



Синхронизация лазерного сканирования и батиметрической съемки для картографирования прибрежных районов

Березенко Михаил

Начальник производственного отдела

О ТОПОDRONE

2018

ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ
ПОСТОБРАБОТКИ

2019

ПЕРВОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
РРК И
ФОТОГРАММЕТРИИ

2020

ПЕРВЫЙ
ЛАЗЕРНЫЙ
СКАНЕР

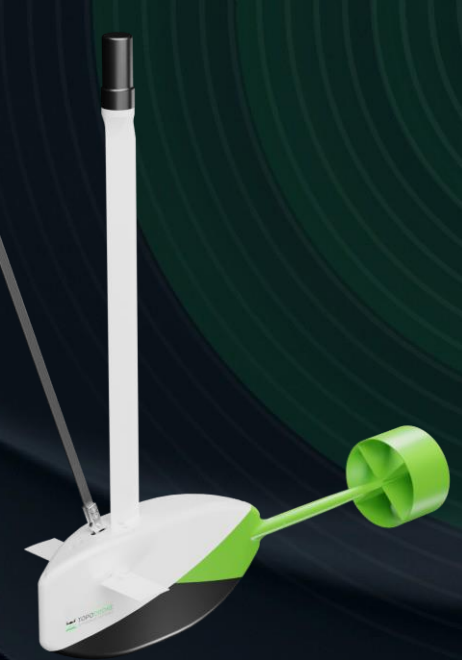
2022

AQUAMAPPER
ДЛЯ ВОЗДУШНОЙ
БАТИМЕТРИИ

2023

КОМБИНИРОВАННОЕ
РЕШЕНИЕ

**НАША МИССИЯ - ПРЕДОСТАВЛЯТЬ ДОСТУПНЫЕ И НАДЕЖНЫЕ
РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГЕОДЕЗИСТОВ ПО ВСЕМУ МИРУ**



Современная линейка от РРК до батиметрии



РРК для дронов



VTOL PPK



AQUAMAPPER



TOPODRONE 200+



SLAM 100



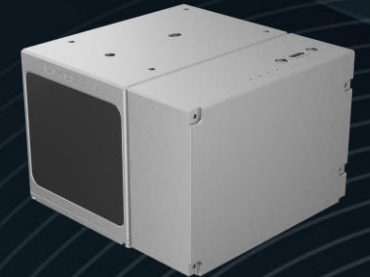
P61



P61 Multispectral



PT61



LiDAR AVIA

Линейка программного обеспечения TOPODRONE POST PROCESSING

LIDAR CLOUD GENERATION

PPK Post Processing | RTK Post Processing | LIDAR Post Processing | **LIDAR Cloud Generation** | Static Post Processing | Precise Point Positioning | Tools | License | Settings

AERIAL | MOBILE | BACKPACK

1. Drone files

Lidar file: DA_PROJECT_SPAIN\2023-01-04_20-10-24\2023-01-04_20-10-24.laz Select

Track file: DA_PROJECT_SPAIN\2023-01-04_20-10-24\track.laz Select

Strip Alignment: None Trim track

Quality: High

Batch processing: Add (0)

2. Imu calibration angles

Drone model: CalibrationIMU_CAR2 Custom

Roll: -0.008 degrees

Pitch: -0.054 degrees

Heading: 2.71 degrees

3. Coordinate system

WGS-84 | Projection

Calibration: Not used

Elevation type: Ellipsoid by projection

Projection: zone 30

Europe

ED50 UTM zone 30N (m) EPSG 23030

Mauritania

Norway

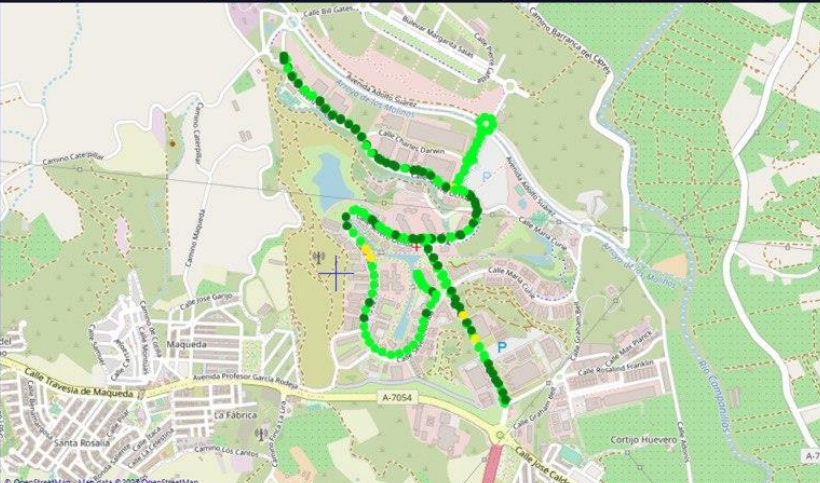
Russia

Start Stop

Logs

- Lidar models-Puck-Hi-Res Return Type: Dual
- Done! Calculated 339872640 points.
- Transformation Coordinate from WGS84 (By Ellipsoid) to Europe-ED50 UTM zone 30N (m) EPSG 23030 (By PRJ)...
- Done! Found 117501 point.
- Started write file DA_PROJECT_SPAIN\2023-01-04_20-10-24\TOPODRONE_0_20.01.2023_14-34-16.laz...
- Done!
- Started write file DA_PROJECT_SPAIN\2023-01-04_20-10-24\TOPODRONE_1_20.01.2023_14-34-22.laz...
- Done!
- Started write file DA_PROJECT_SPAIN\2023-01-04_20-10-24\TOPODRONE_2_20.01.2023_14-34-28.laz...
- Done!
- Started write file DA_PROJECT_SPAIN\2023-01-04_20-10-24\TOPODRONE_3_20.01.2023_14-34-34.laz...
- Done!
- Started write file DA_PROJECT_SPAIN\2023-01-04_20-10-24\TOPODRONE_4_20.01.2023_14-34-40.laz...
- Done!

OpenStreetMap Lat: 36.7383338654 Lon: -4.5545625687 Go To Markers: Clear Fit



AQUAMAPPER

date converter | GNSS data archive

4. Coordinate system

WGS-84 | Projection

Calibration: Not used

Elevation: GEoid (EGM2008)

Projection: 32n Meter

Russia-Pulkovo 1995-32N (m) EPSG 20092 DEPRECATED

Tunisia-Carthage UTM zone 32N (m) EPSG 22332

World-WGS 72-BE UTM-zone 32N (m) EPSG 32432

World-WGS 72-UTM-zone 32N (m) EPSG 32232

World-WGS 84-UTM-zone 32N (m) EPSG 32632

Logs

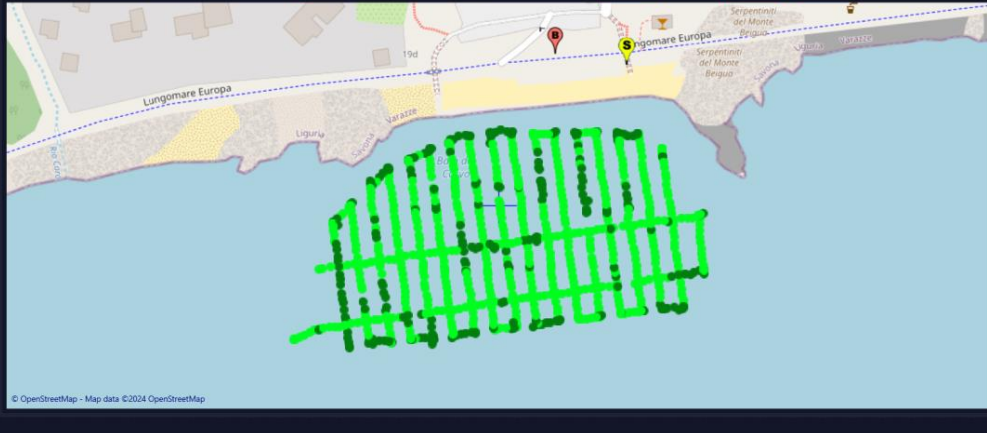
- Vitaly Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\VAQUAMAPPER_BOTTOM_Q1_04.02.2024_21-50-32.csv
- The catalog of the coordinates of the bottom Q2 is recorded: C:\User\dmitri\Desktop\Vitaly Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\VAQUAMAPPER_BOTTOM_Q2_04.02.2024_21-50-32.csv
- Started write file C:\User\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\VAQUAMAPPER_BOTTOM_Q1_04.02.2024_21-50-32.laz...
- Done!
- Started write file C:\User\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\VAQUAMAPPER_BOTTOM_Q2_04.02.2024_21-50-32.laz...
- Done!
- Transformation Coordinate from WGS84 (By Ellipsoid) to World-WGS 84-UTM-zone 32N (m) EPSG 32632 (By Geoid)...
- The track coordinates catalog is recorded: C:\User\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\VAQUAMAPPER_TRACK_04.02.2024_21-50-32.csv
- Started write file C:\User\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\VAQUAMAPPER_TRACK_04.02.2024_21-50-32.laz...
- Done!

