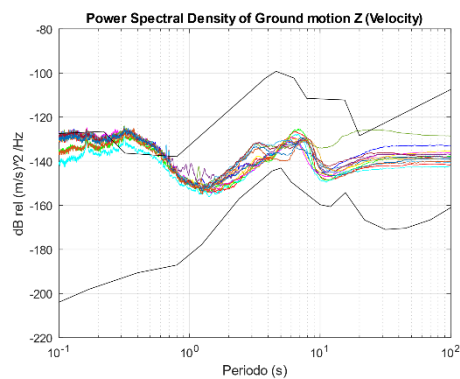
De 16:00 a 16:59 UTC



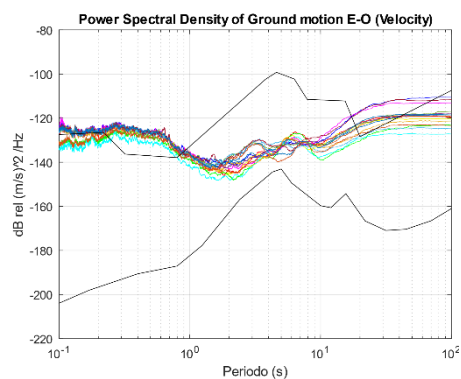
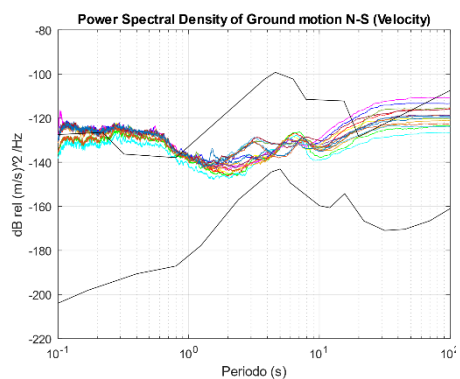
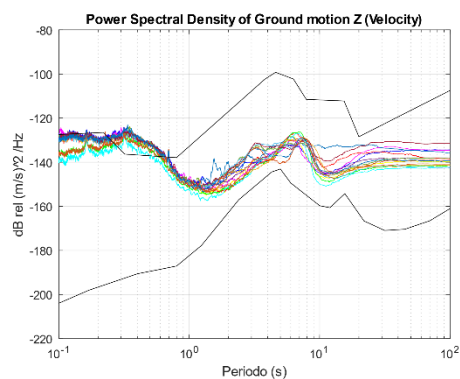
De 17:00 a 17:59 UTC



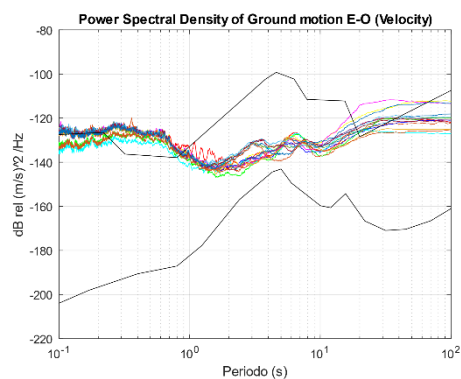
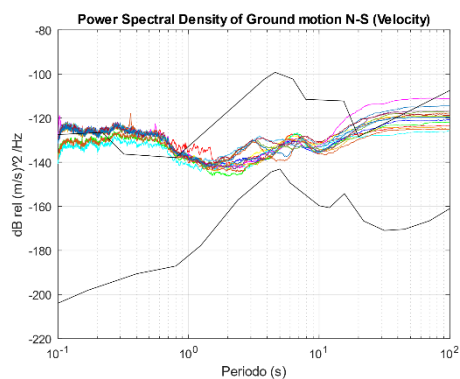
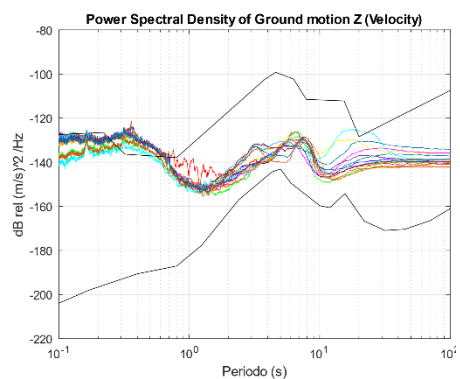
De 18:00 a 18:59 UTC



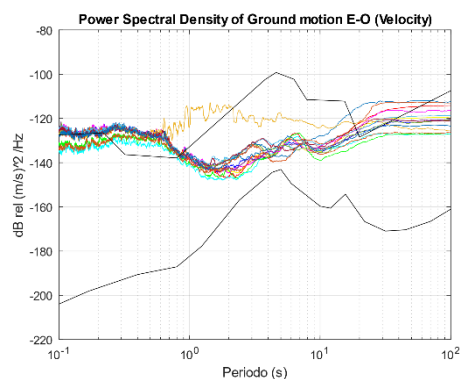
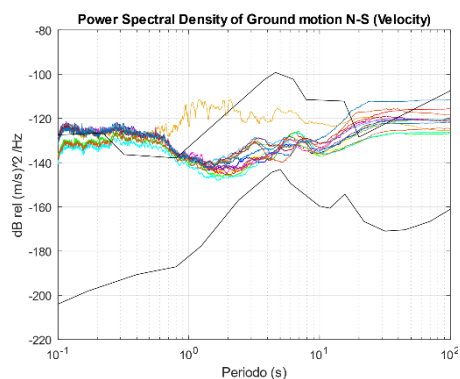
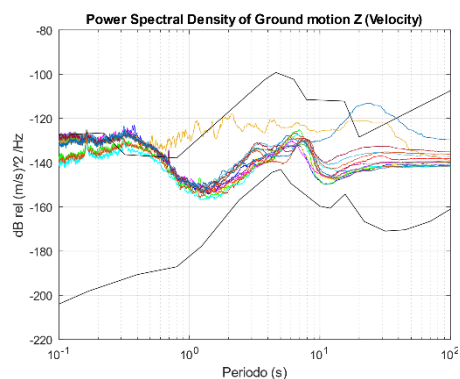
De 19:00 a 19:59 UTC



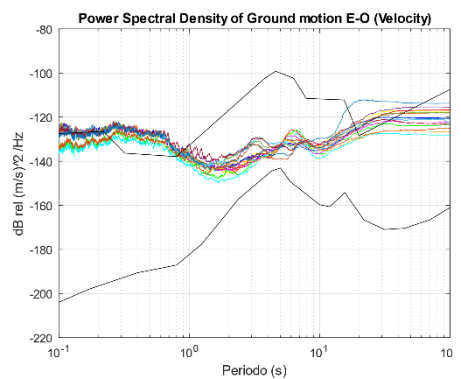
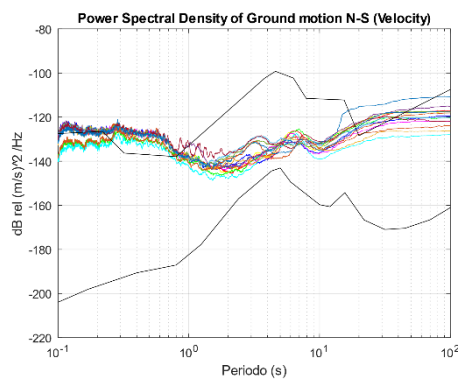
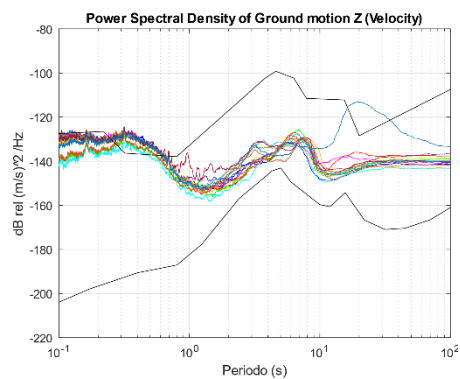
De 20:00 a 20:59 UTC



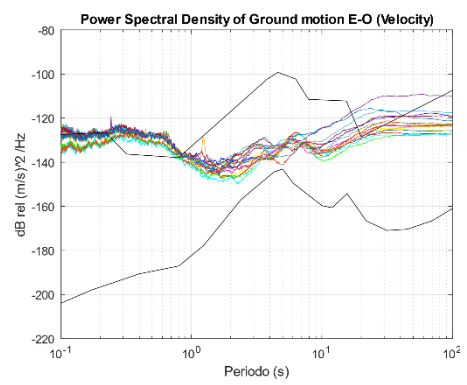
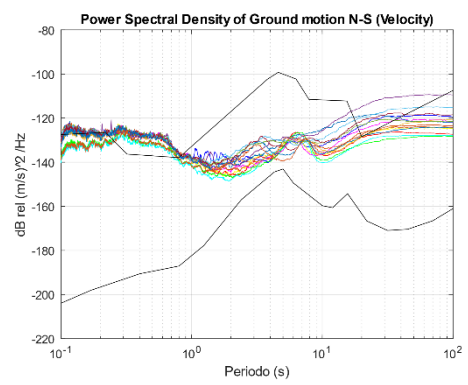
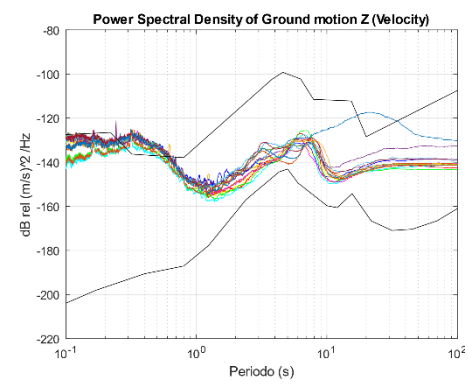
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

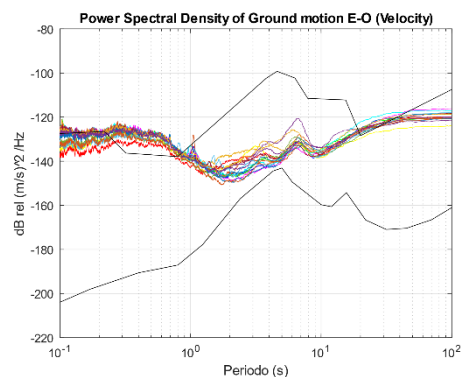
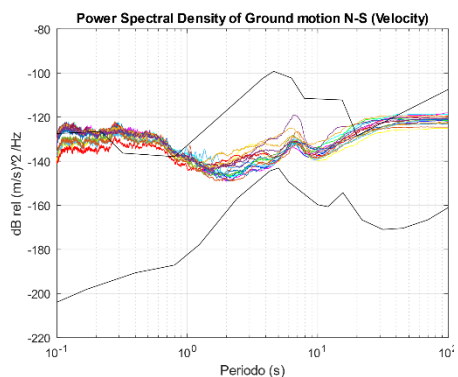
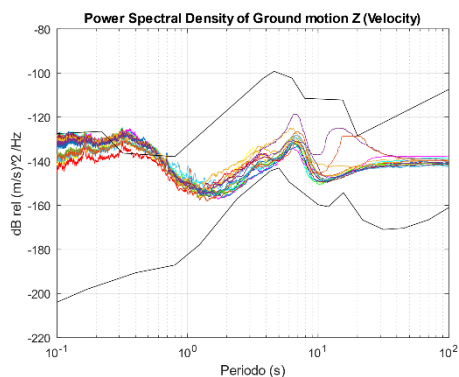


De 23:00 a 23:59 UTC

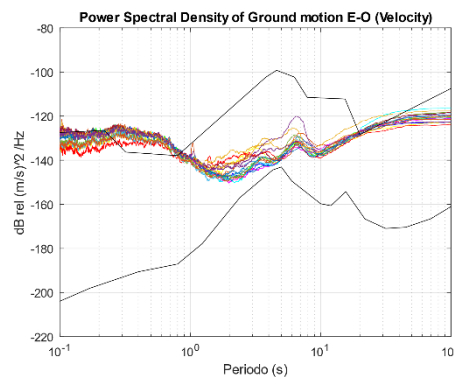
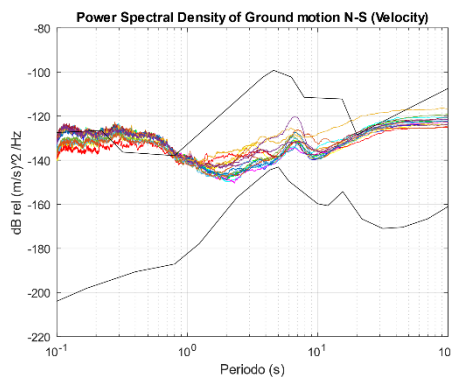
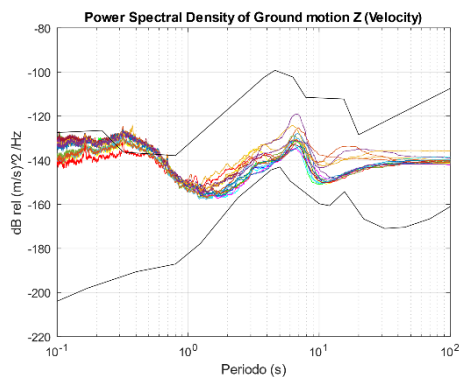


Noviembre

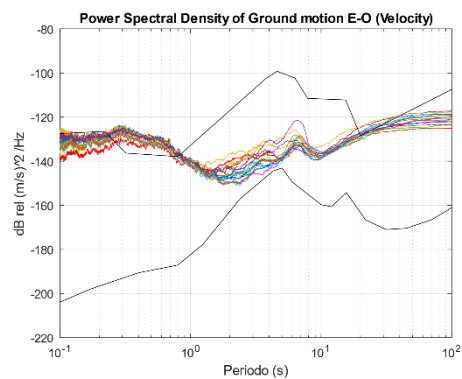
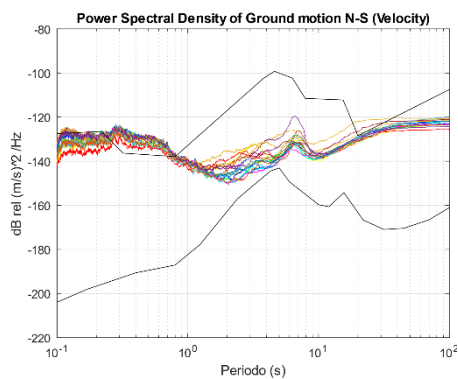
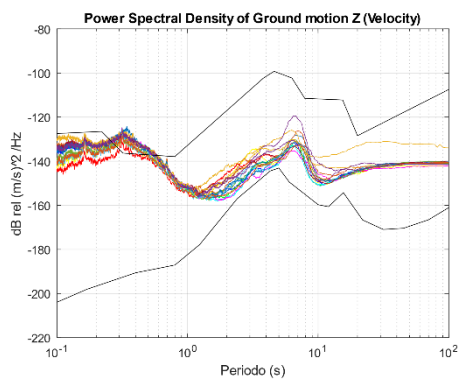
De 00:00 a 00:59 UTC



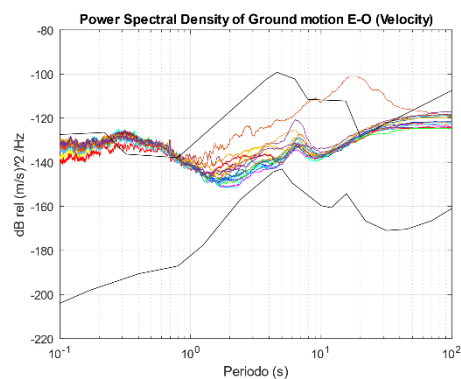
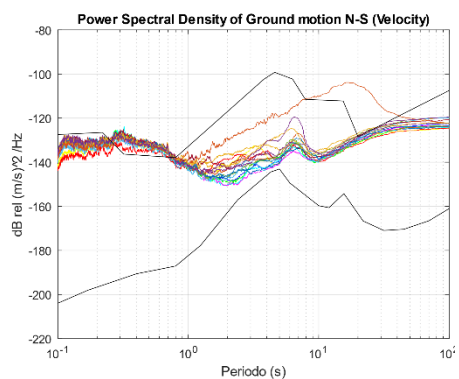
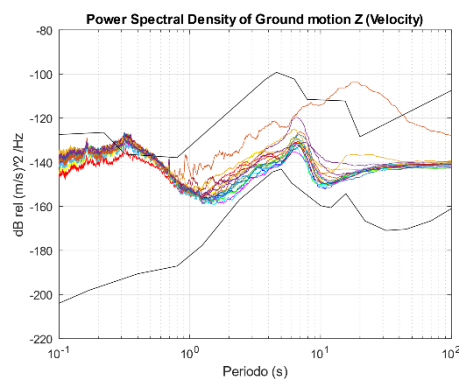
De 01:00 a 01:59 UTC



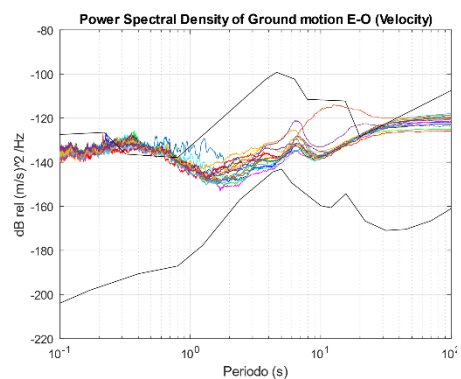
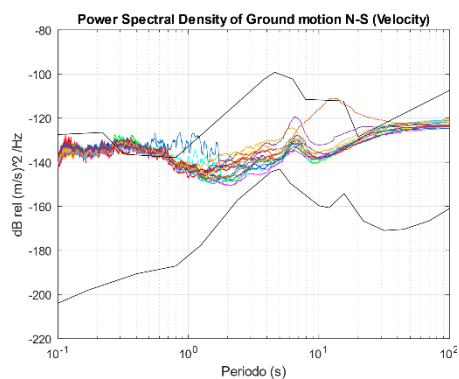
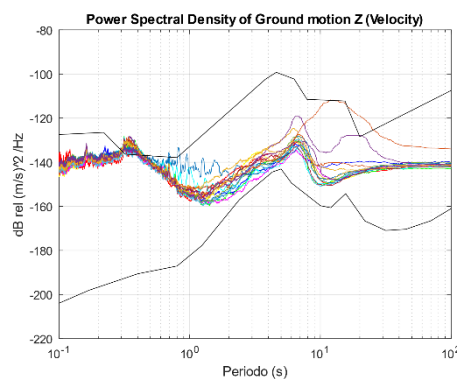
De 02:00 a 02:59 UTC



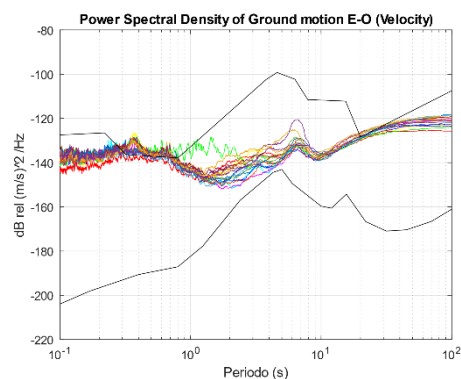
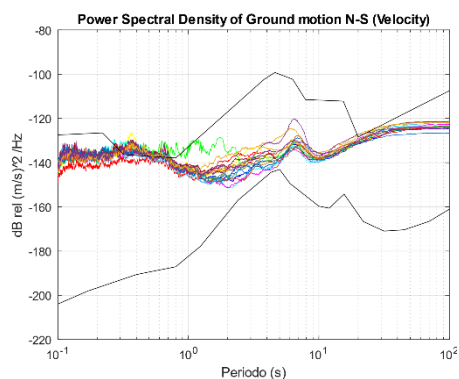
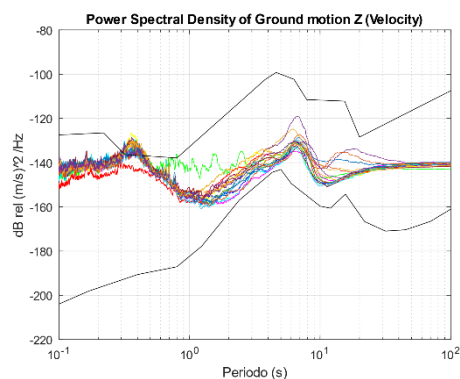
De 03:00 a 03:59 UTC



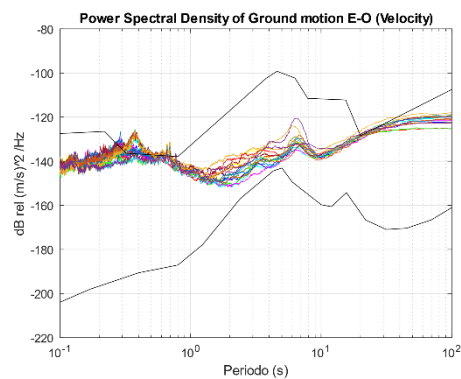
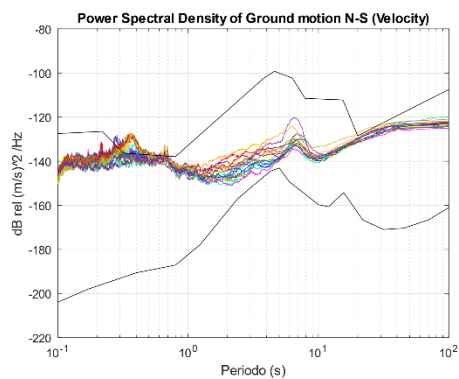
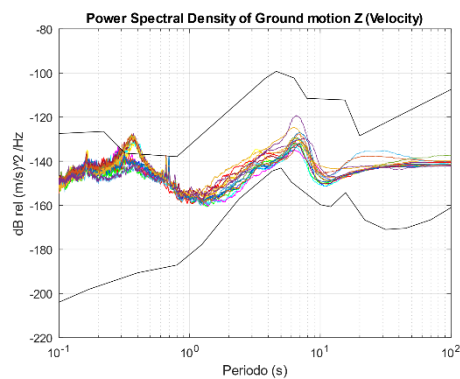
De 04:00 a 04:59 UTC



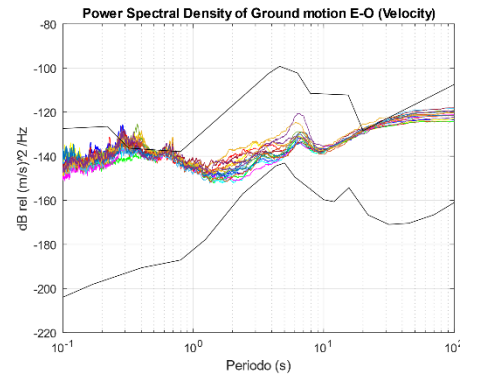
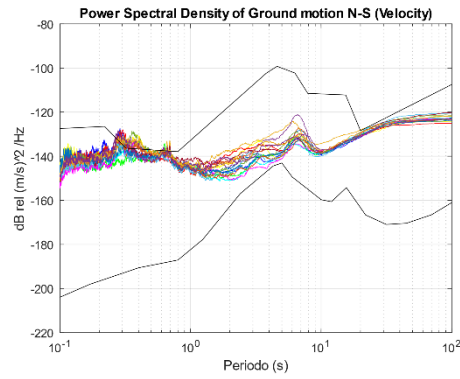
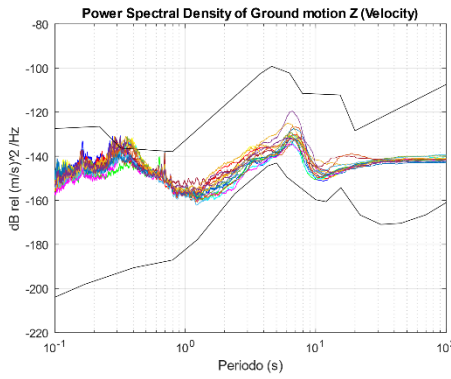
De 05:00 a 05:59 UTC



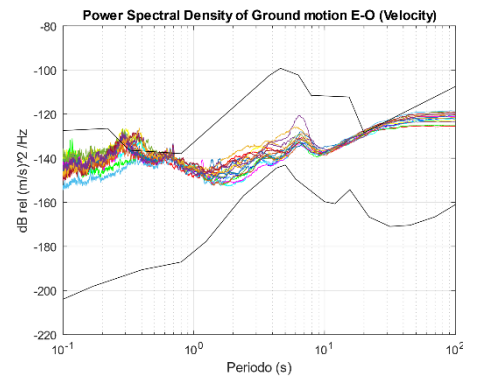
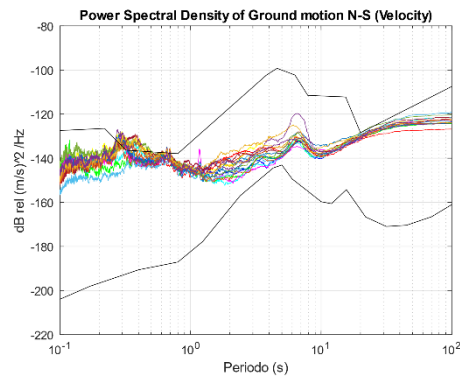
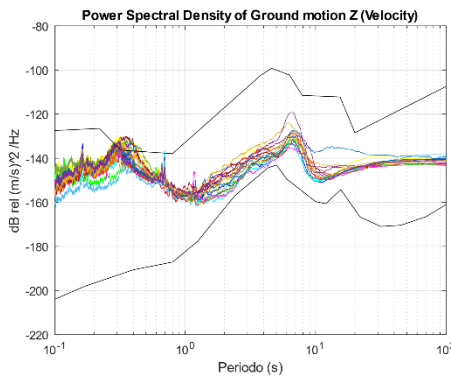
De 06:00 a 06:59 UTC



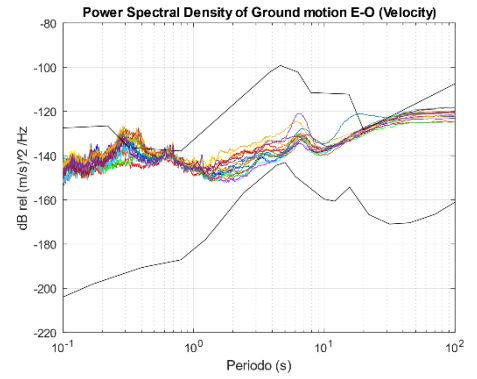
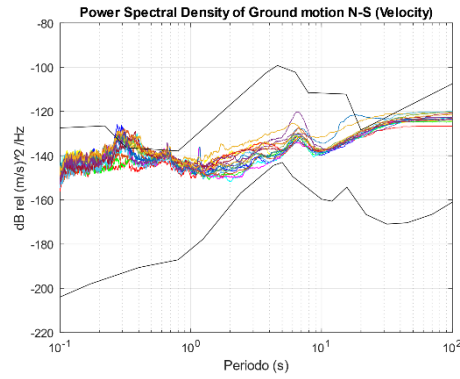
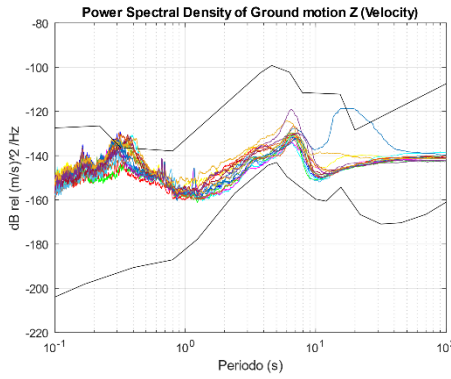
De 07:00 a 07:59 UTC



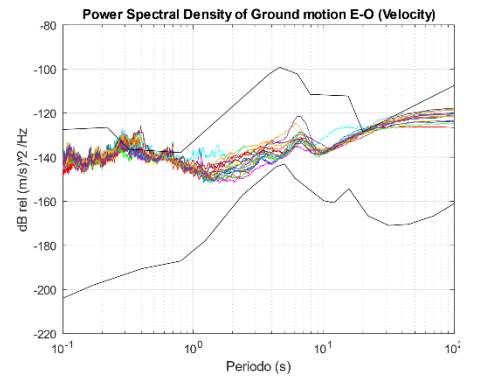
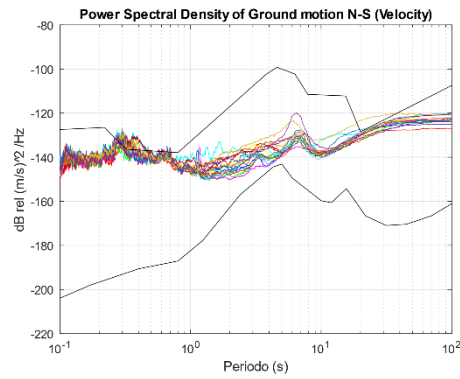
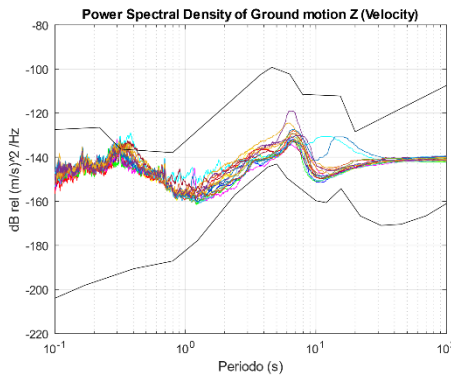
De 08:00 a 08:59 UTC



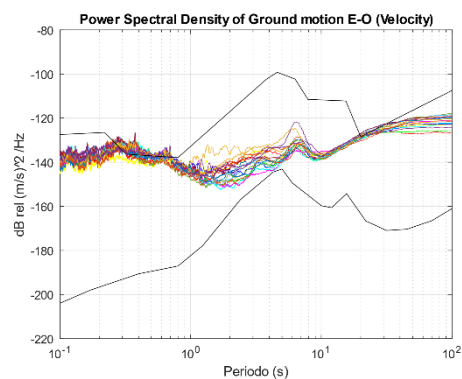
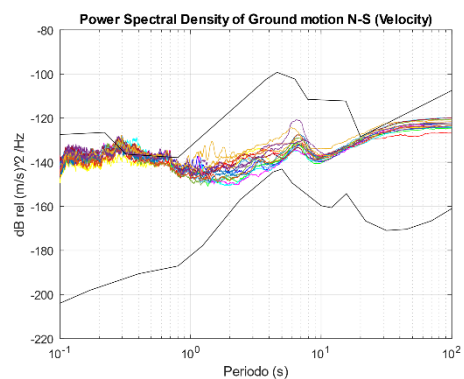
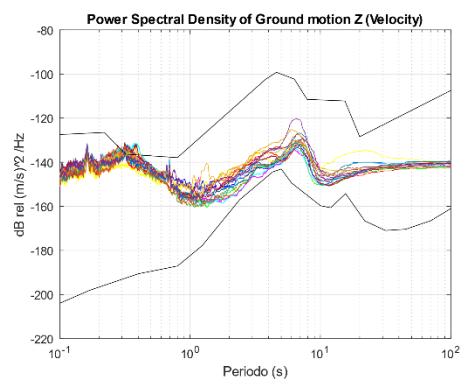
De 09:00 a 09:59 UTC



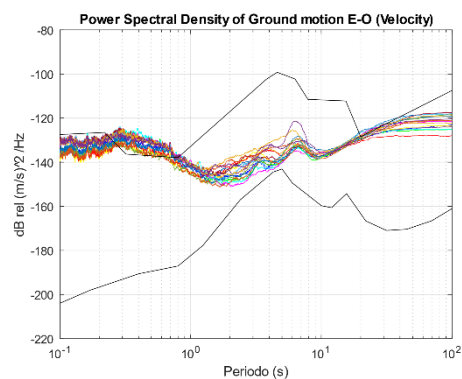
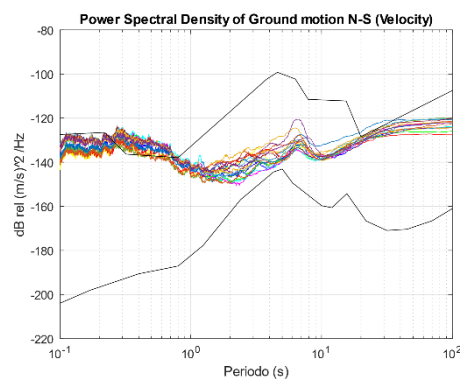
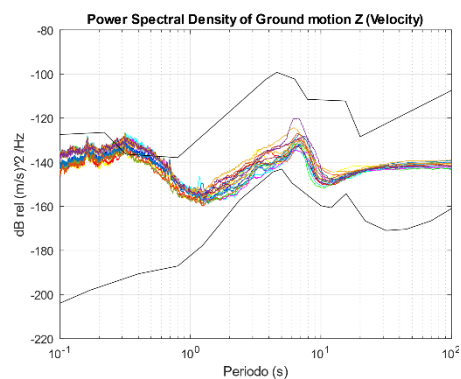
De 10:00 a 10:59 UTC



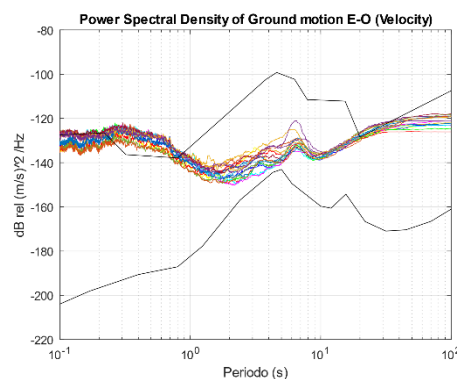
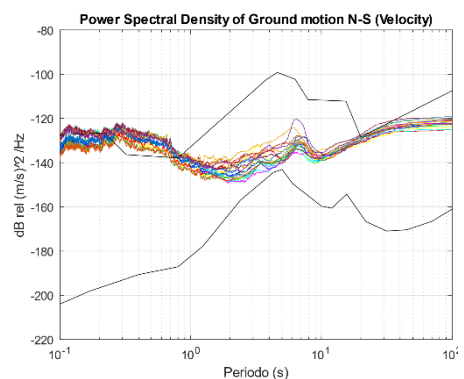
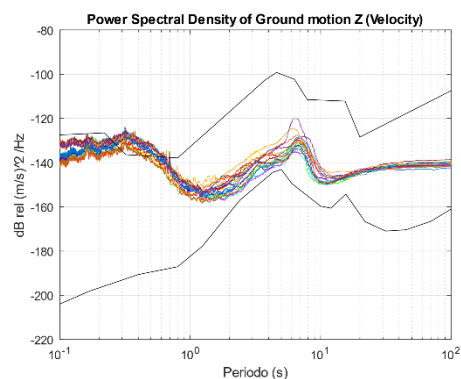
De 11:00 a 11:59 UTC