OpenStreetMap Lat: 44.3663695802 Lon: 8.6098713247 Go To Markers: Clear Fit

LICENSE KEY DEVELOPER

TOPODRONE AFFORDABLE ACCURACY

Product: TOPODRONE Post Processing License: Perpetual



OpenStreetMap - Map data ©2024 OpenStreetMap

North: 4912709.207656285 meters

East: 468941.97643553175 meters

Height: 2.703680357791825 meters

Antenna height: 0.000 meters

Save coordinates to Rinex

5. Environment:

Specify the speed of sound

Use water temperature from NMEA

Temperature: 20 °C

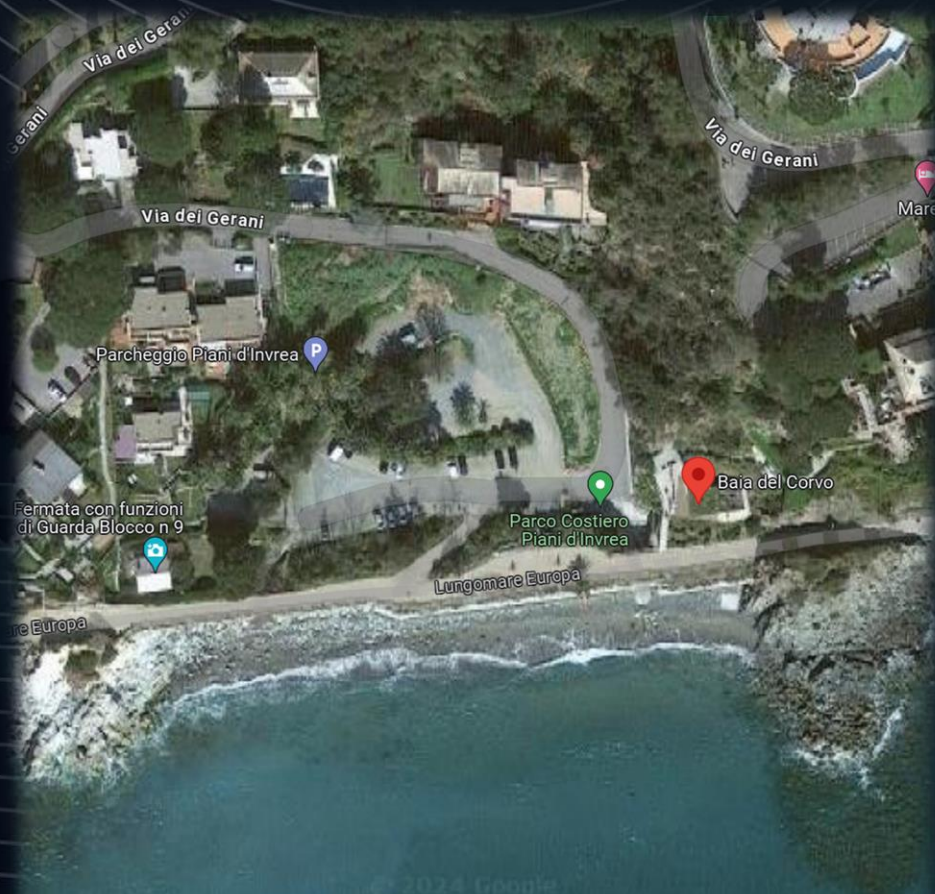
Water: Mediterranean Sea

Salinity: 38 PSU

Start Stop

WAITING FOR ACTION

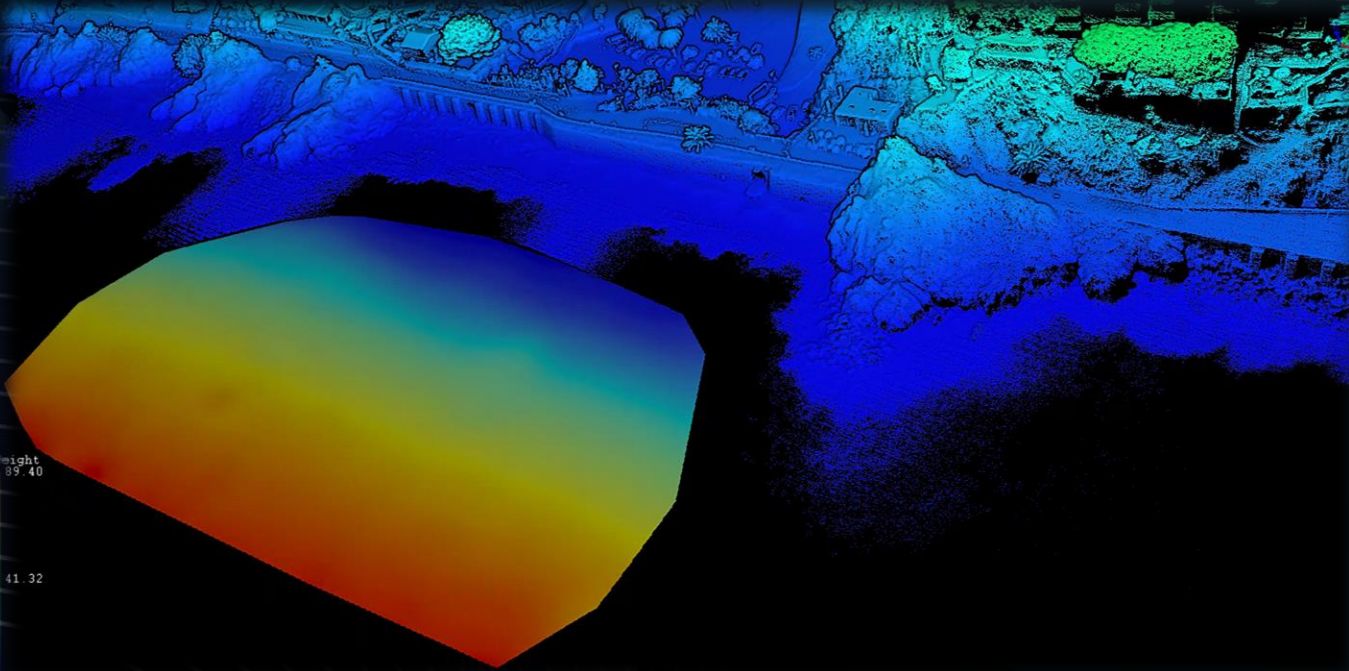
Проект картографирования прибрежных районов, Италия, февраль 2024 г.



Италия, Баия Дель Корво

Пример синхронизации лазерного сканирования и батиметрических данных

- ❖ Цель: комплексное картографирование побережья
- ❖ Общая площадь съемки: 6,82 га
- ❖ Сложность: высота волны – 1 м
- ❖ Оборудование: TOPODRONE AQUAMAPPER, TOPODRONE LiDAR 200+, DJI Matrice 350 RTK, команда TOPODRONE (3 человека)



Ключ к комплексным геодезическим решениям

ТОРОDRONE AQUAMAPPER

- ❖ Высокая скорость съемки - до 4 м/с
- ❖ Сантиметровая точность измерения
- ❖ Экономичное решение для батиметрических съемок
- ❖ Простое планирование автономных миссий
- ❖ Быстрое развертывание и готовность к использованию в течение 10 минут
- ❖ Идеально подходит для работы в труднодоступных водах и на мелководье
- ❖ Возможность объединения с данными лазерного сканирования
- ❖ Готовое решение РРК с автономным GNSS-приемником
- ❖ Совместимость с DJI Matrice 350/300 RTK



Характеристики AQUAMAPPER Next

Общие характеристики

Страна производства	Россия
Вес	2,5 кг
Размеры	16,6 x 51,8 x 23 м
Диапазон рабочих температур	-10 ... +50 °C