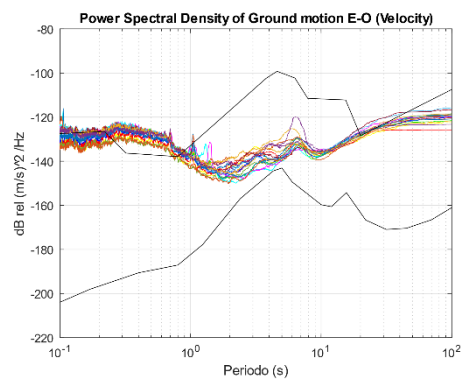
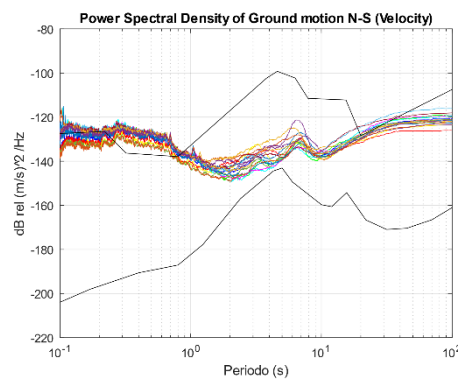
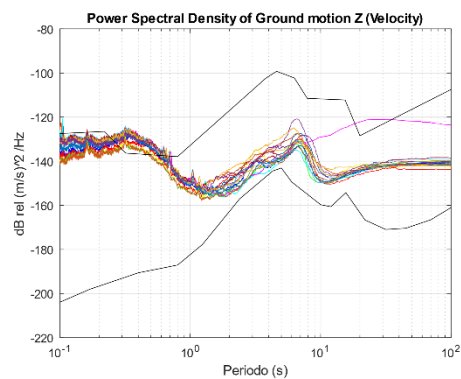
De 12:00 a 12:59 UTC



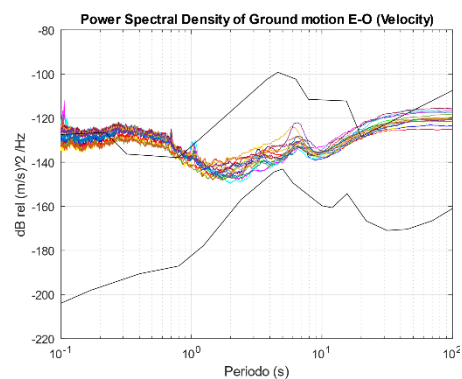
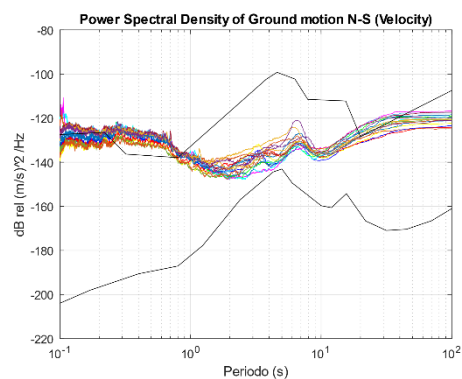
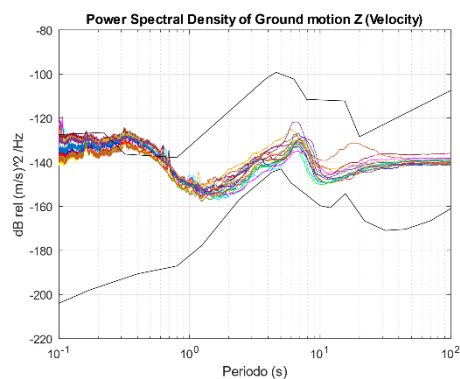
De 13:00 a 13:59 UTC



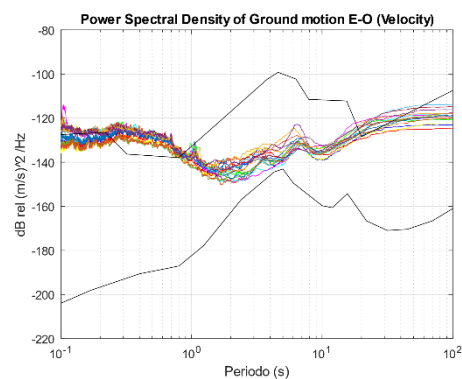
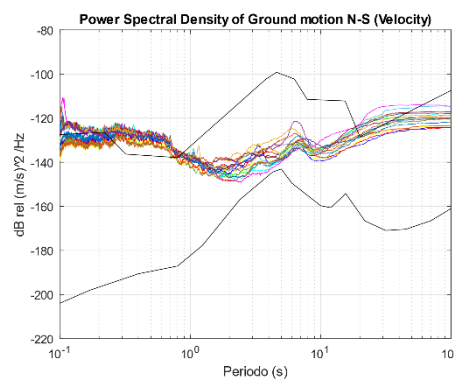
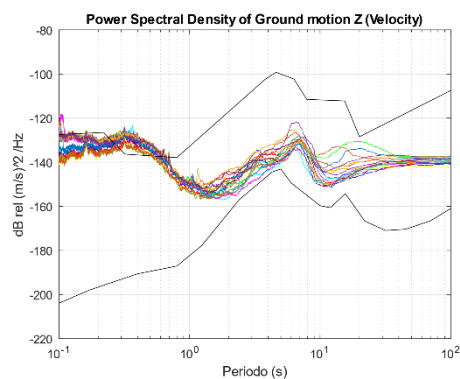
De 14:00 a 14:59 UTC



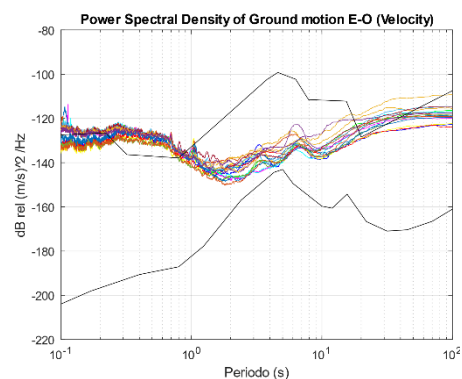
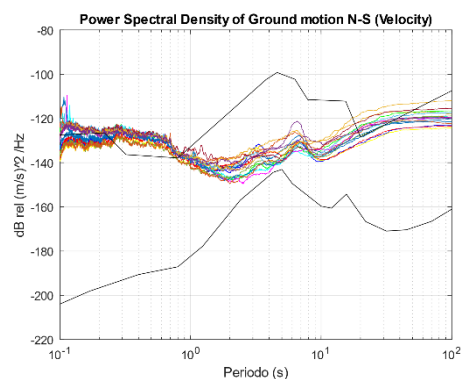
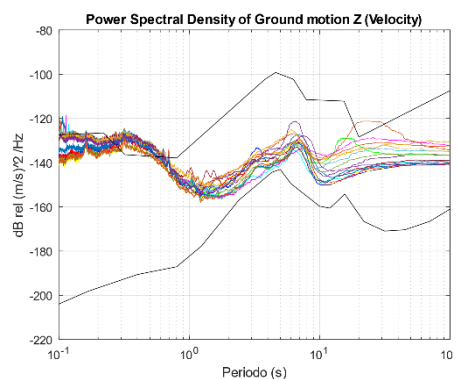
De 15:00 a 15:59 UTC



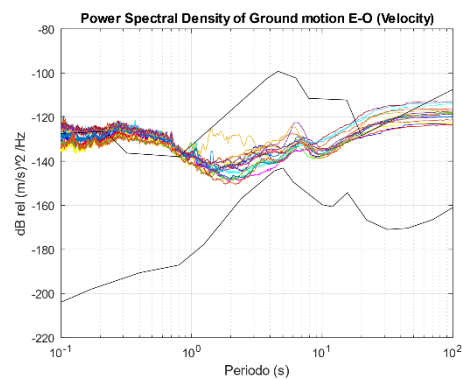
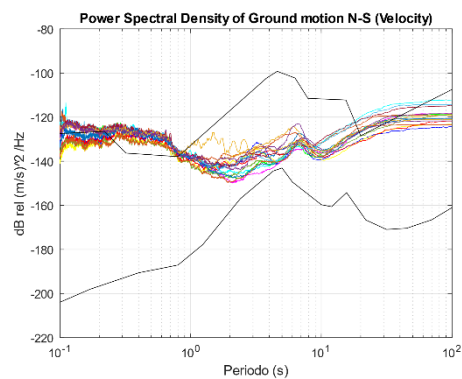
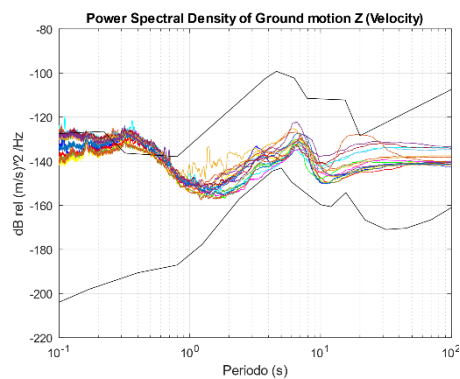
De 16:00 a 16:59 UTC



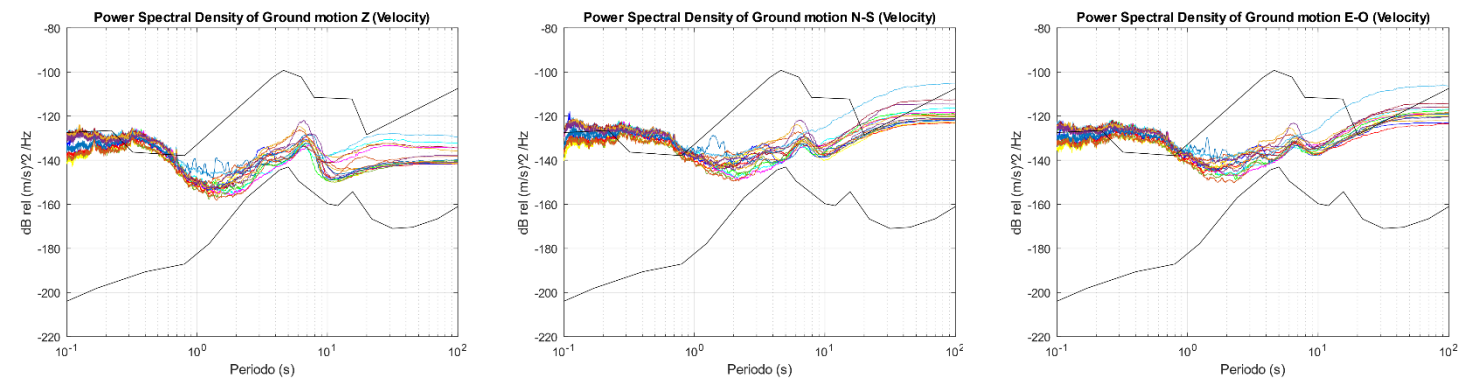
De 17:00 a 17:59 UTC



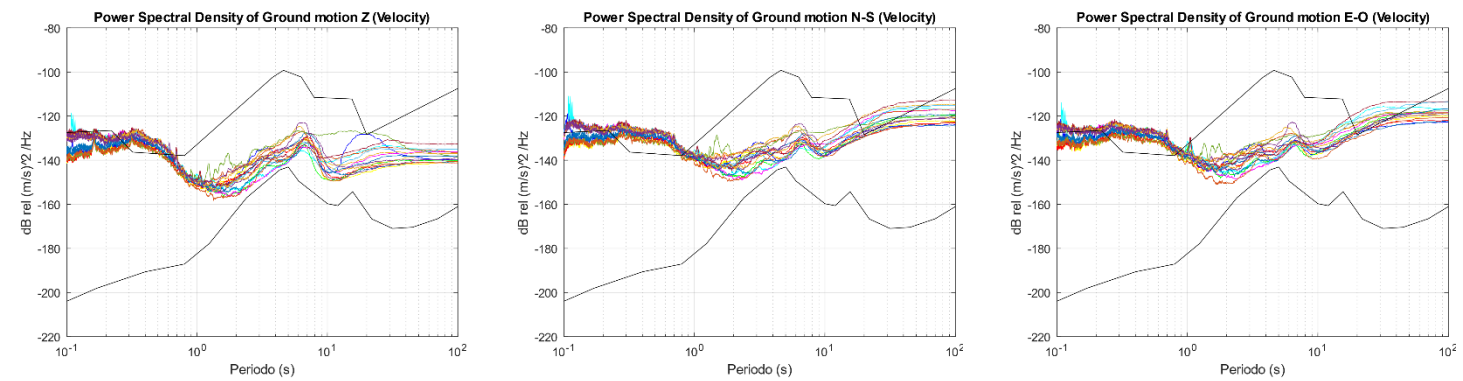
De 18:00 a 18:59 UTC



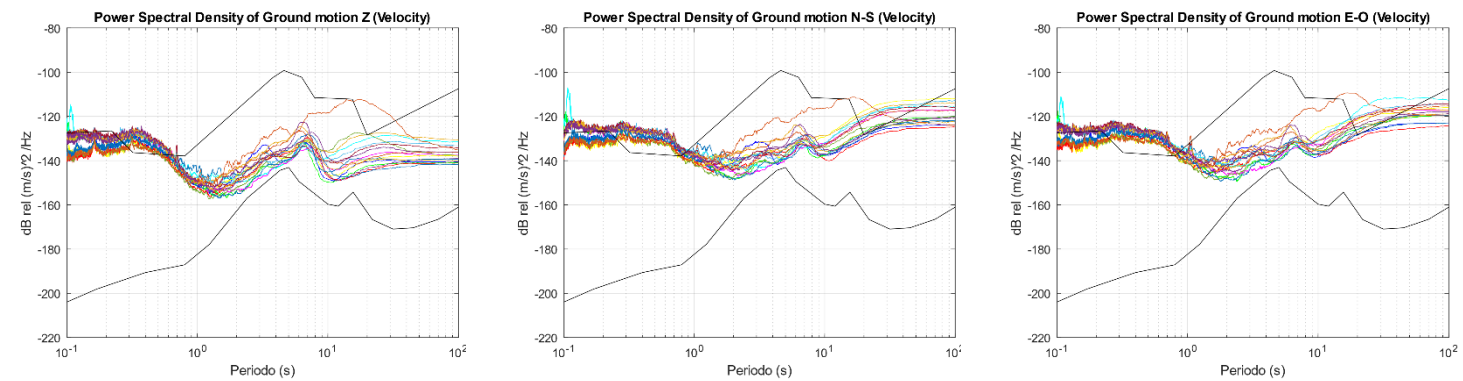
De 19:00 a 19:59 UTC



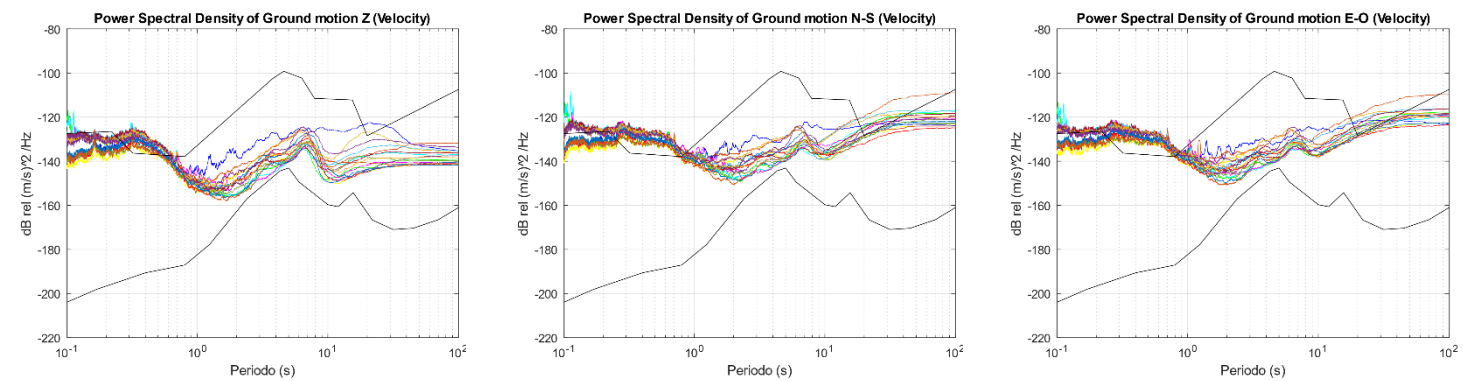
De 20:00 a 20:59 UTC



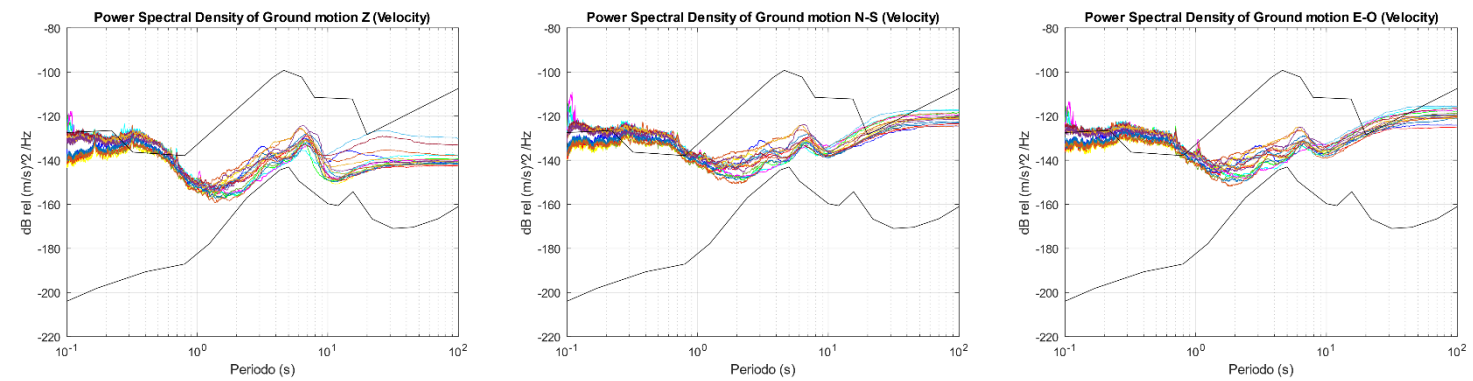
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

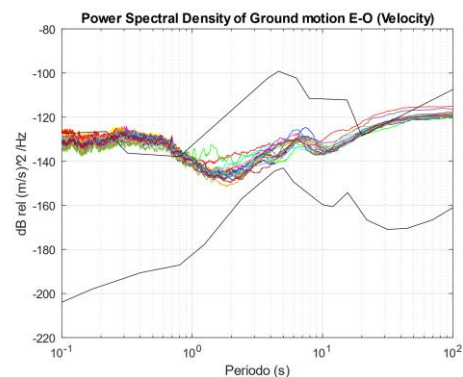
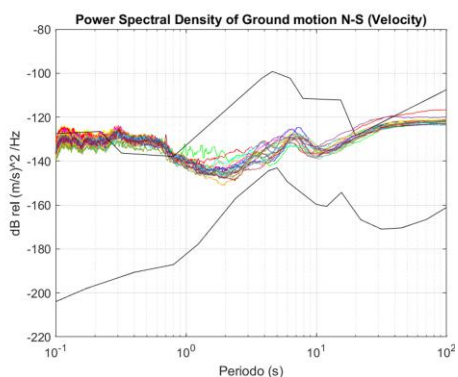
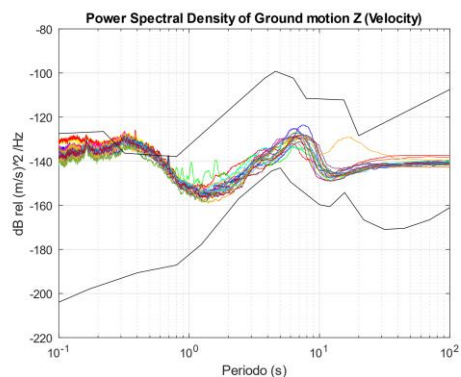


De 23:00 a 23:59 UTC

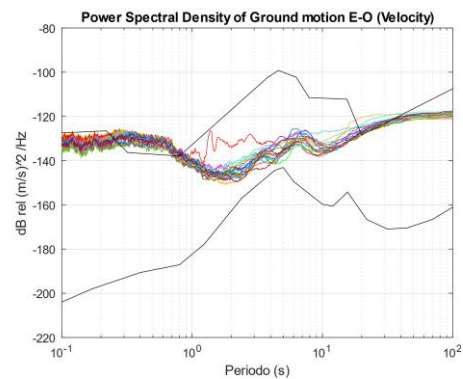
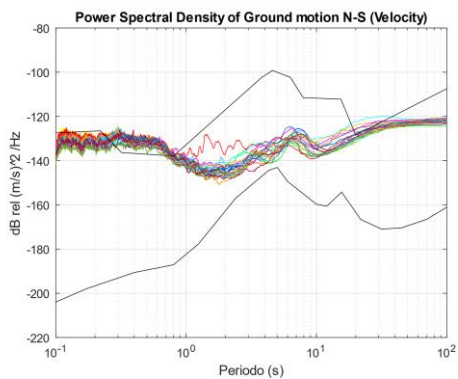
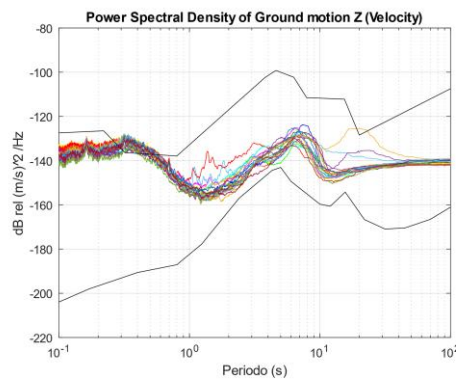


Diciembre

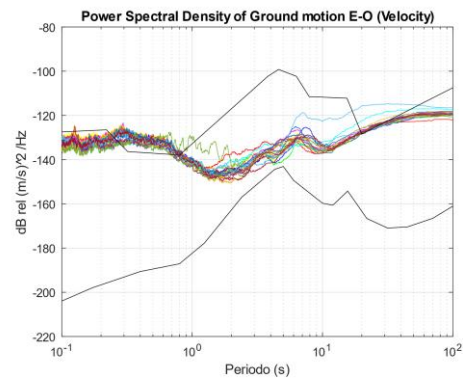
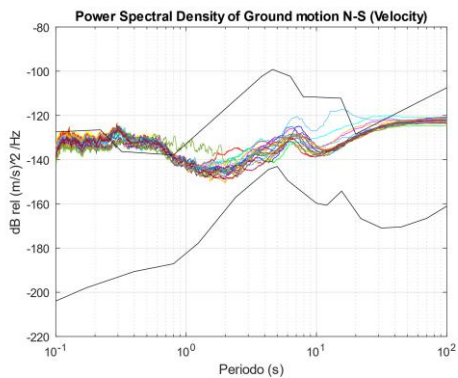
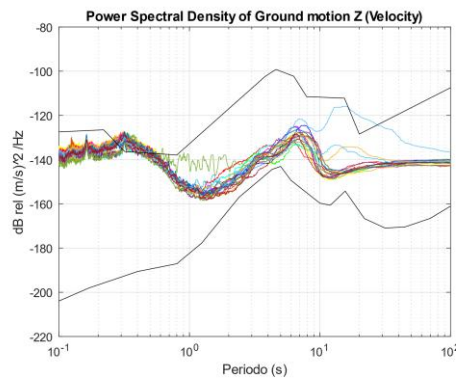
De 00:00 a 00:59 UTC



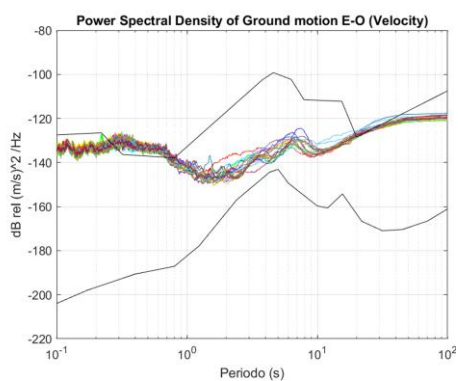
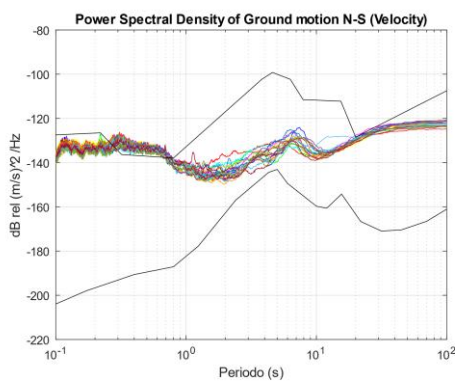
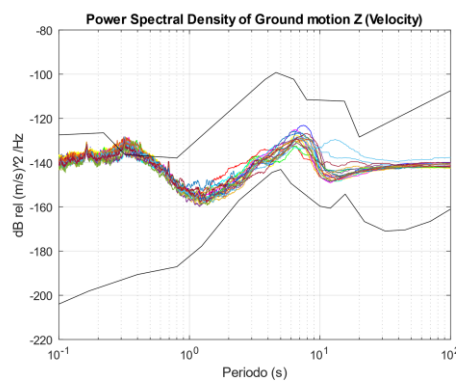
De 01:00 a 01:59 UTC



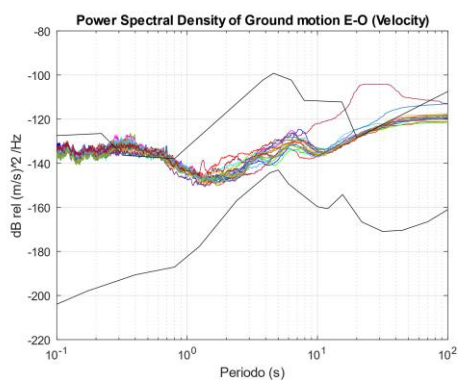
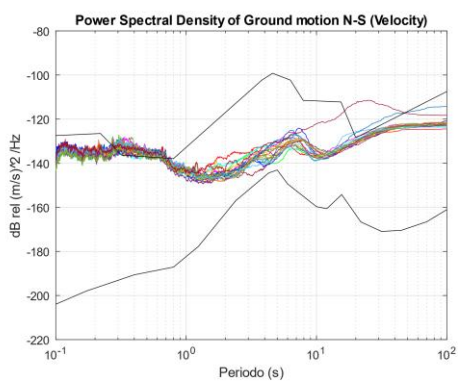
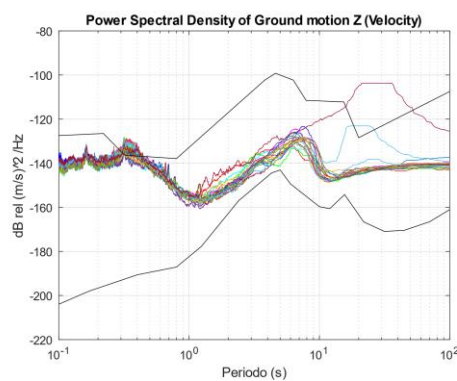
De 02:00 a 02:59 UTC



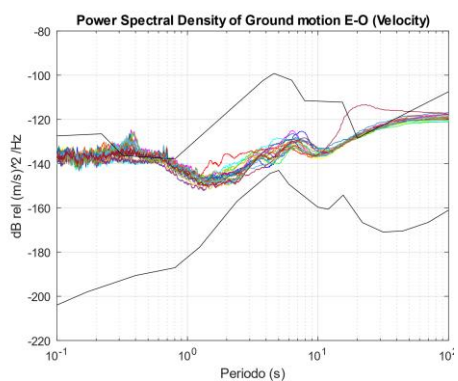
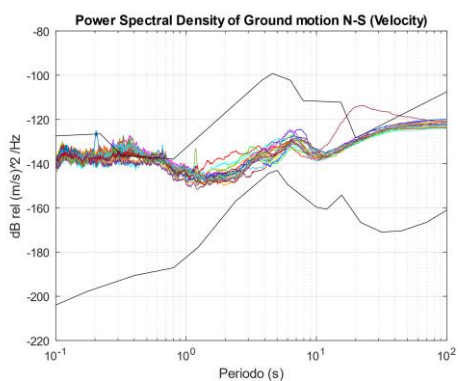
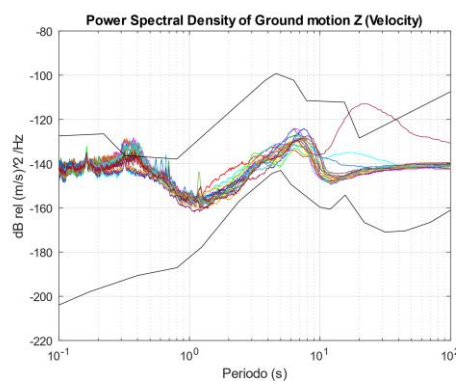
De 03:00 a 03:59 UTC



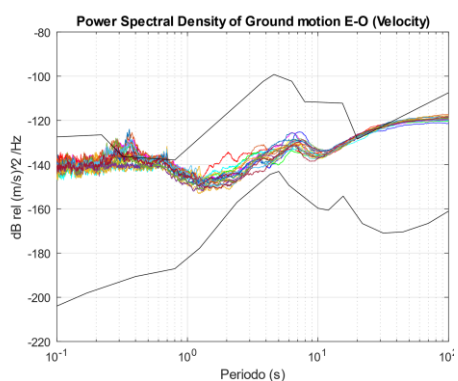
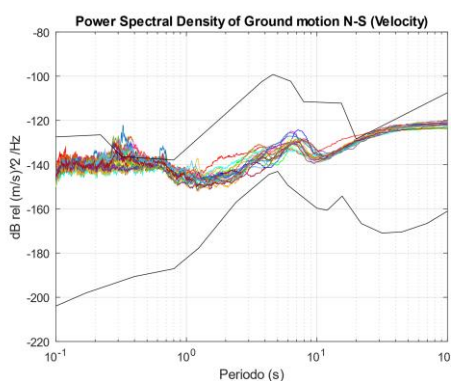
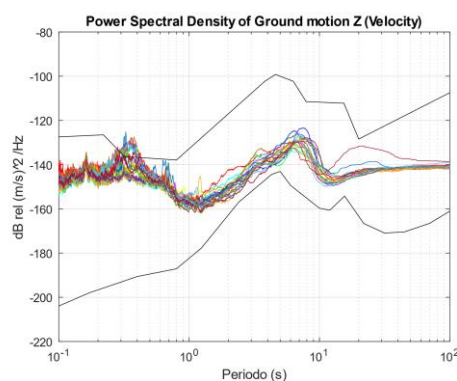
De 04:00 a 04:59 UTC