ГНСС

Тип приемника	PPK
Количество каналов	1408
Частота записи ГНСС данных	до 50 Гц
Точность определения координат точек	до 5 см XYZ
Поддержка GPS	L1, L2, L5
Поддержка GLONASS	G1, G2, G3
Поддержка BeiDou	B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b
Поддержка Galileo	E1B/C, E5b
Поддержка SBAS	L1C/A
Поддержка QZSS	L1C/A, L1S, L2C
Работа без опорных точек	Да
Возможность работы в режиме PPK	Да
Запись данных ГНСС на карту памяти microSD	Да

Батиметрия

Рабочая скорость движения	3,5 м/с
Глубина съёмки	от 0,5 до 200 м (200 кгц) от 0,3 до 100 м (450 кгц)
Глубина погружения прибора	20 см
Акустическая частота	200 кгц / 450 кгц
Ширина луча	10° / 5°, конический (-3дБ)
Ширина передаваемого импульса	10 ... 200 мсек
Частота повторений	до 100 Гц
Частота дискретизации	до 100 кгц
Температурная точность	0,1 °C
Стабилизация	2-х осевая, +- 90°
Формат вывода данных	ASCII TXT, NMEA0183 или пользовательский



Характеристики TOPODRONE 200+

Общие

Производитель
Страна производства
Вес
Рабочие температуры

TOPODRONE
Россия
720 г
от -20°C до 60°C

Лазерный сканер

Тип сенсора
Вес сенсора
Запись данных на внутреннюю память
Запись данных на флеш-карту
Подключение фотокамеры

Hesai XT32M2X
490 г
Да
Да
Да

Лазерный сенсор

Рабочая дальность
Рабочая высота полета
Точность сенсора
Количество лучей
Горизонтальный угол обзора / FoV
Вертикальный угол обзора / FoV
Частота сканирования (одинарное отражение)
Частота сканирования (двойное отражение)
Частота сканирования (тройное отражение)

300 м
130 м
5 см
32
360°
40.3°
640000
1280000
1920000

Инерциальная система

Частота работы
Точность по оси рысканья (Heading) ($^{\circ}$, 1σ)
Точность по оси тангажа (Pitch) ($^{\circ}$, 1σ)
Точность по оси крена (Roll) ($^{\circ}$, 1σ)

200 Гц
0,07
0,01
0,01

ГНСС приемник

Режим PPK
Частота
Точность получаемых данных
Работа без опорных точек

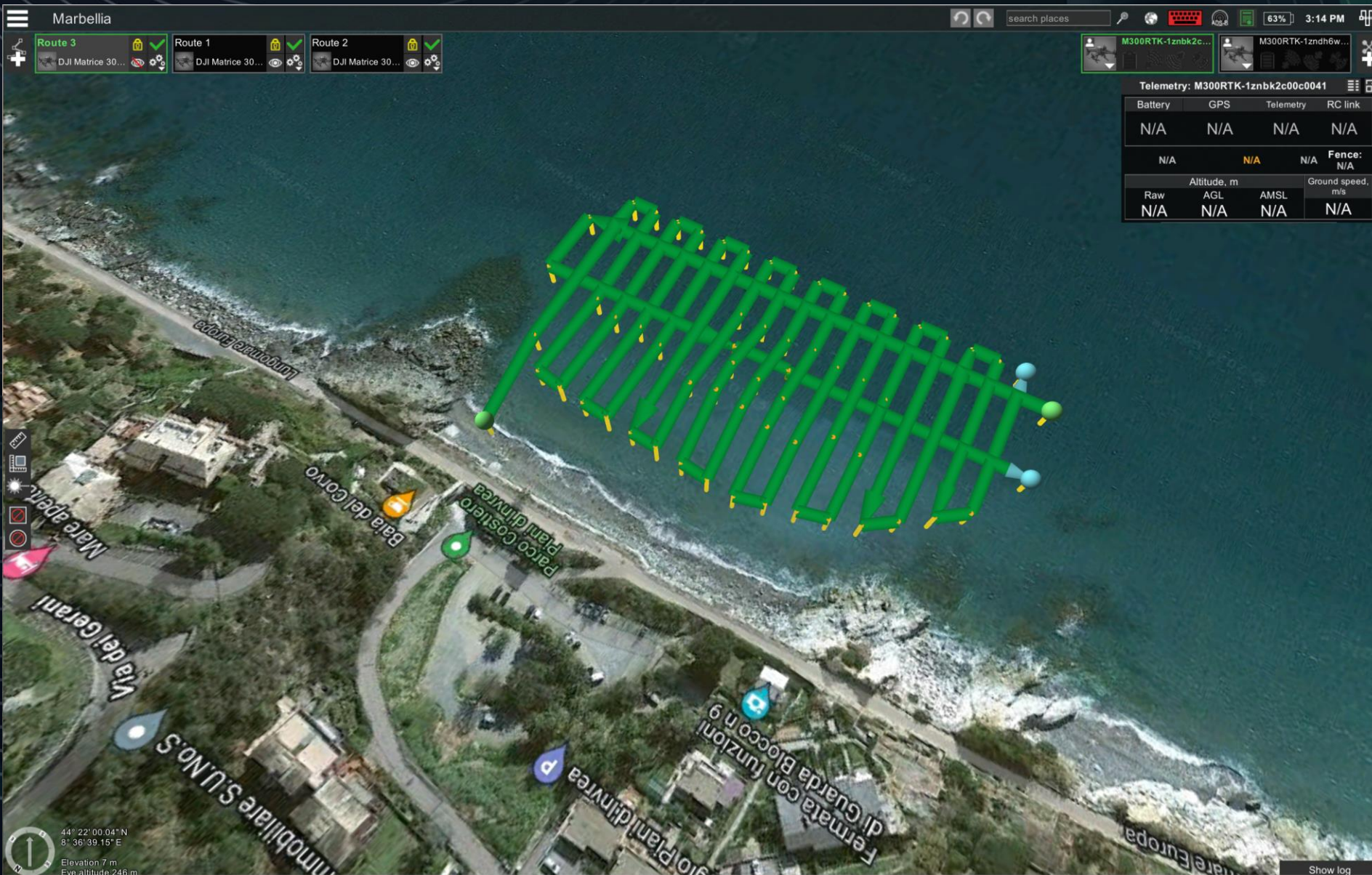
Да
10 Гц
5 см
Да



Подготовка AQUAMAPPER к выполнению съёмки



Планирование миссии для AQUAMAPPER



- ❖ Скорость 2 м/с
- ❖ Время полёта 24 мин
- ❖ Площадь 1,7 га
- ❖ Высота волн 1 м
- ❖ Длина маршрута 2 км

Подготовка к воздушному лазерному сканированию



Планирование миссии ВЛС

The screenshot displays a flight mission planning interface for a DJI Matrice 300 drone. The main view is a 3D map of Marbella, Spain, with a green flight path overlaid. The path consists of several segments, including a large rectangular area and a smaller one. The interface includes a top menu bar with 'Marbella', 'Route 1', 'Route 2', and 'Route 3'. A left sidebar shows waypoint settings for a '#1/3] Waypoint', including Latitude (44.3669132), Longitude (8.6107230), and Altitude (50.00). A right sidebar shows telemetry for 'M300RTK-1znbk2c0041', including Battery, GPS, Telemetry, and RC link status. A bottom panel displays route details for 'Route 3', including potential problems, segment descriptions, and area/waypoint statistics.

Route name: Route 3

Potential problems were encountered during processing (see warnings below).

Segment #3: Camera trigger action not present. Lidar point cloud will not be colonized. Please add a camera trigger action with auto settings.

Segment #2: Pattern size - 40.00 m x 20.00 m, number of passes - 1.