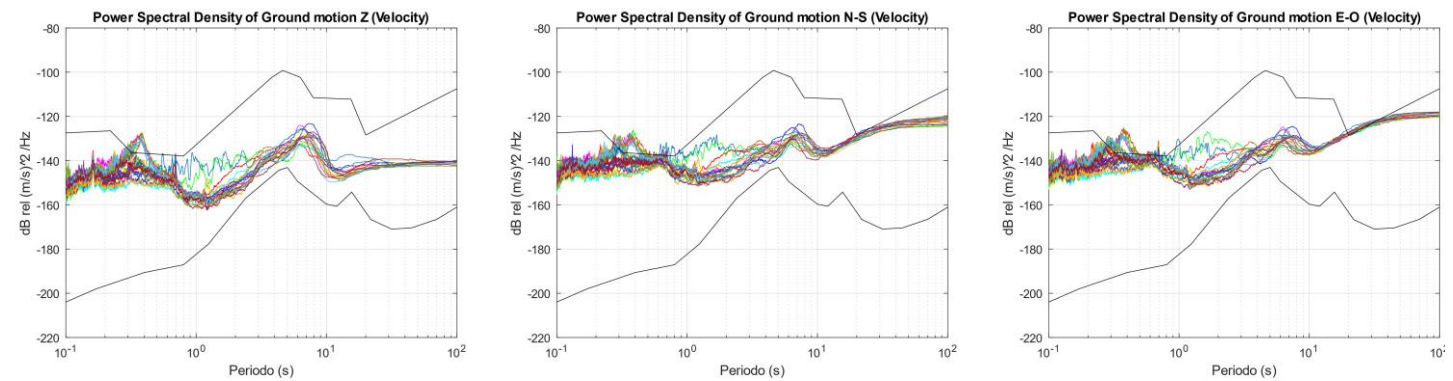
De 05:00 a 05:59 UTC



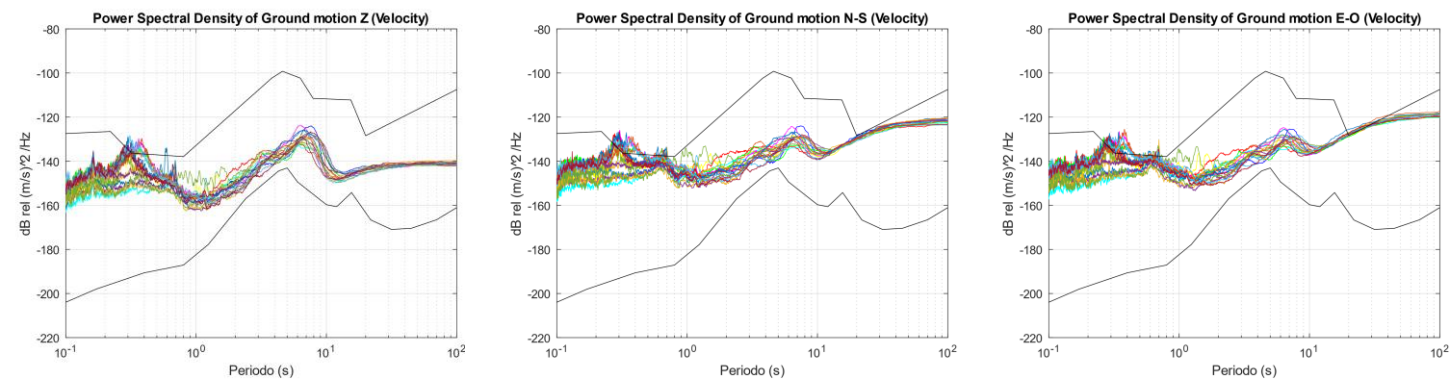
De 06:00 a 06:59 UTC



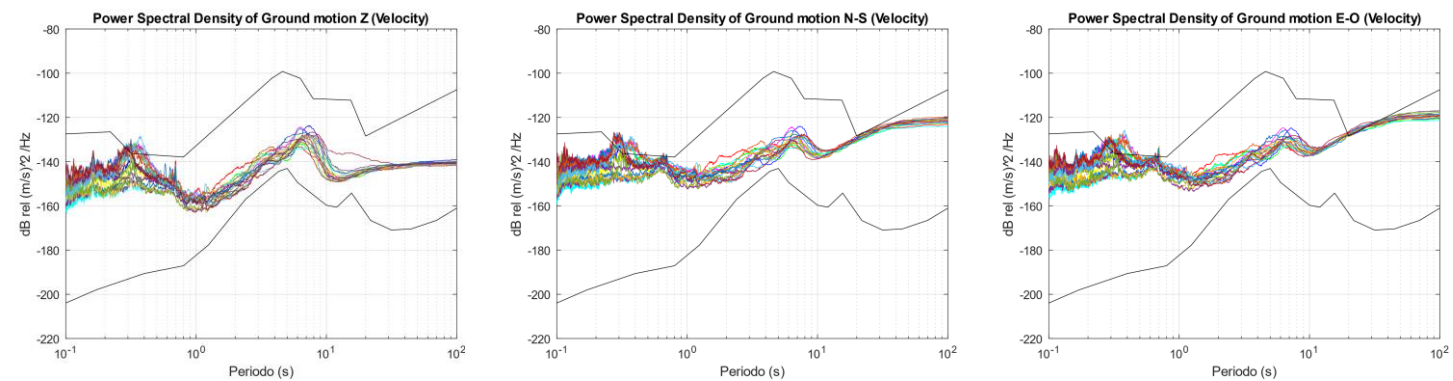
De 07:00 a 07:59 UTC



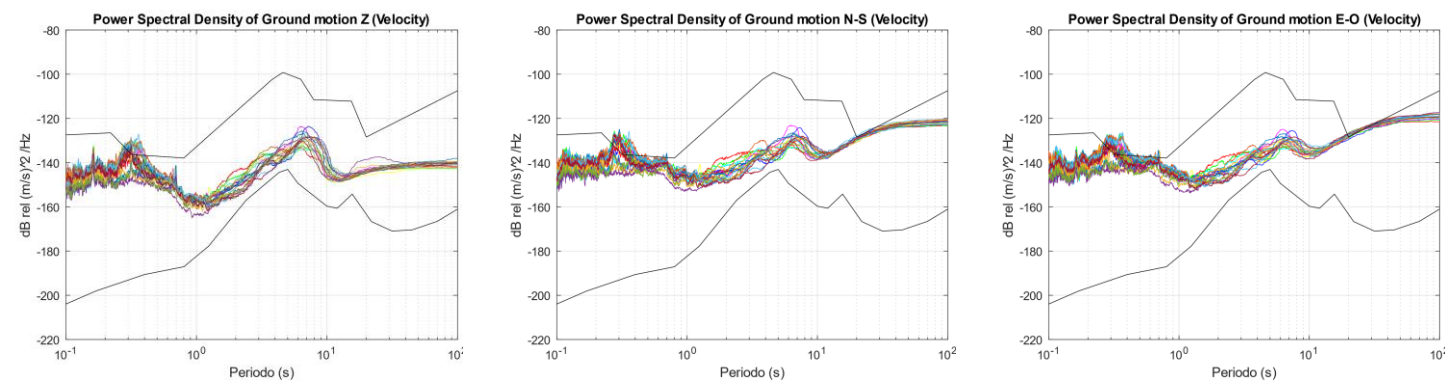
De 08:00 a 08:59 UTC



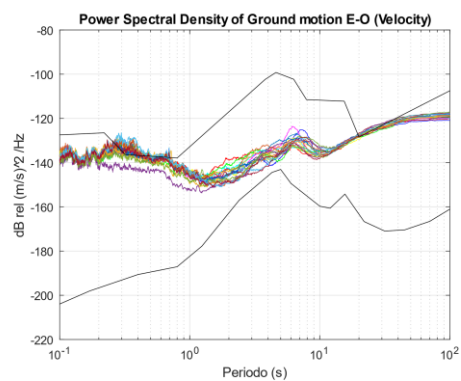
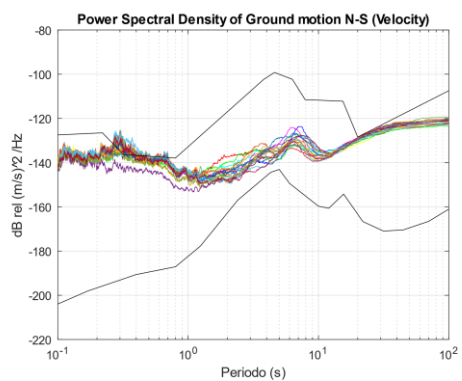
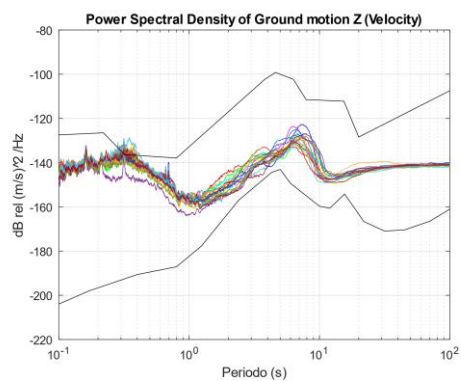
De 09:00 a 09:59 UTC



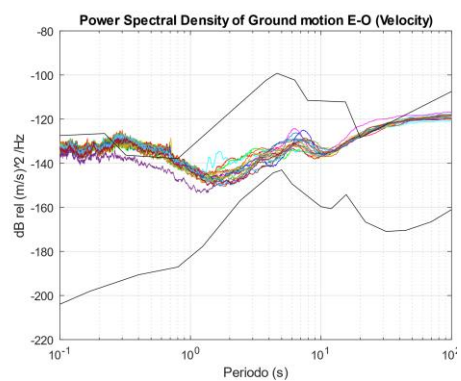
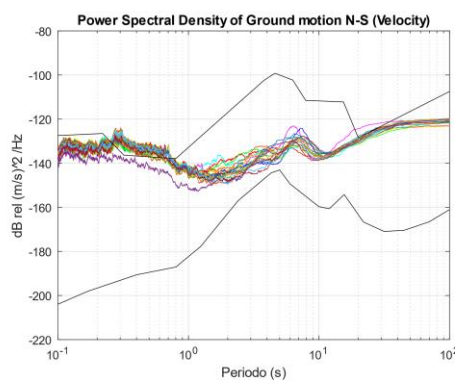
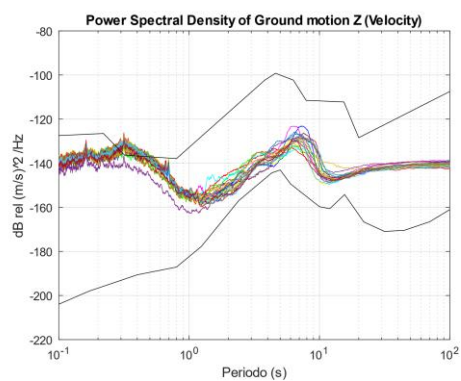
De 10:00 a 10:59 UTC



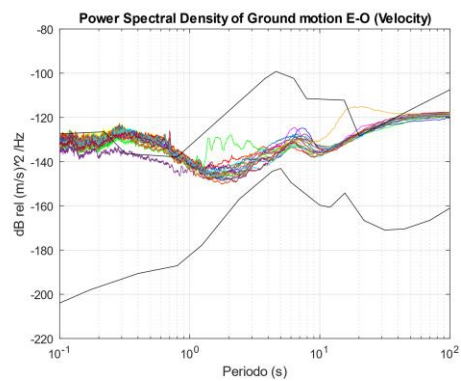
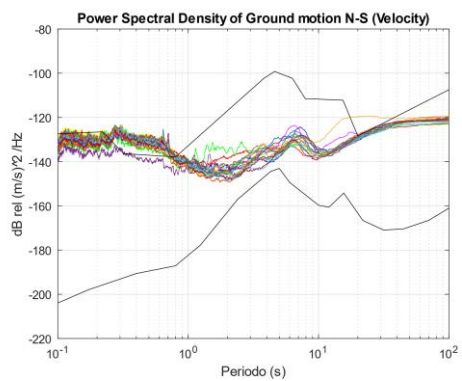
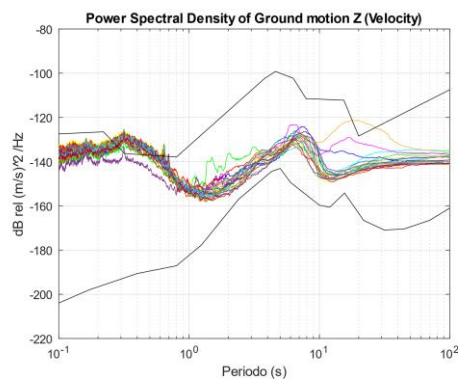
De 11:00 a 11:59 UTC



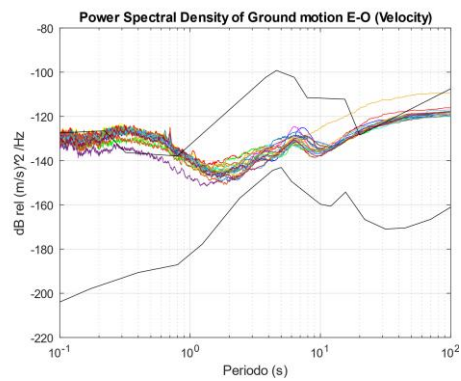
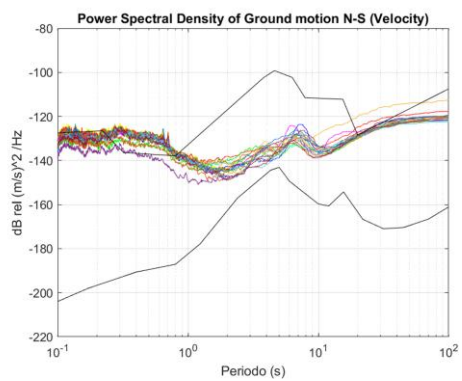
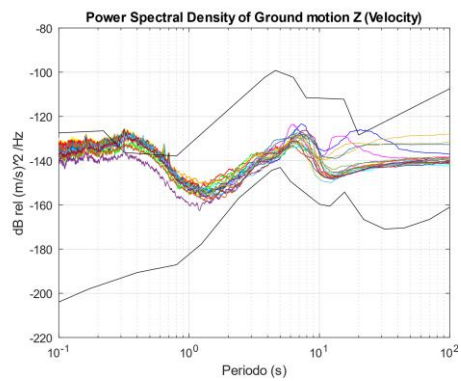
De 12:00 a 12:59 UTC



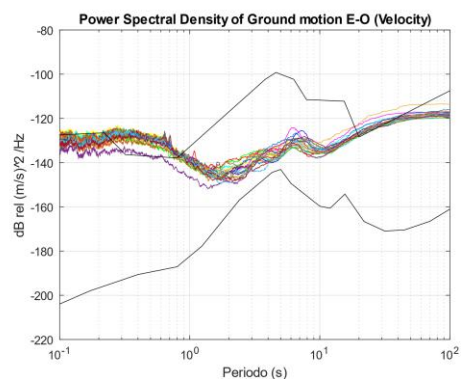
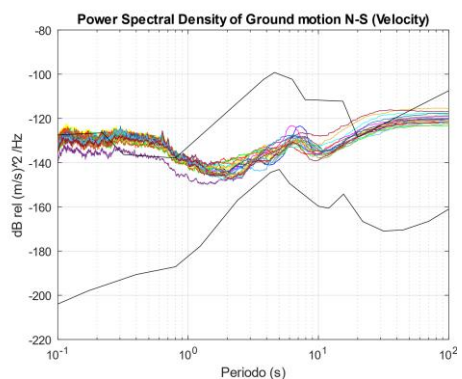
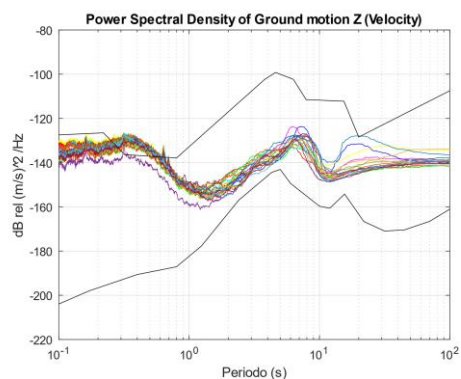
De 13:00 a 13:59 UTC



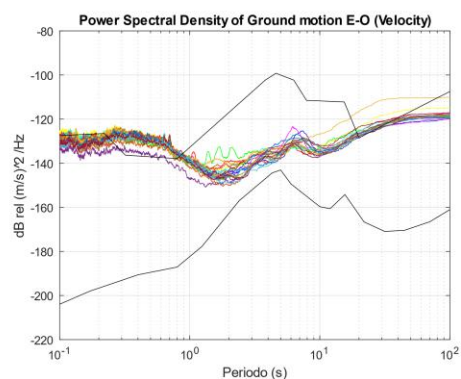
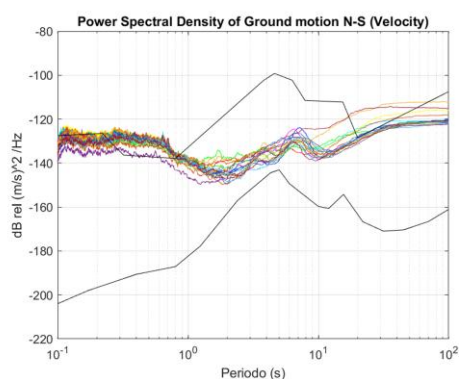
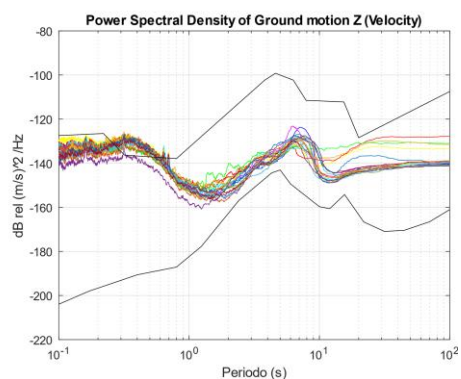
De 14:00 a 14:59 UTC



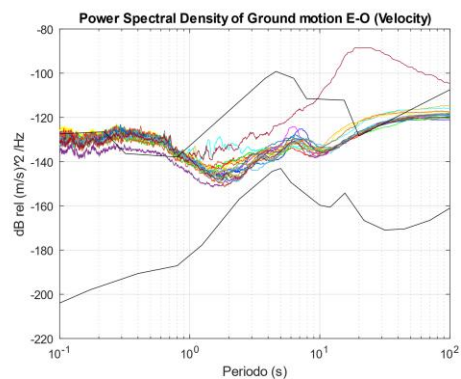
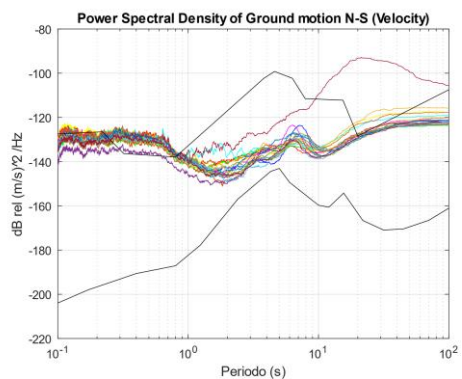
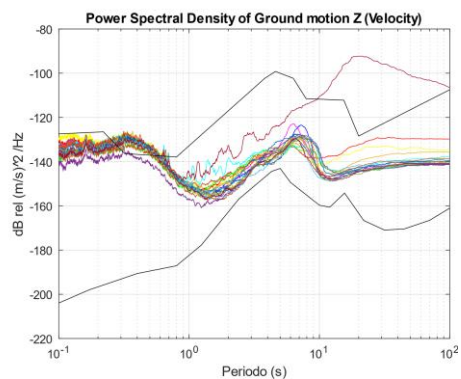
De 15:00 a 15:59 UTC



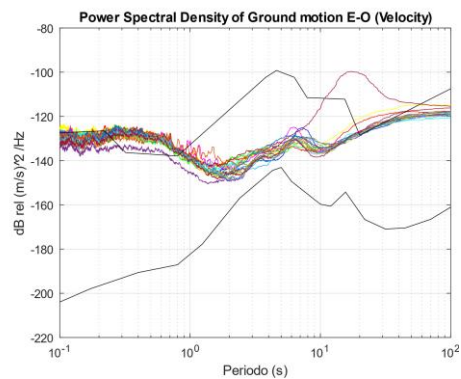
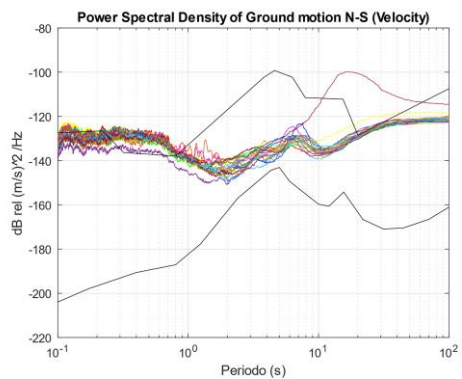
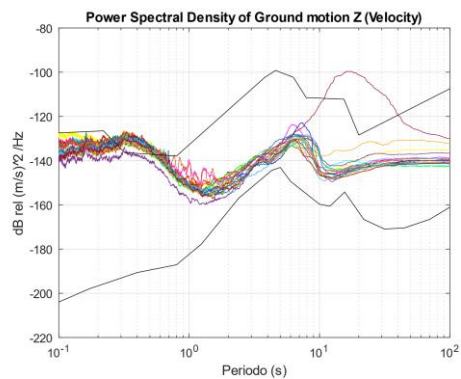
De 16:00 a 16:59 UTC



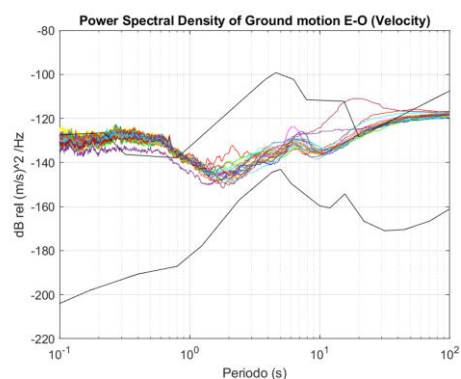
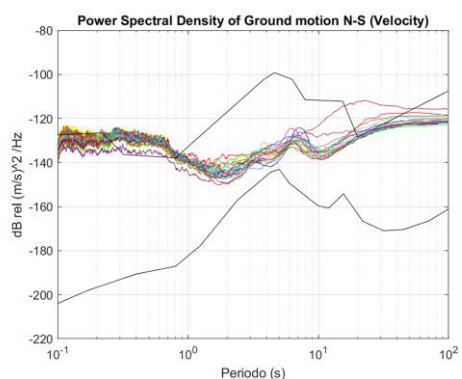
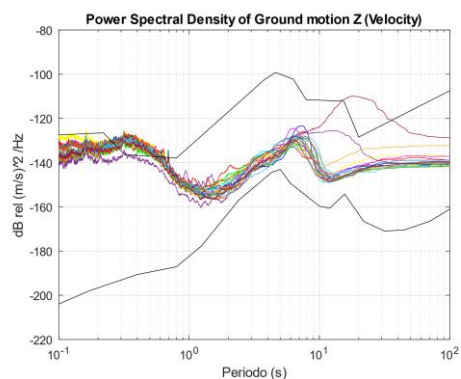
De 17:00 a 17:59 UTC



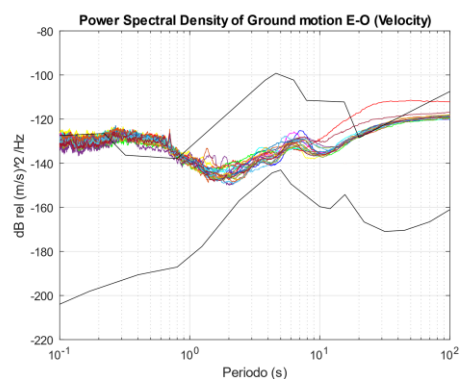
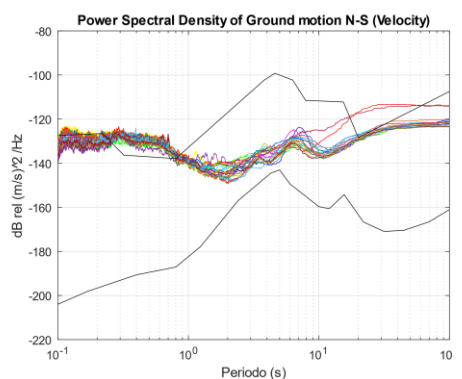
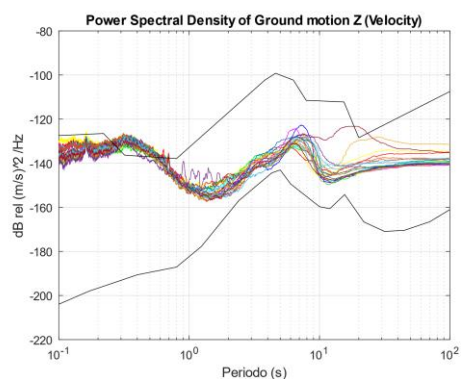
De 18:00 a 18:59 UTC



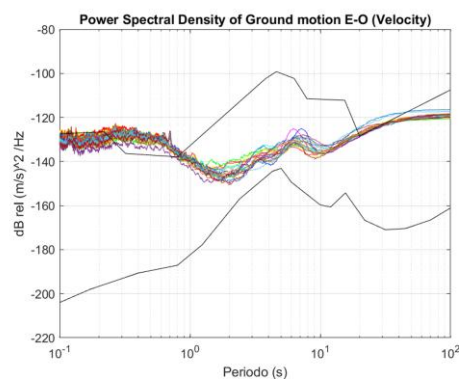
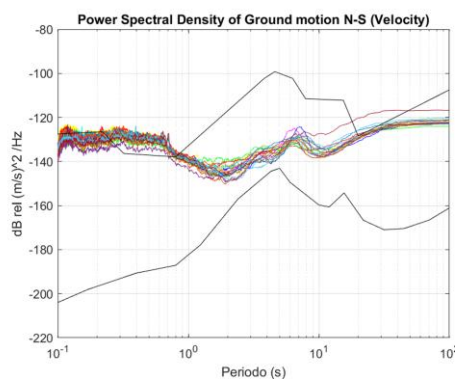
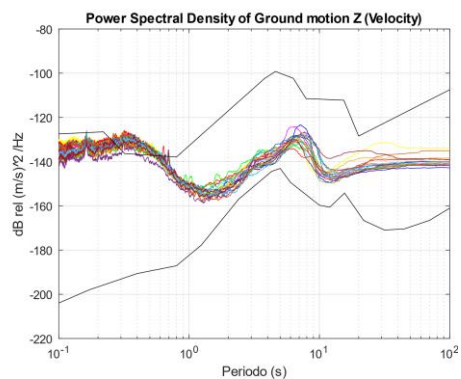
De 19:00 a 19:59 UTC



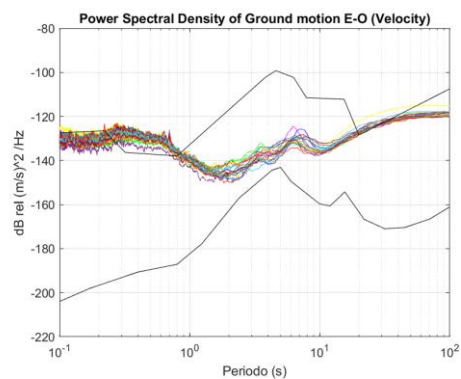
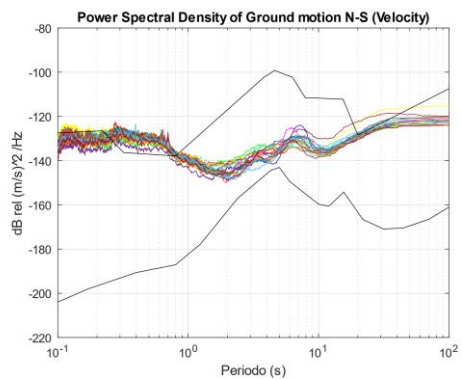
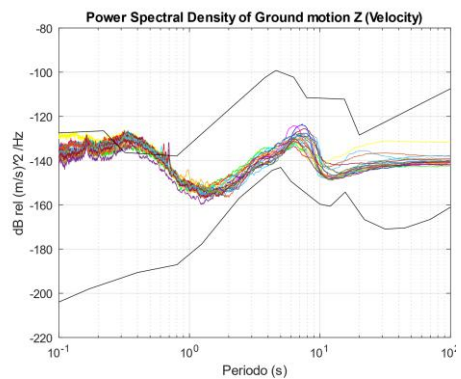
De 20:00 a 20:59 UTC



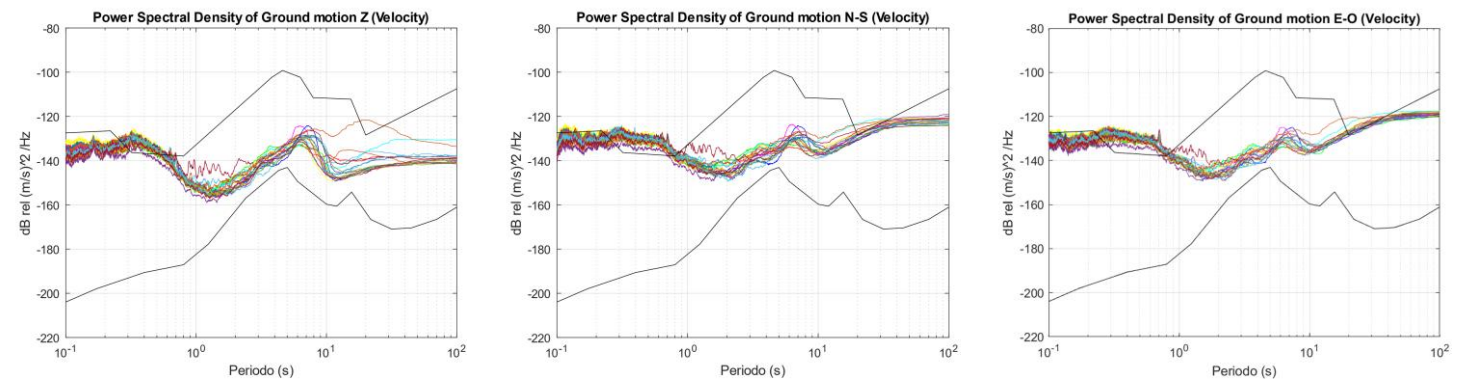
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC

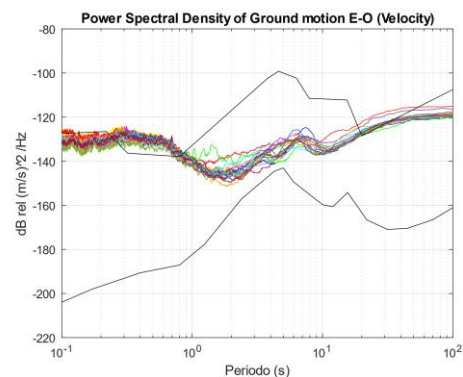
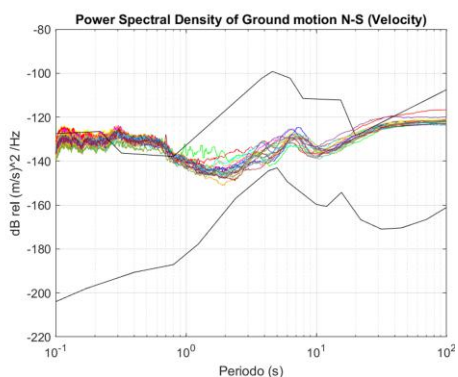
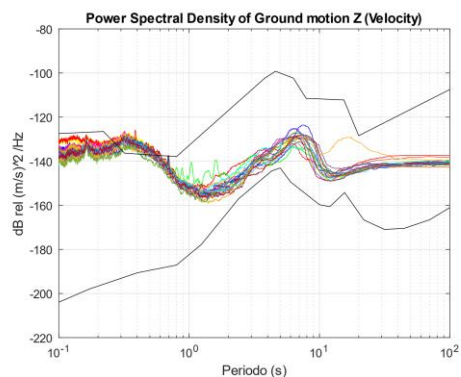


De 23:00 a 23:59 UTC

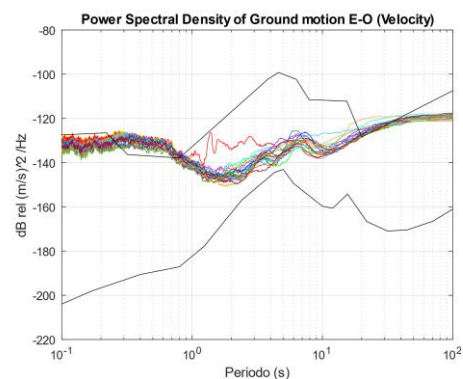
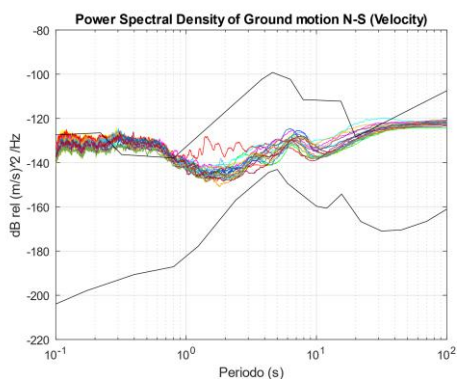
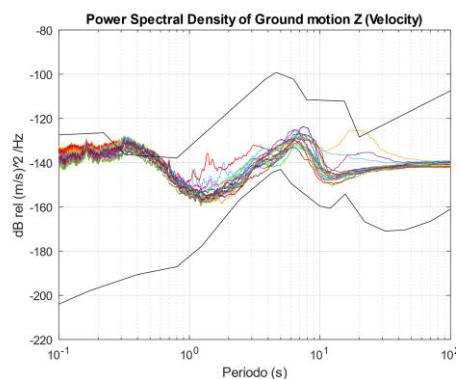


Diciembre

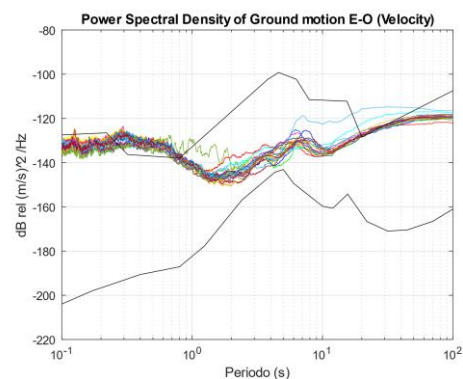
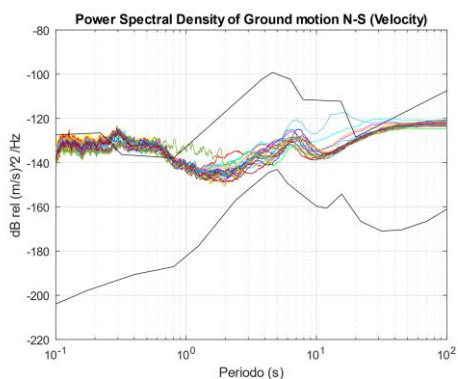
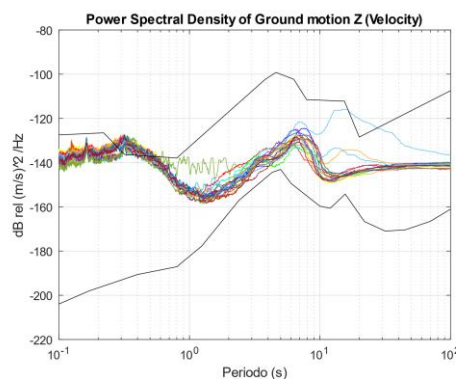
De 00:00 a 00:59 UTC



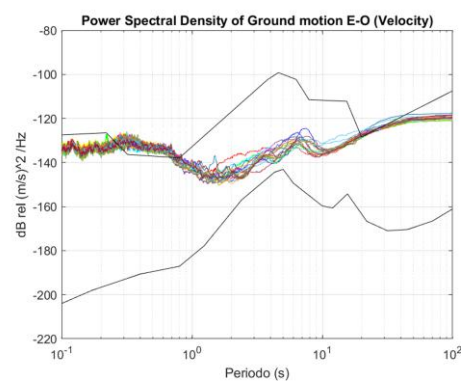
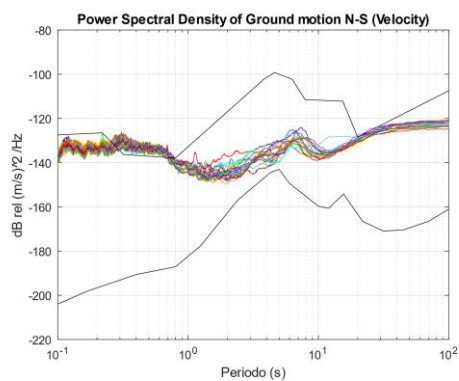
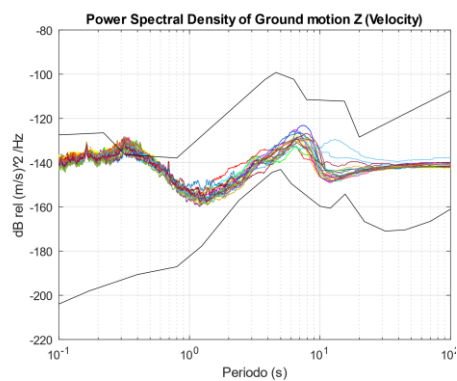
De 01:00 a 01:59 UTC



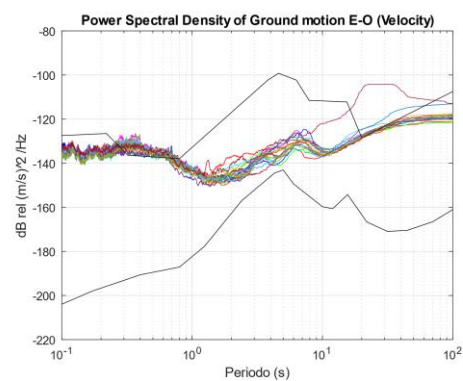
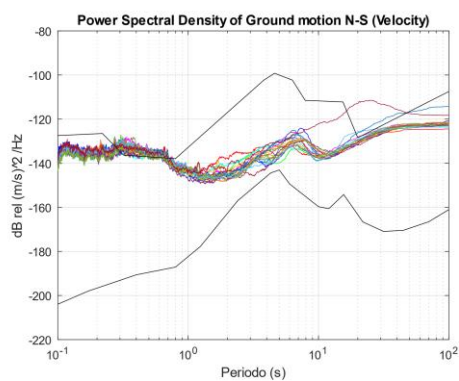
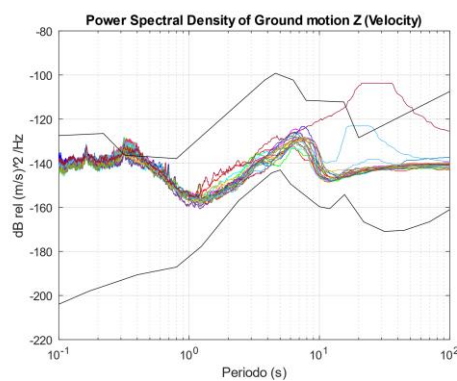
De 02:00 a 02:59 UTC



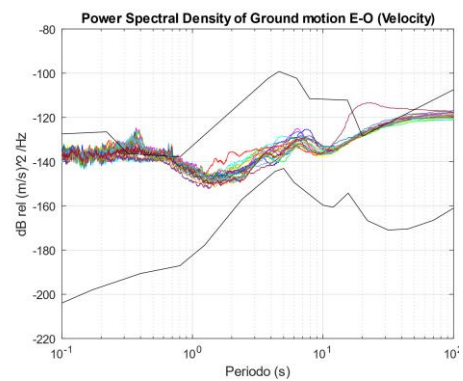
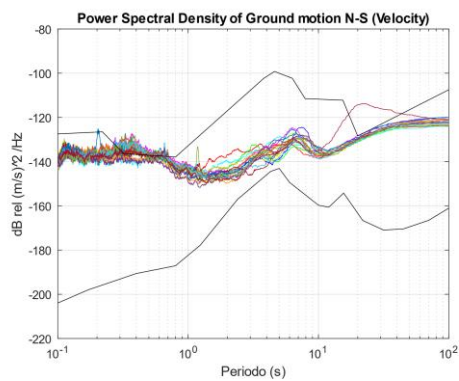
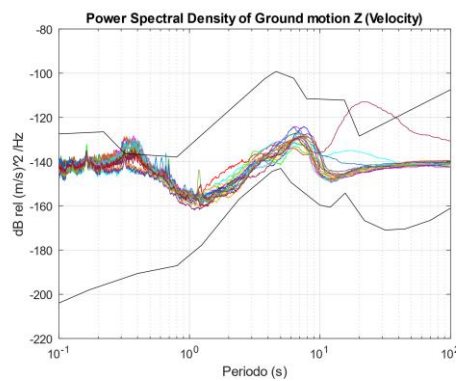
De 03:00 a 03:59 UTC