Segment #3:

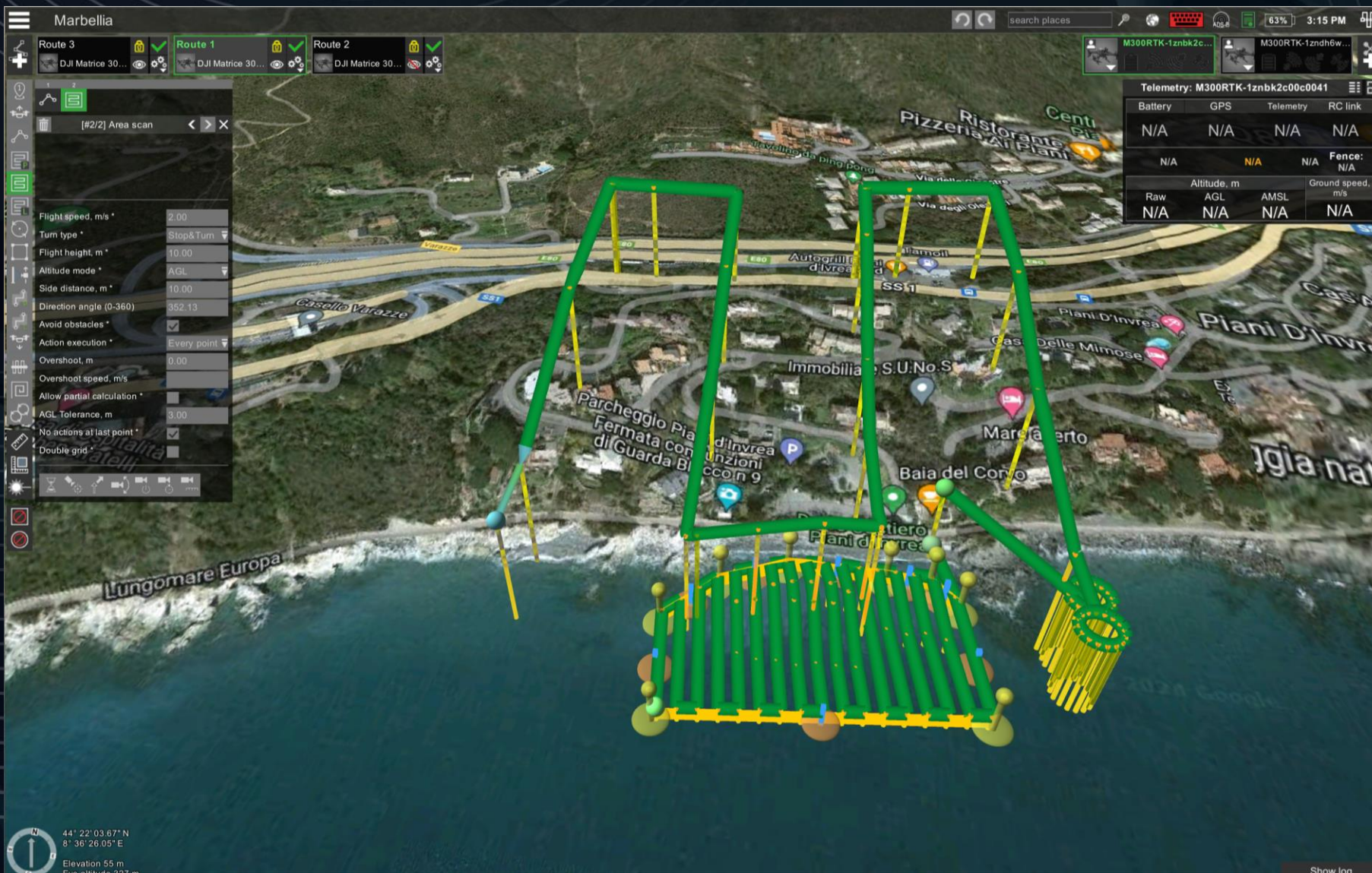
1. The area is 9.67 ha.
2. Number of waypoints - 28, number of passes - 4, line spacing - 92.89 m, scan width - 185.79 m.

Telemetry: M300RTK-1znbk2c0041

Battery	GPS	Telemetry	RC link
N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	Fence: N/A
Raw	Altitude, m	AMSL	Ground speed, m/s
N/A	AGL	N/A	N/A

- ❖ Скорость 4 м/с
- ❖ Время полёта 12 мин
- ❖ Площадь 5,8 га
- ❖ Перепад высот 95 м
- ❖ Следование рельефу

Все миссии проекта



❖ Общая площадь 6,8 га

Онлайн контроль работы AQUAMAPPER



- ❖ Батиметрические профили строятся в режиме онлайн на пульте DJI Matrice 350 RTK

Выполнение съёмки



Обработка полученных данных рядом с объектом



- ❖ Обработка данных проводится вблизи района съёмки для проверки качества данных и, в случае необходимости, повторного выполнения полета

Пост-обработка данных AQUAMAPPER

AQUAMAPPER

Precise Point Positioning Static Post Processing Coordinate converter GNSS data archive Settings

1. Drone files

NMEA file:

GNSS file:

Output folder:

Batch processing:

2. Drone offsets

Drone model:

Antenna height: meters

Forward/backward offset: meters

Left/right offset: meters

3. Base station

GNSS file:

Coordinate type: Decimal DMS

North: meters

East: meters

Height: meters

Antenna height: meters

4. Coordinate system

WGS-84

Calibration:

Elevation:

Projection:

Russia-Pulkovo 1995-32N (m) EPSG 20092 DEPRECATED

Tunisia-Carthage UTM zone 32N (m) EPSG 22332

World-WGS 72-BE UTM-zone 32N (m) EPSG 32432

World-WGS 72-UTM-zone 32N (m) EPSG 32232

World-WGS 84-UTM-zone 32N (m) EPSG 32632

5. Environment

Specify the speed of sound

Use water temperature from NMEA

Temperature: °C

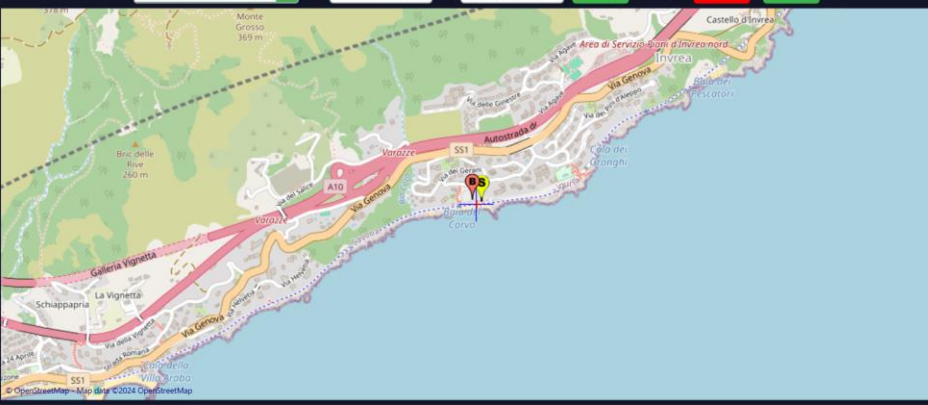
Water:

Salinity: PSU

WAITING FOR ACTION

4. Coordinate converter

OpenStreetMap Lat: Lon: Markers:



AQUAMAPPER

GNSS data archive Settings

WGS-84

Calibration:

Elevation:

Projection:

995-32N (m) EPSG 20092 DEPRECATED

UTM zone 32N (m) EPSG 22332

E UTM-zone 32N (m) EPSG 32432


TM-zone 32N (m) EPSG 32232

ITM-zone 32N (m) EPSG 32632

OpenStreetMap Lat: Lon: Markers:

Logs

- Italy Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\AQUAMAPPER_BOTTOM_Q1_04.02.2024_21-50-32.csv
- > The catalog of the coordinates of the bottom Q2 is recorded: C:\Users\dmtr\Desktop\Italy Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\AQUAMAPPER_BOTTOM_Q2_04.02.2024_21-50-32.csv
- > Started write file C:\Users\dmtr\Desktop\Italy Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\AQUAMAPPER_BOTTOM_Q1_04.02.2024_21-50-32.laz...
- > Done!
- > Started write file C:\Users\dmtr\Desktop\Italy Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\AQUAMAPPER_BOTTOM_Q2_04.02.2024_21-50-32.laz...
- > Done!
- > Transformation Coordinate from WGS84 (By Ellipsoid) to World-WGS 84-UTM-zone 32N (m) EPSG 32632 (By Geoid)...
- > Done!
- > The track coordinates catalog is recorded: C:\Users\dmtr\Desktop\Italy Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\AQUAMAPPER_TRACK_04.02.2024_21-50-32.csv
- > Started write file C:\Users\dmtr\Desktop\Italy Baia del Corvo\Aqua\OUTPUT\AQUAMAPPER_TRACK_04.02.2024_21-50-32.laz...
- > Done!



North: meters

East: meters

Height: meters

Antenna height: meters

5. Environment:

Specify the speed of sound

Use water temperature from NMEA

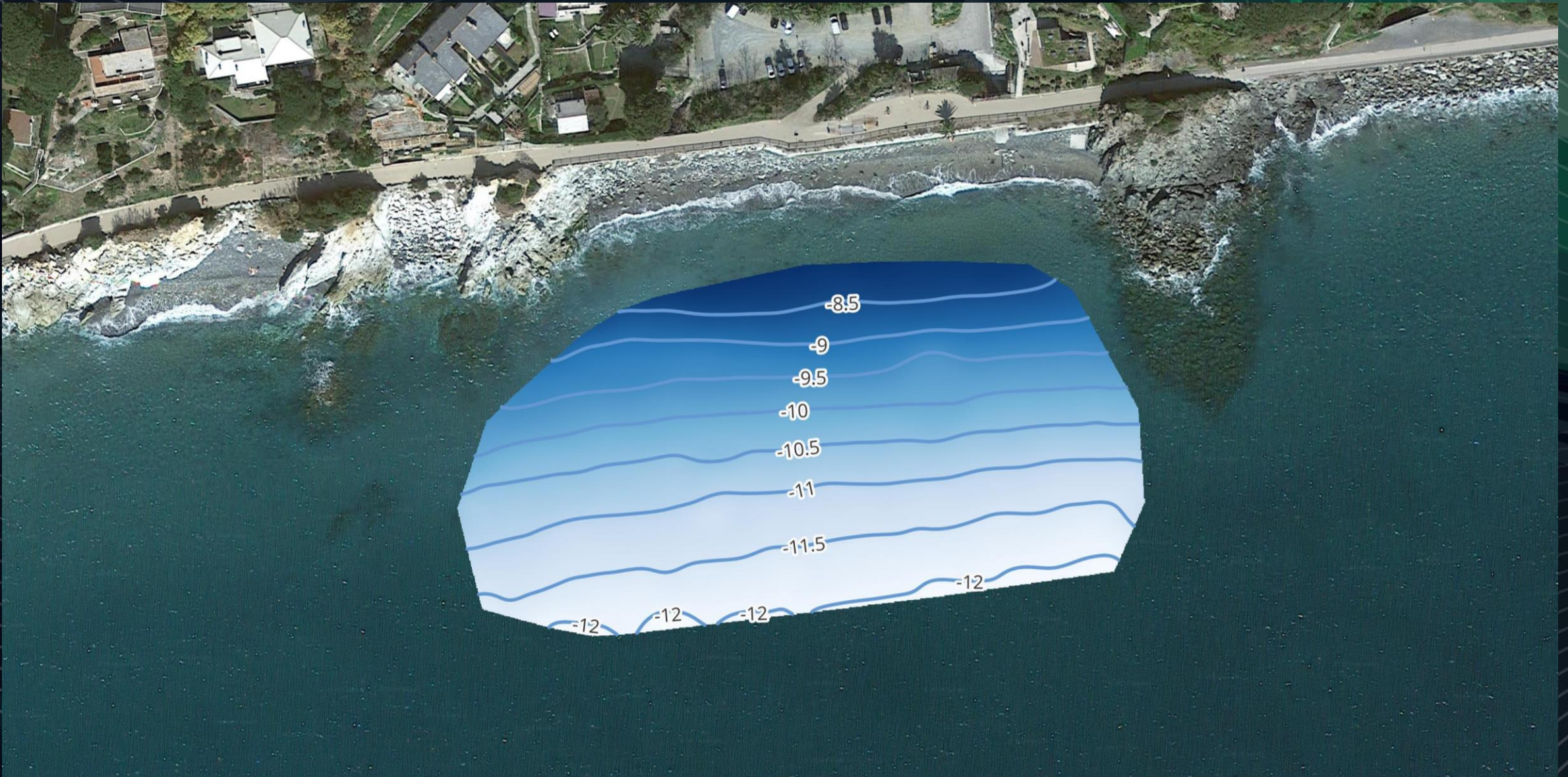
Temperature: °C

Water:

Salinity: PSU

WAITING FOR ACTION

Батиметрические данные



Пост-обработка данных ВЛС

LIDAR POST PROCESSING

PPK Post Processing | RTK Post Processing | **LIDAR Post Processing** | LiDAR Cloud Generation | Static Post Processing | Precise Point Positioning | Tools | License | Settings

AERIAL | **TERRESTRIAL**

1. Drone files

GNSS file: C:\Users\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo **Upload**

IMU file: C:\Users\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo **Upload**

Output folder: C:\Users\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo **Select**

Batch processing: **Add (0)**

2. Antenna offsets

Installation Profile: DJI Matrice 300/350 (Skyport mount) **Custom**

Antenna height: 0.311 meters

Forward/backward offset: -0.026 meters

Left/right offset: 0 meters

3. Base station

GNSS file: C:\Users\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo **Upload**

Coordinate type: **Decimal** | DMS

Latitude: 44.3669936683 degrees

Longitude: 8.6102071638 degrees

Altitude: 49.205 meters

Antenna height: 0.134 meters

Save coordinates to Rinex

Receiver type/format: u-blox UBX

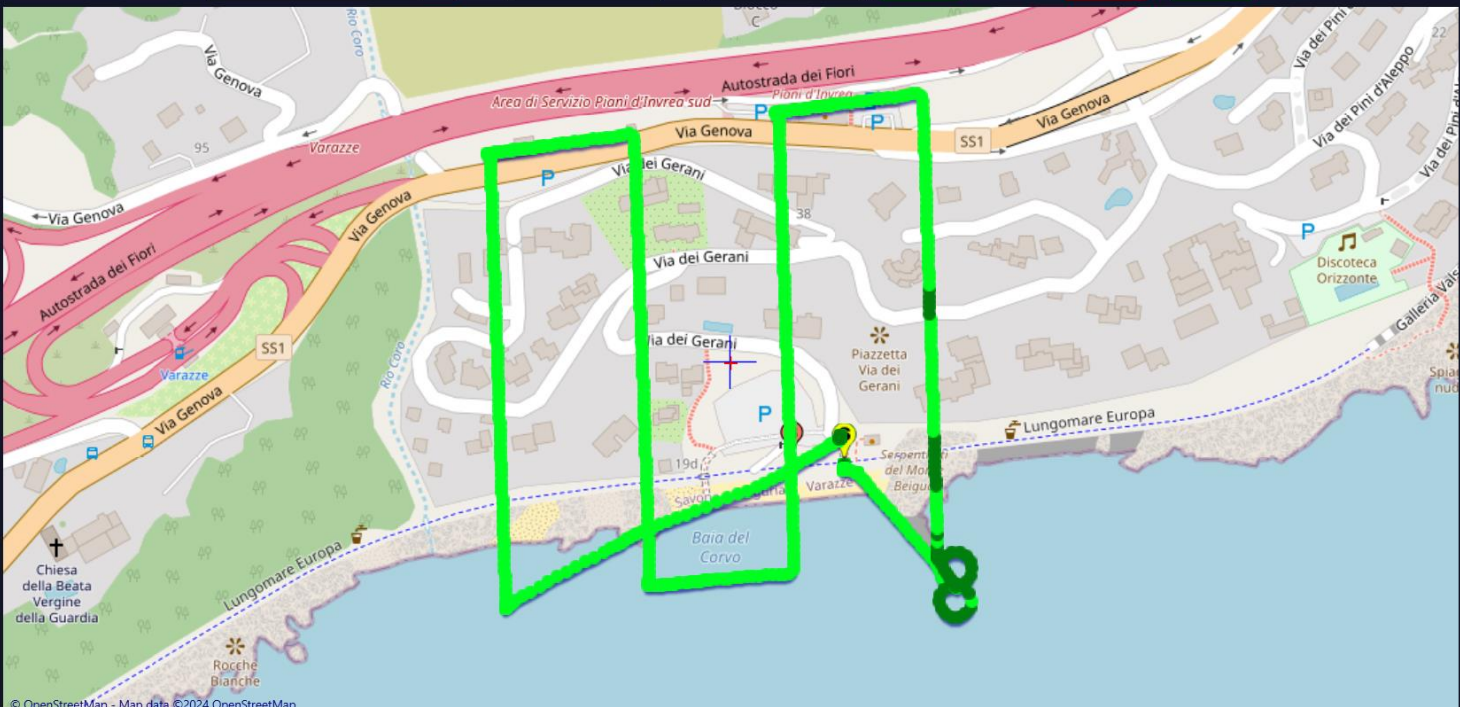
Start online | **Stop**

WAITING FOR ACTION

Logs

- > Converted IMU data
- > Converting base file
- > Converted GNSS data
- > Loading processing profile
- > Pre-processing
- > Processing GNSS+IMU
- > Combining
- > Smoothing
- > Combining smoothed solutions
- > Exporting to file
- > **Saving the high-precision track file 1 to the output folder...**
- > **The high-precision track file 1 has been calculated and uploaded successfully: C:\Users\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo\LIDAR\track_04.02.2024_21-57-54.pos**

OpenStreetMap | Lat: 44.3675984717 | Lon: 8.6096942179 | **Go To** | Markers: **Clear** | **Fit**



© OpenStreetMap - Map data ©2024 OpenStreetMap

Обрезка траектории

TRIM TRACK

PPK Post Processing | RTK Post Processing | LiDAR Post Processing | **LIDAR Cloud Generation** | Static Post Processing | Precise Point Positioning | Tools | License | Settings

Choose track first point | Choose track last point | Choose area to cut routes | Accept

The main map area displays a track with several colored segments: a yellow segment on the left, a blue segment, a red segment, and a green segment on the right. A dashed white line indicates the track's path. A selection box is visible around the green segment, and a small circle highlights a specific point on the track.