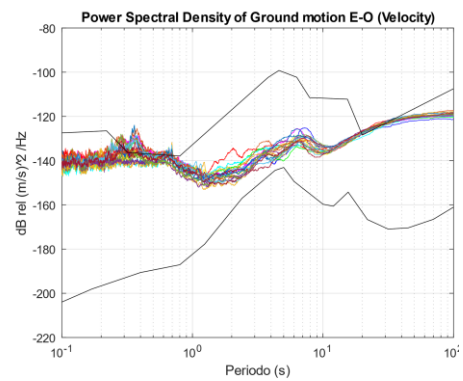
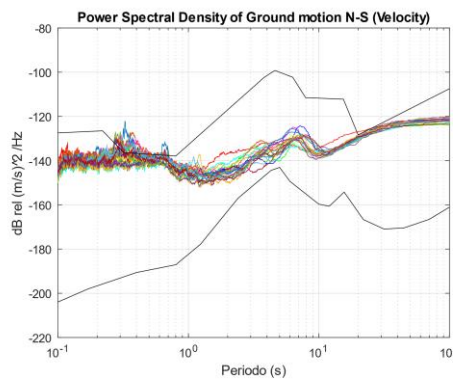
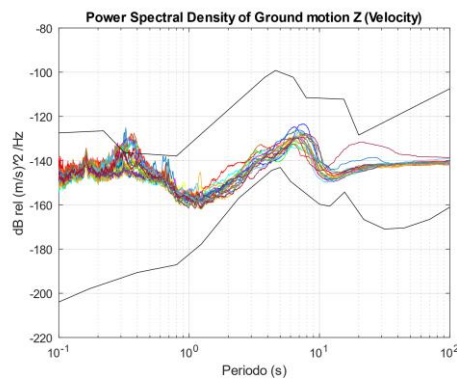
De 04:00 a 04:59 UTC



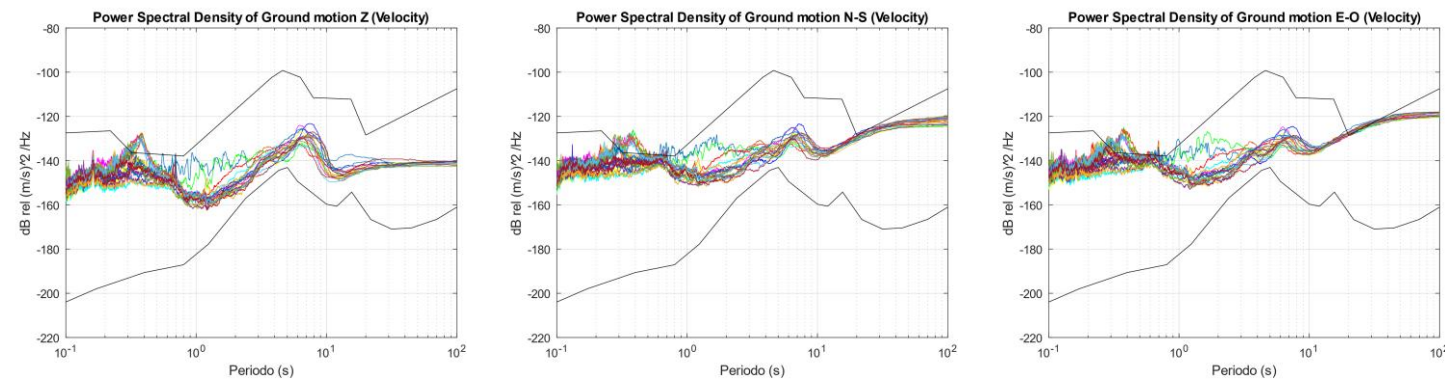
De 05:00 a 05:59 UTC



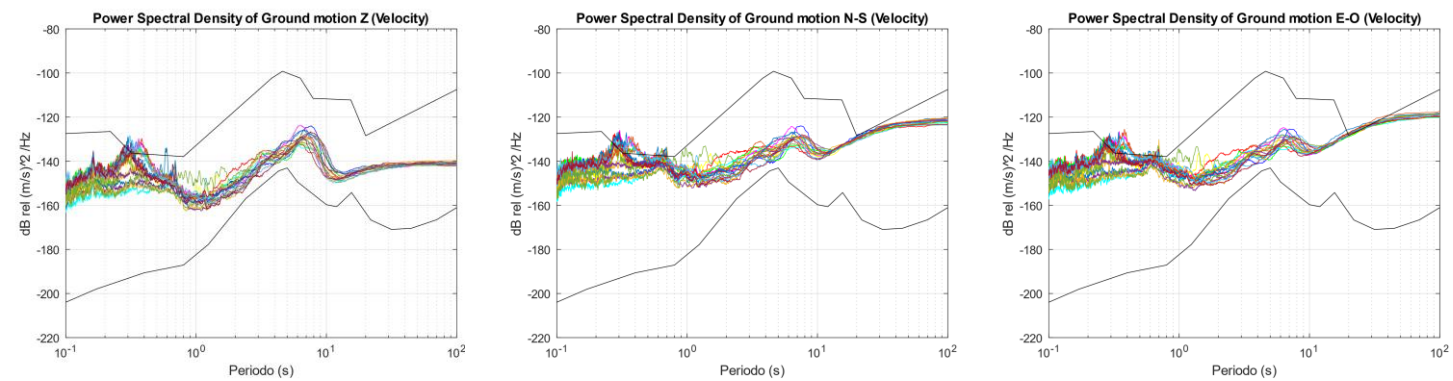
De 06:00 a 06:59 UTC



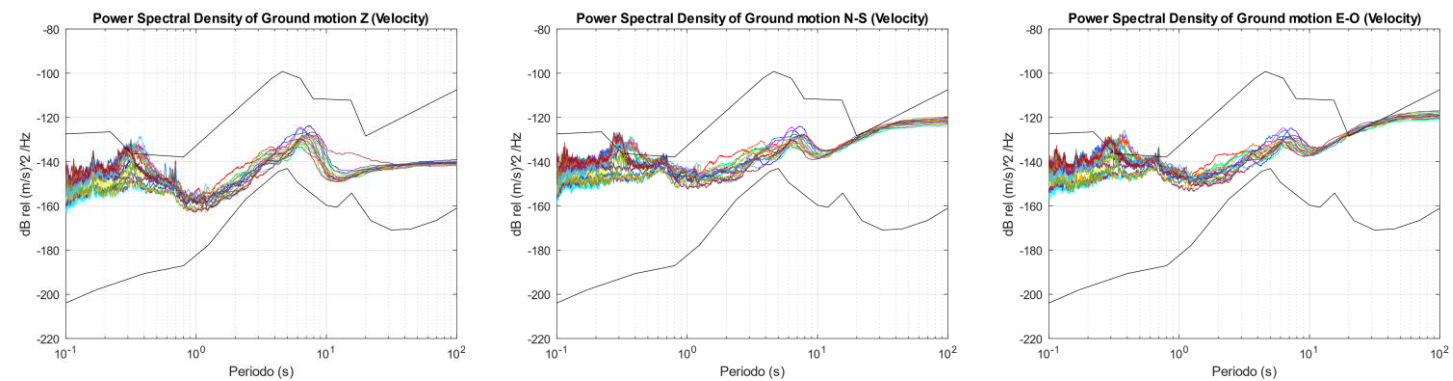
De 07:00 a 07:59 UTC



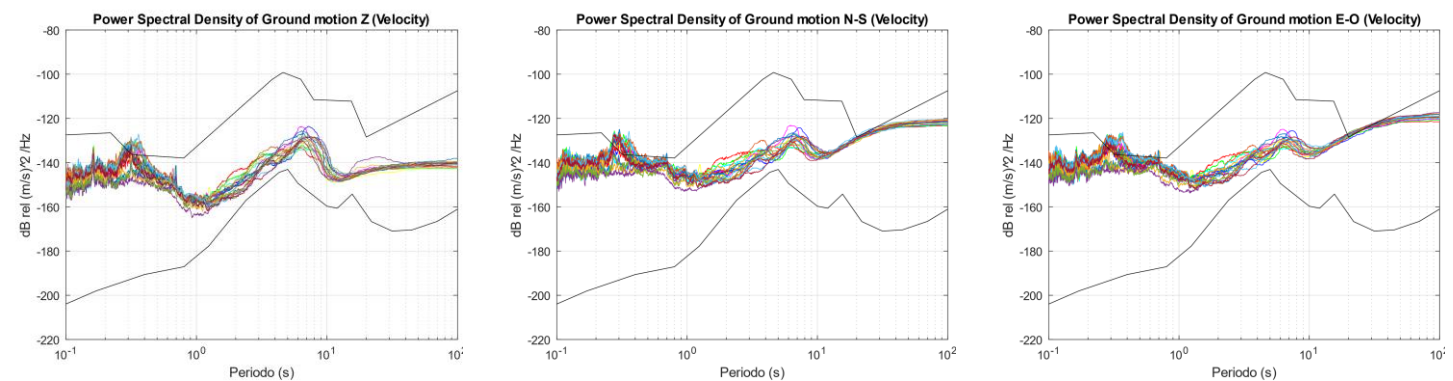
De 08:00 a 08:59 UTC



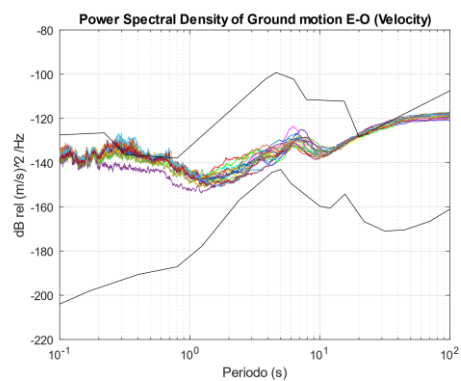
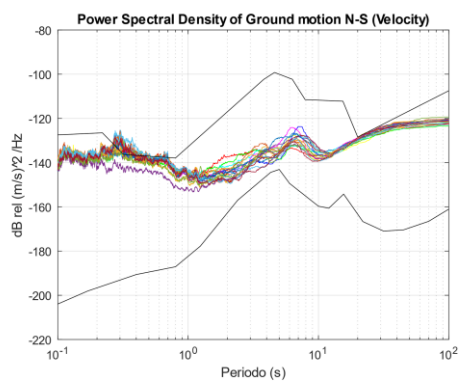
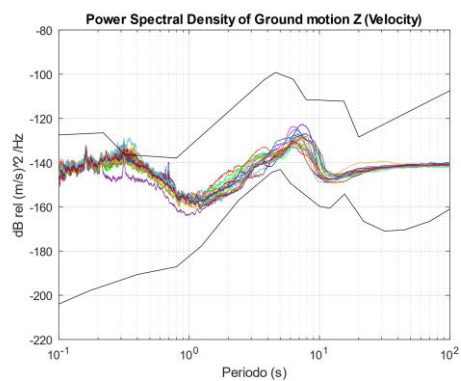
De 09:00 a 09:59 UTC



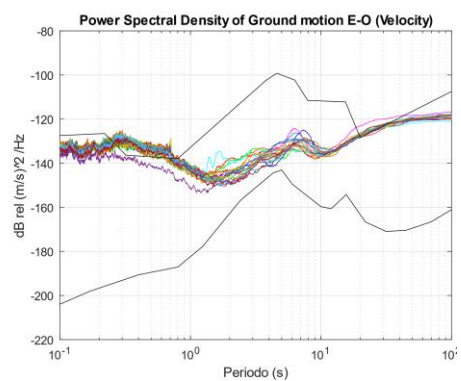
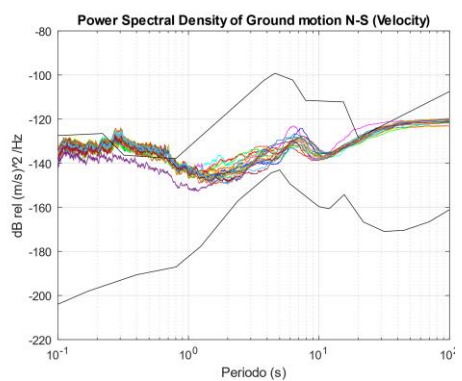
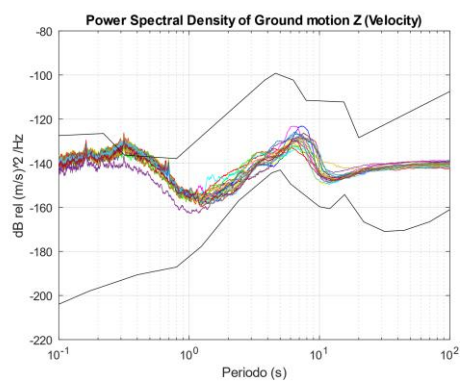
De 10:00 a 10:59 UTC



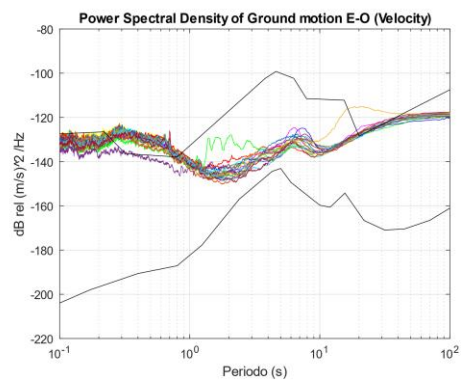
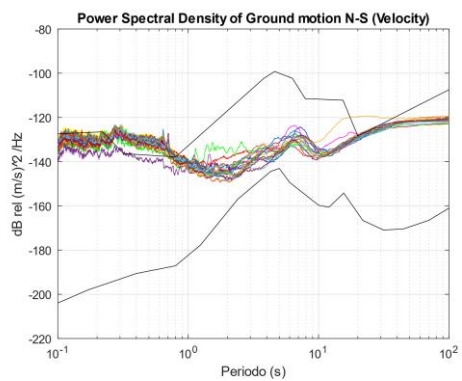
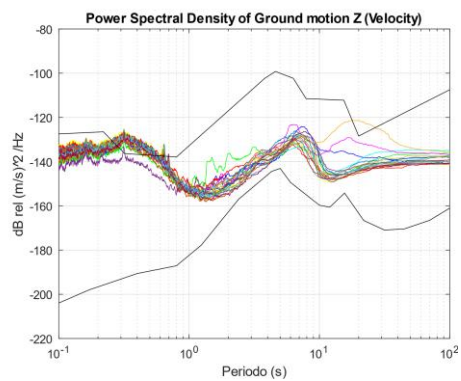
De 11:00 a 11:59 UTC



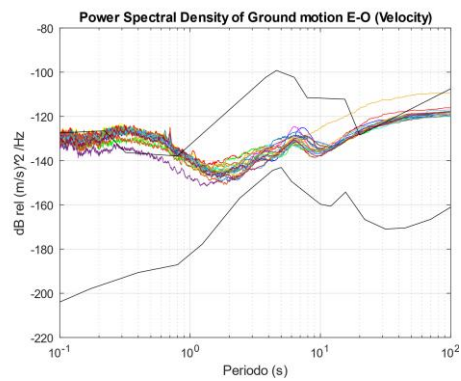
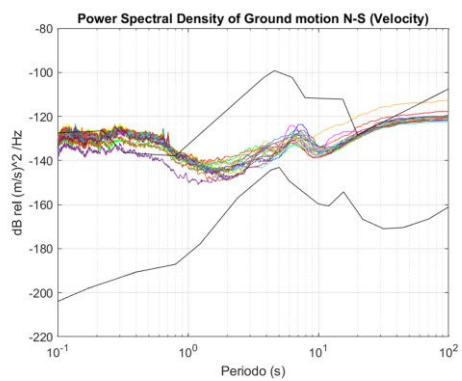
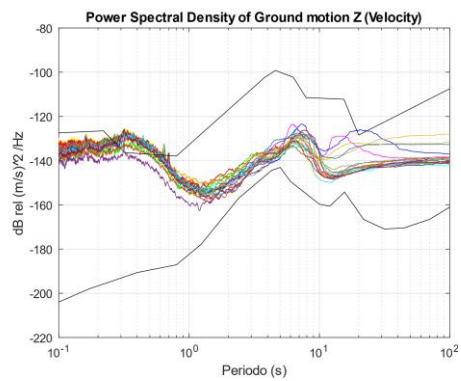
De 12:00 a 12:59 UTC



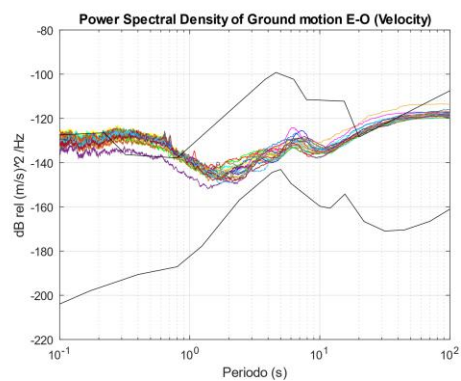
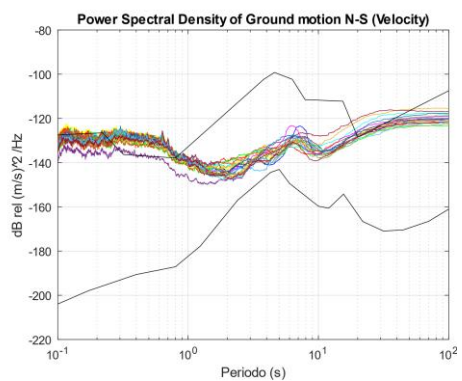
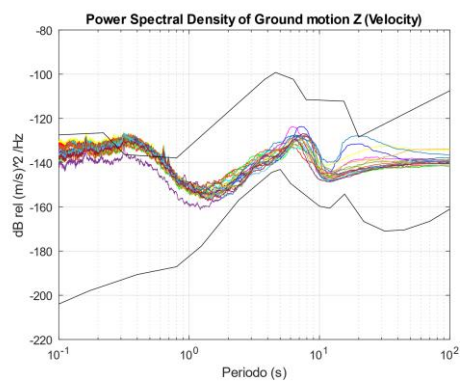
De 13:00 a 13:59 UTC