<input checked="" type="checkbox"/>		1707053833.66	1707053907.78
<input checked="" type="checkbox"/>		1707053951.3	1707054025.76
<input checked="" type="checkbox"/>		1707054067.92	1707054141.02
<input checked="" type="checkbox"/>		1707054184.2	1707054256.28

OK

WAITING FOR ACTION

Генерация плотного облака точек с лидара

LIDAR CLOUD GENERATION

PPK Post Processing | RTK Post Processing | LIDAR Post Processing | **LIDAR Cloud Generation** | Static Post Processing | Precise Point Positioning | Tools | License | Settings

1. Drone files

Lidar file: C:\Users\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo\LIDAR\...

Track file: C:\Users\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo\LIDAR\...

Strip Alignment: None

Quality: Medium

Batch processing

2. Imu calibration angles

Installation Profile

Roll: -0.649

Pitch: -0.058

Heading: 0.392

3. Coordinate system

Convert results to US foot

Coordinate type: WGS-84

Calibration: Not used

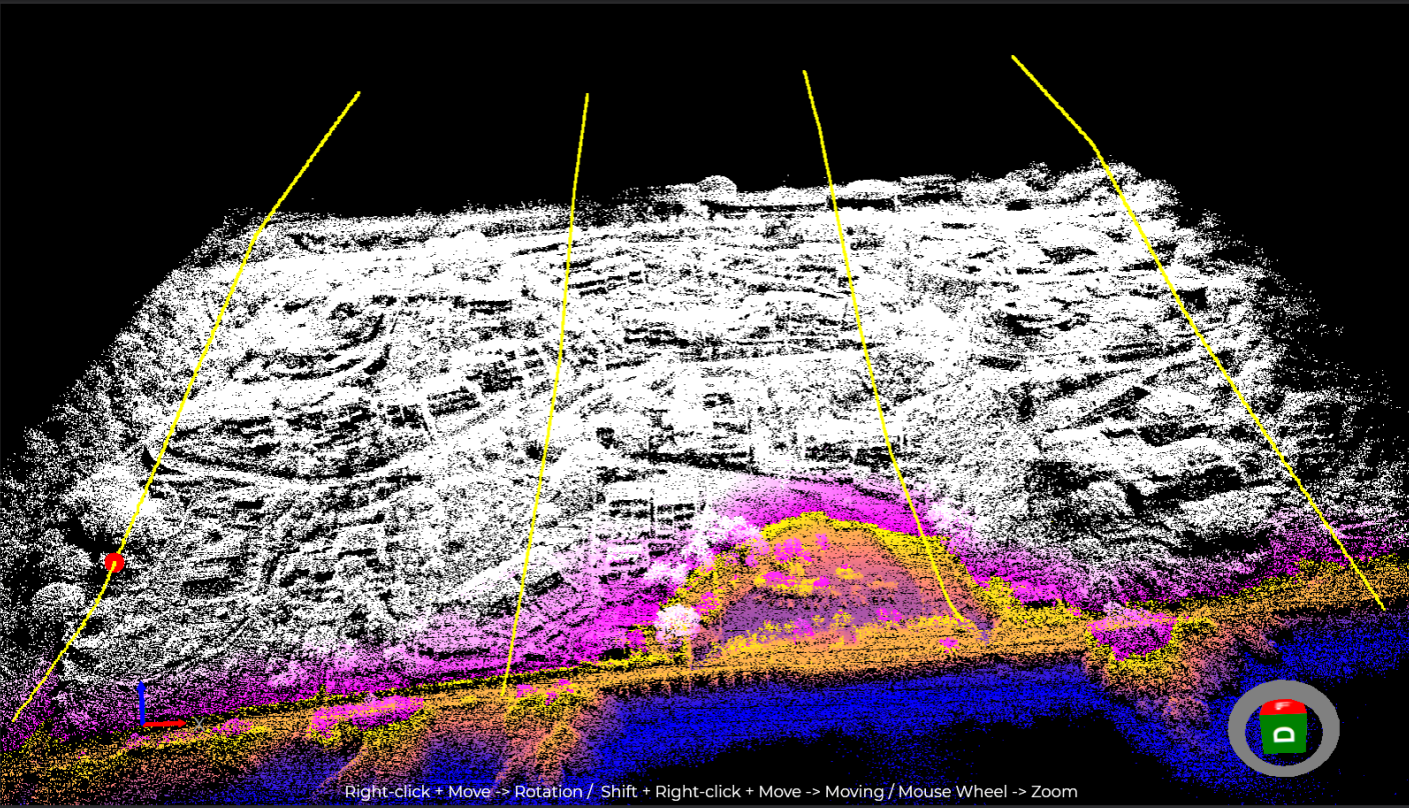
Elevation type: GEOID (EGM2008)

Projection: 32n

Logs

- > Start calculation of 1 dataset:
- > Calculation of the final cloud...
- > Started parse file C:\Users\dmitri\Desktop\Italy Baia del Corvo\LIDAR\track_04.02.2024_21-57-54.pos...
- > Transformation Coordinate from WGS84 to World-WGS-84-UTM-zone 32N (m) EPSG 32632 (Geoid)

PREVIEW CLOUD GENERATION



Right-click + Move -> Rotation / Shift + Right-click + Move -> Moving / Mouse Wheel -> Zoom

Fit

Discoteca Orizzonte

Europa

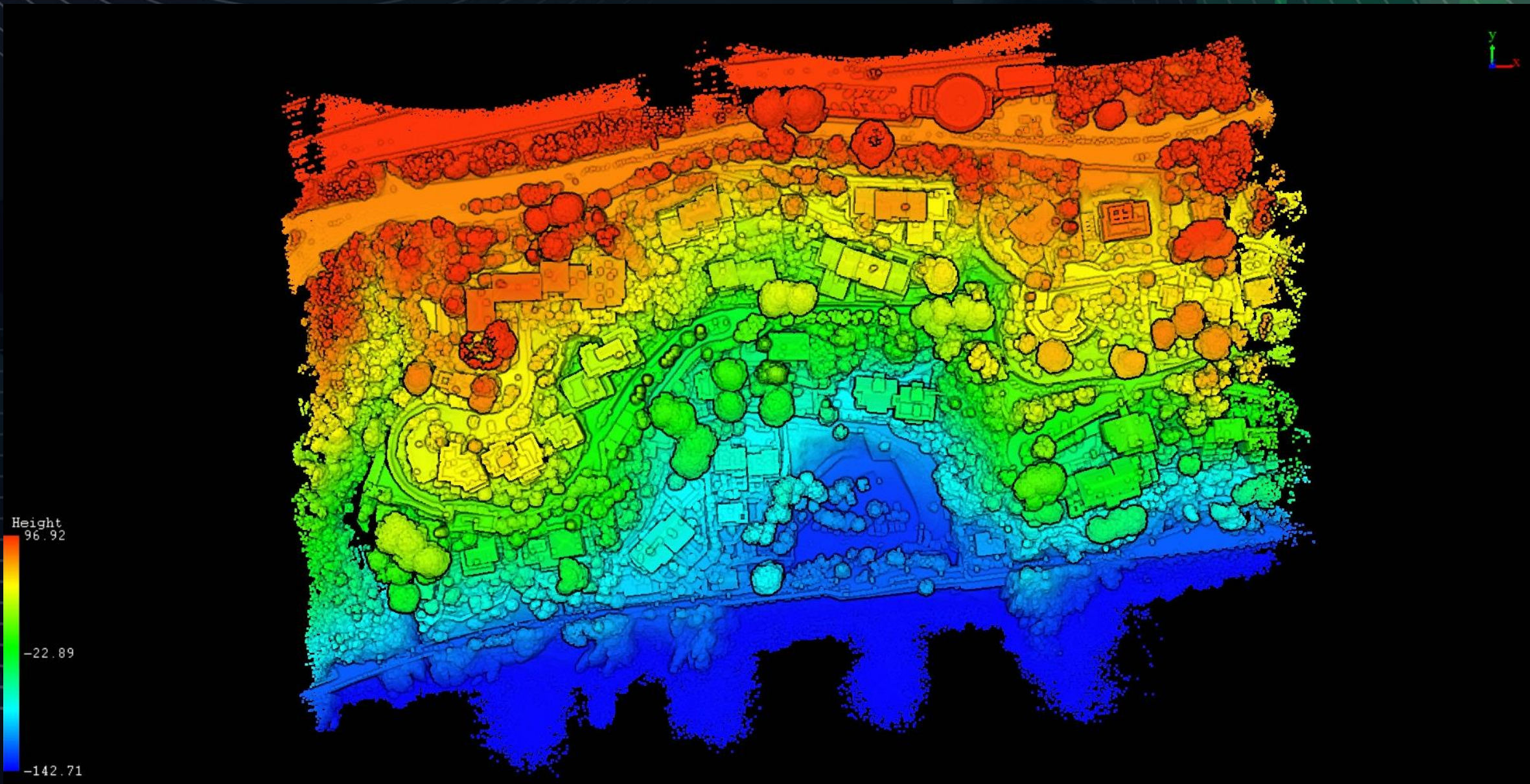
Rocche Bianche

© OpenStreetMap - Map data © 2024 OpenStreetMap

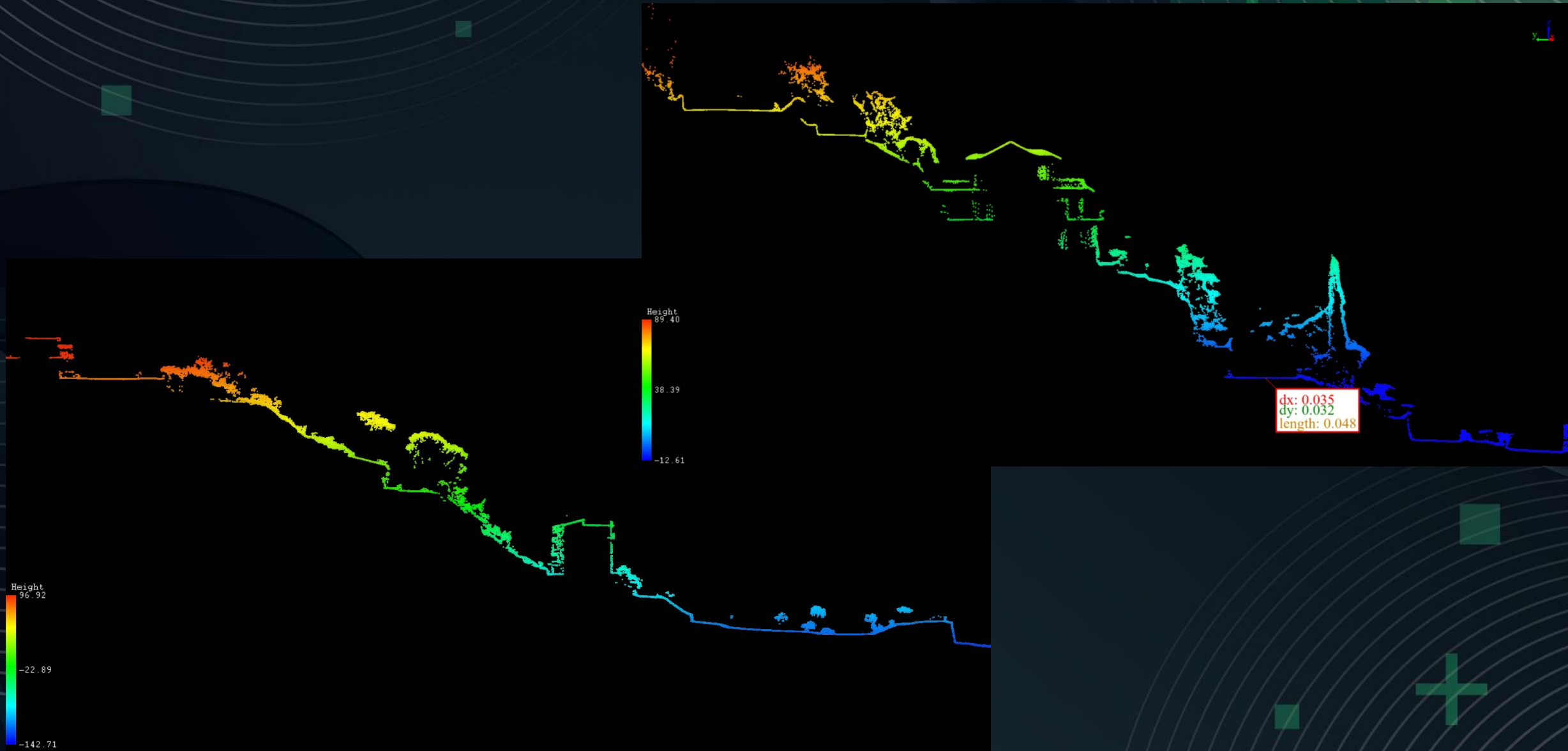
Start

CALCULATION OF POINTS 196688832