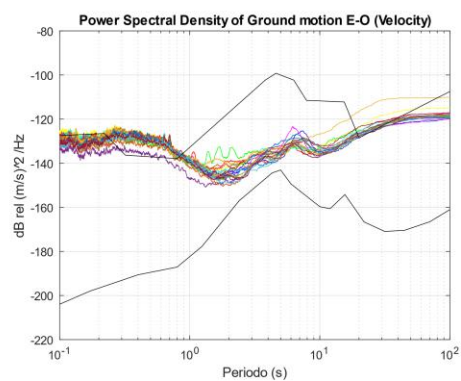
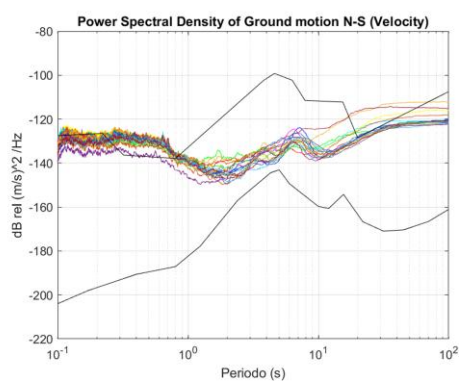
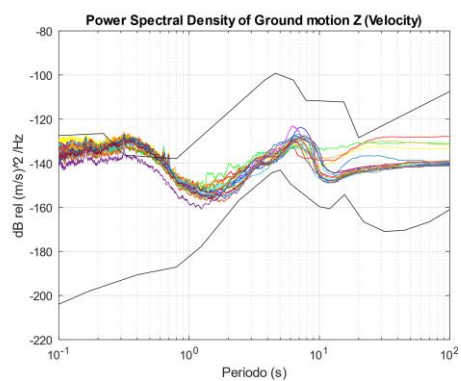
De 14:00 a 14:59 UTC



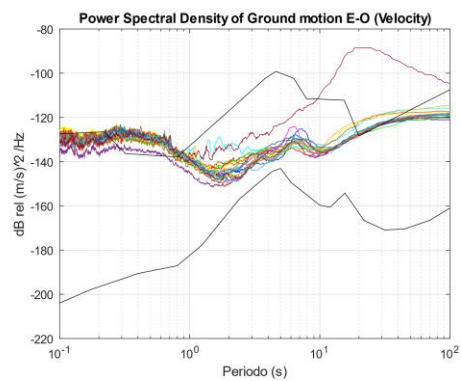
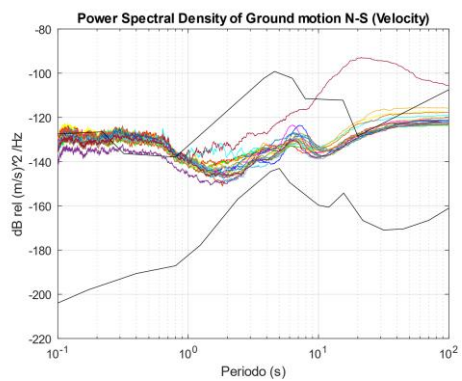
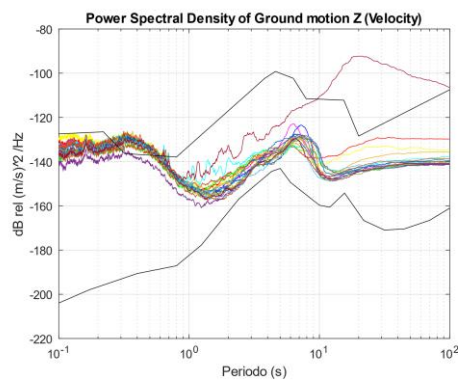
De 15:00 a 15:59 UTC



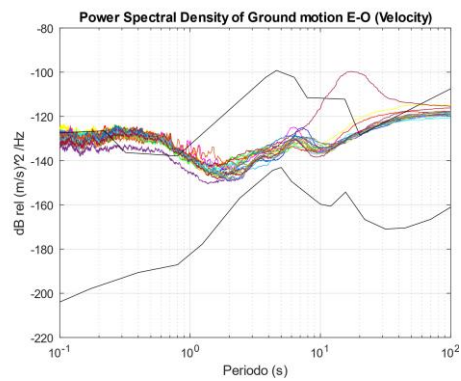
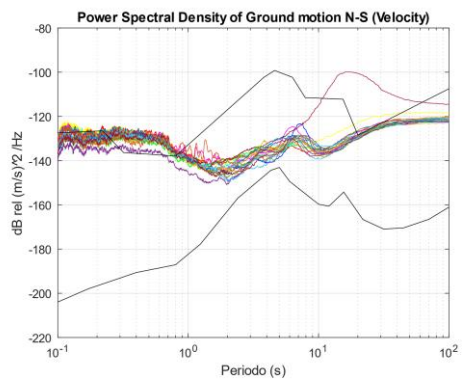
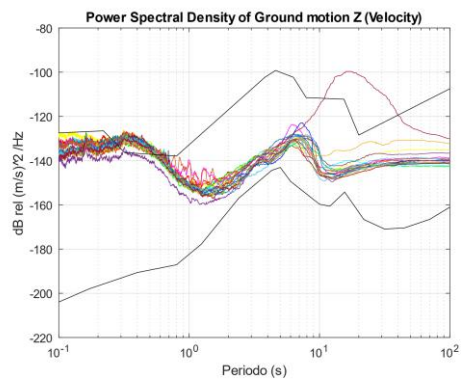
De 16:00 a 16:59 UTC



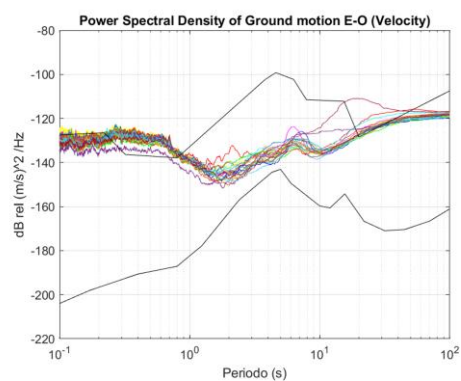
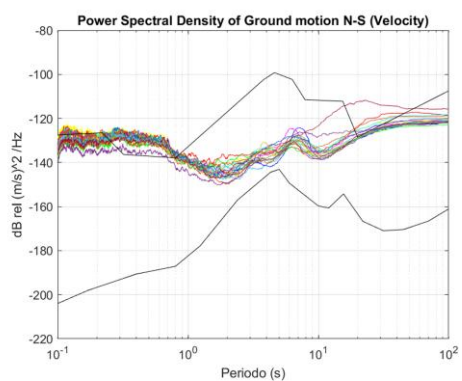
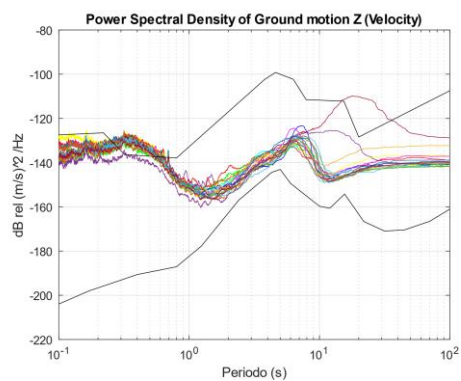
De 17:00 a 17:59 UTC



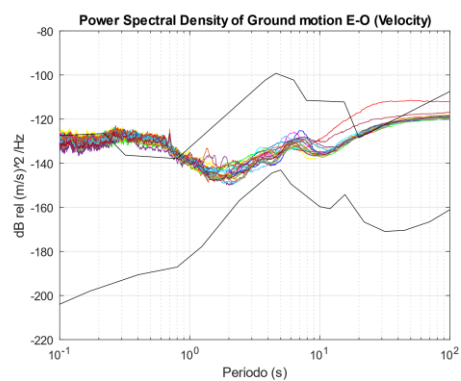
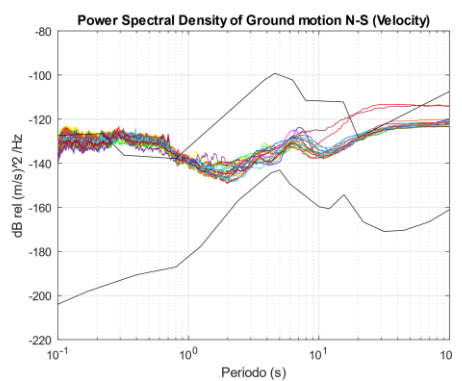
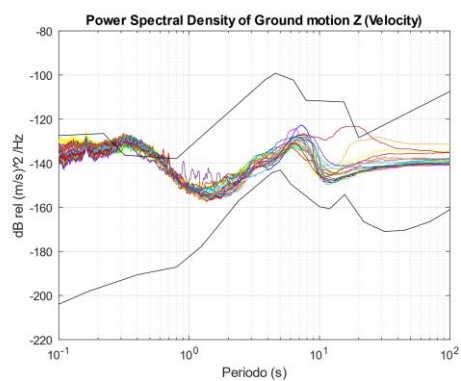
De 18:00 a 18:59 UTC



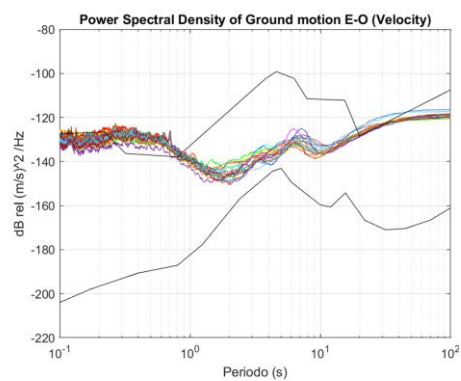
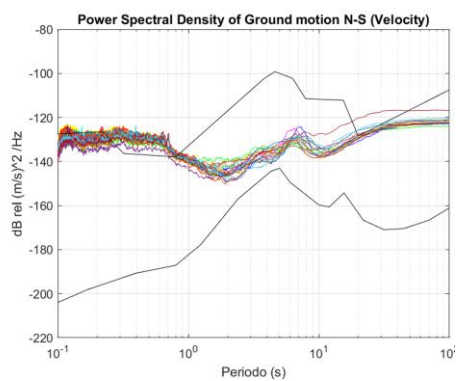
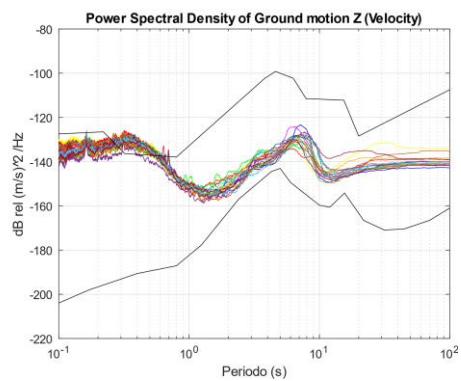
De 19:00 a 19:59 UTC



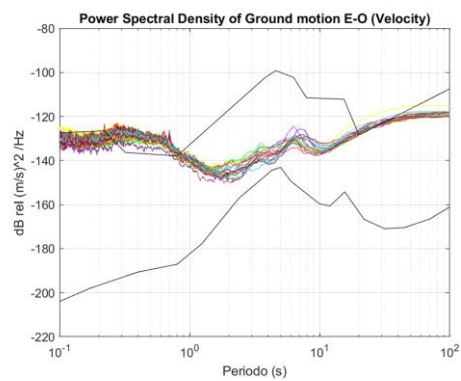
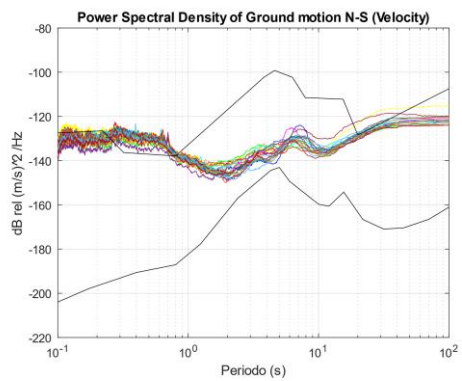
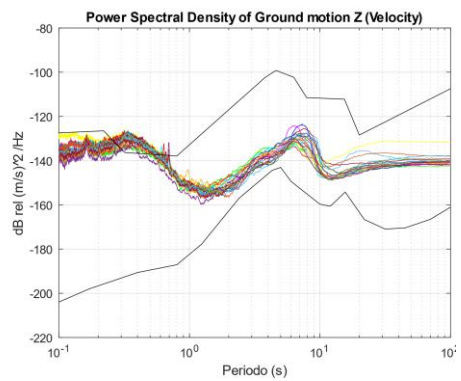
De 20:00 a 20:59 UTC



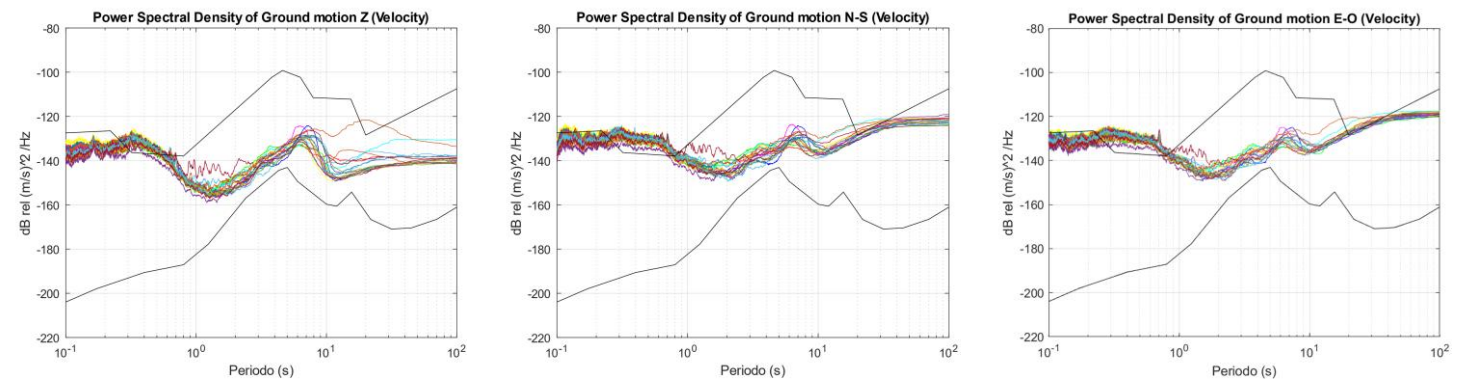
De 21:00 a 21:59 UTC



De 22:00 a 22:59 UTC



De 23:00 a 23:59 UTC



Anexo IV

FECHA UTC	HORA UTC	MAGNITUD SEISAN	LATITUD SEISAN	LONGITUD SEISAN	MAGNITUD FI-BUAP	LATITUD BUAP	LONGITUD BUAP
18/1/2018	08:43:57	4.8	16.95	-94.84	4.6	17.134	-95.096
7/2/2018	09:21:04	5.0	15.64	-96.49	5	15.35	-96.24
10/2/2018	11:04:13	5.1	14.99	-92.51	5.1	14.92	-92.93
12/2/2018	08:40:54	4.0	18.24	-97.47	3.8	18.51	-97.19
20/2/2018	06:28:43	5.1	15.48	-94.84	5.3	15.15	-94.78
12/3/2018	23:48:14	4.4	17.24	-96.42	4.6	17.395	-96.307
18/3/2018	09:22:02	5.1	16.36	-95.11	4.9	15.688	-95.35
20/3/2018	16:43:54	4.9	15.98	-98.71	4.8	15.92	-98.77
5/4/2018	14:56:53	4.6	16.45	-95.16	4.7	16.54	-94.54
27/4/2018	00:22:35	4.6	14.81	-94.39	4.8	15.22	-93.93
6/5/2018	09:00:38	4.5	16.36	-95.07	4.4	15.98	-95.03
11/5/2018	15:55:31	4.3	17.3	-95.45	4.5	17.582	-95.696
18/5/2018	08:56:08	4.1	16.31	-98.26	4.1	16.333	-97.764
21/5/2018	02:15:19	5.1	17.08	-98.68	5	16.986	-97.962
22/5/2018	03:01:41	4.4	17.21	-94.0	4.3	17.483	-93.985
15/6/2018	21:37:38	3.7	19.3082	-98.1895	3.7	19.294	-98.309
29/6/2018	09:16:39	5.1	15.4002	-94.6472	5.2	15.978	-94.309
17/7/2018	08:54:37	5.1	18.14	-103.52	5	18.798	-103.961
19/7/2018	13:31:55	5.9	17.7213	-97.8123	5.3	18	-97.348
22/7/2018	12:39:40	5	17.3777	-94.6972	5	17	-95.131
25/8/2018	23:39:58	4.5	16.4542	-95.1827	4.7	16.543	-94.986
12/9/2018	02:35:26	5.1	14.6237	-94.1715	5.1	14.798	-93.812
16/9/2018	04:30:13	4.8	16.014	-98.7102	4.9	16.017	-98.056
20/9/2018	09:21:18	5.3	14.3925	-93.9235	5.2	14.792	-93.954
1/10/2018	21:43:02	5.4	16.5857	-94.1087	5.2	16.232	-94.714
4/11/2018	18:26:35	3.5	18.89	-98.59	3.5	18.767	-98.552
5/11/2018	10:36:43	4.7	15.87	-95.2	4.7	15.903	-95.358
15/11/2018	06:16:10	4.4	16.19	-95.18	4.4	15.901	-95.425
2/12/2018	16:52:52	4.8	15.93	-93.8	4.9	16.084	-94.361
21/12/2018	01:59:07	5.1	14.88	-94.27	5.2	15.367	-93.784