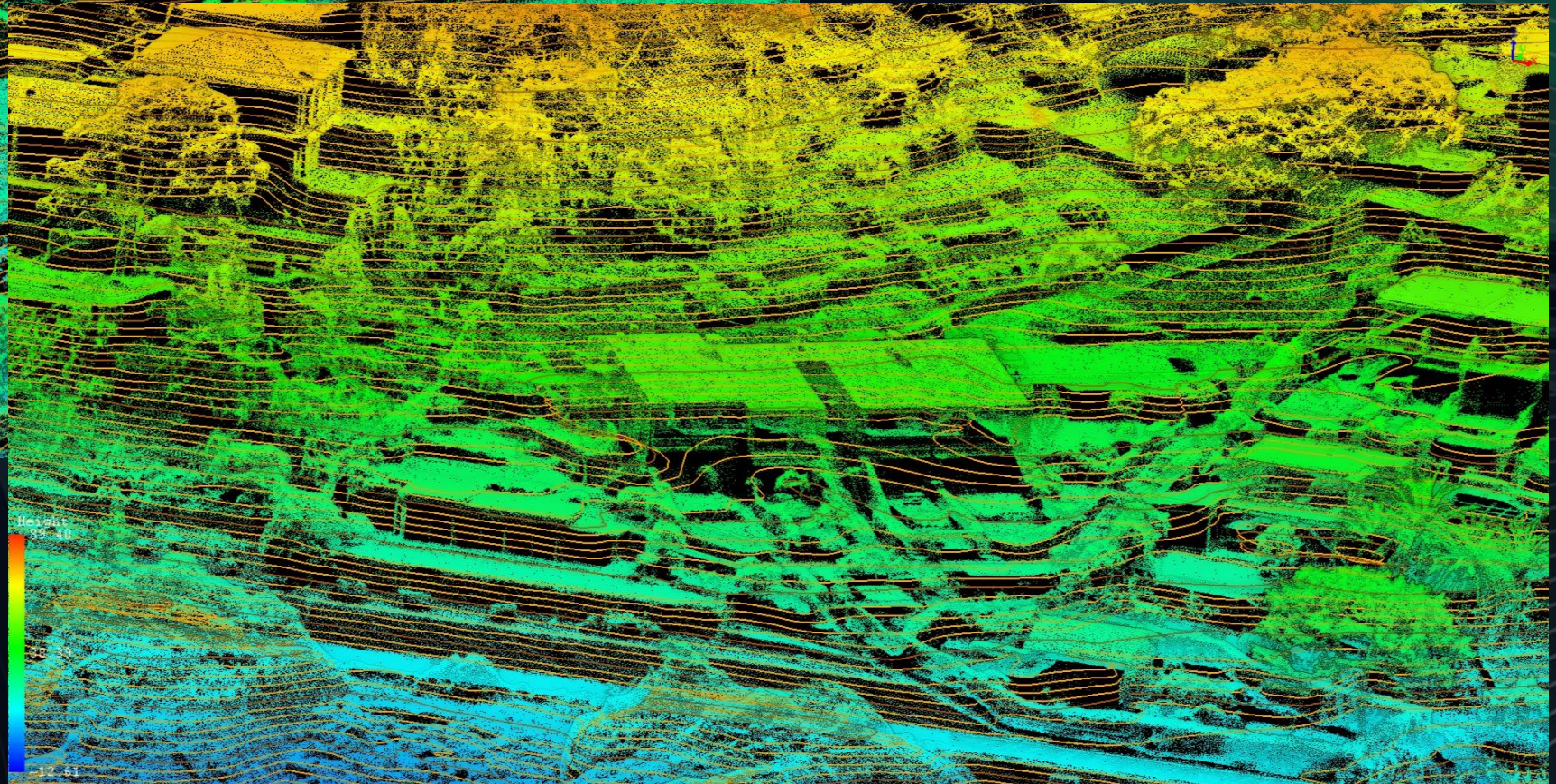
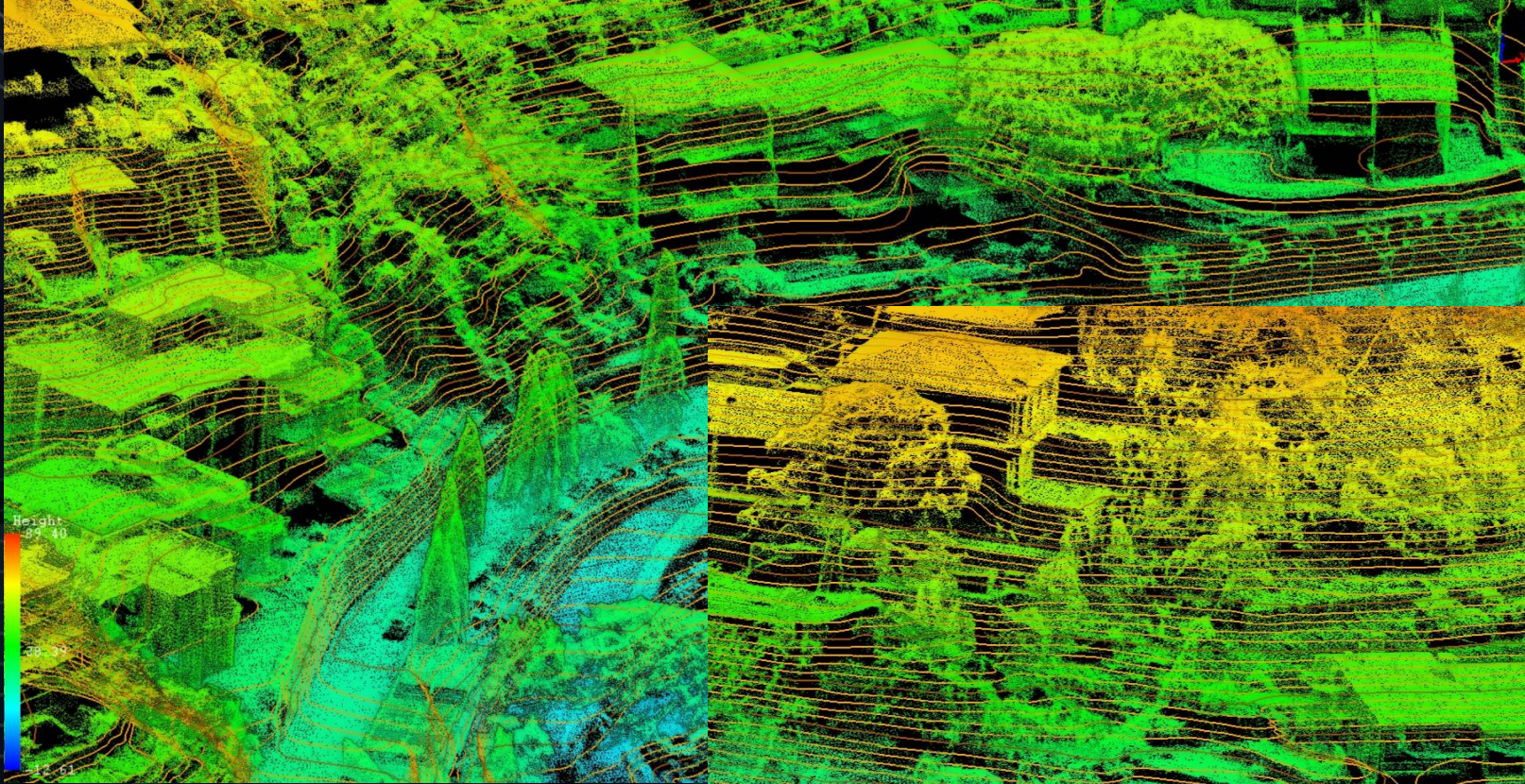
Плотное облако точек лазерного сканирования



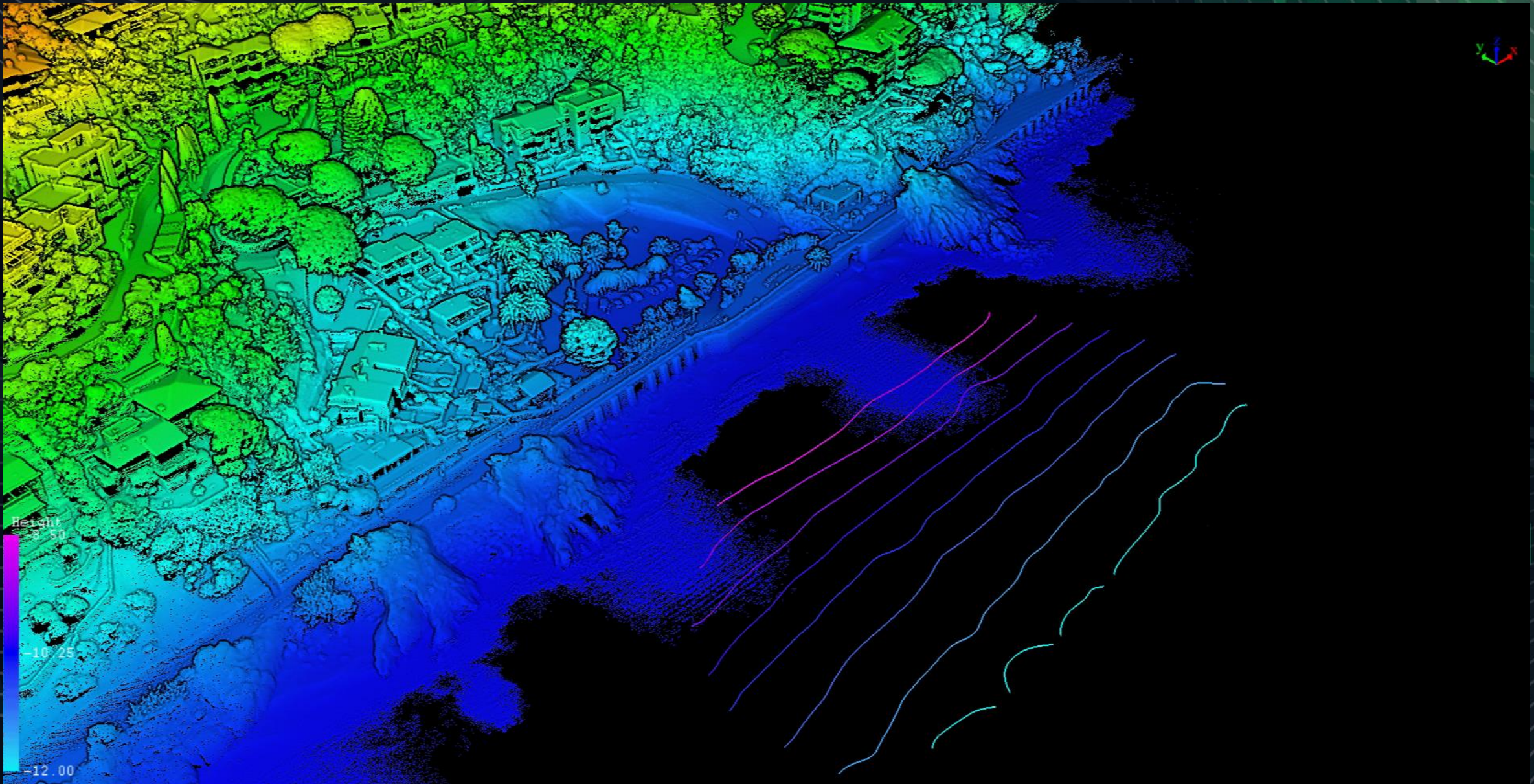
Плотное облако точек лазерного сканирования



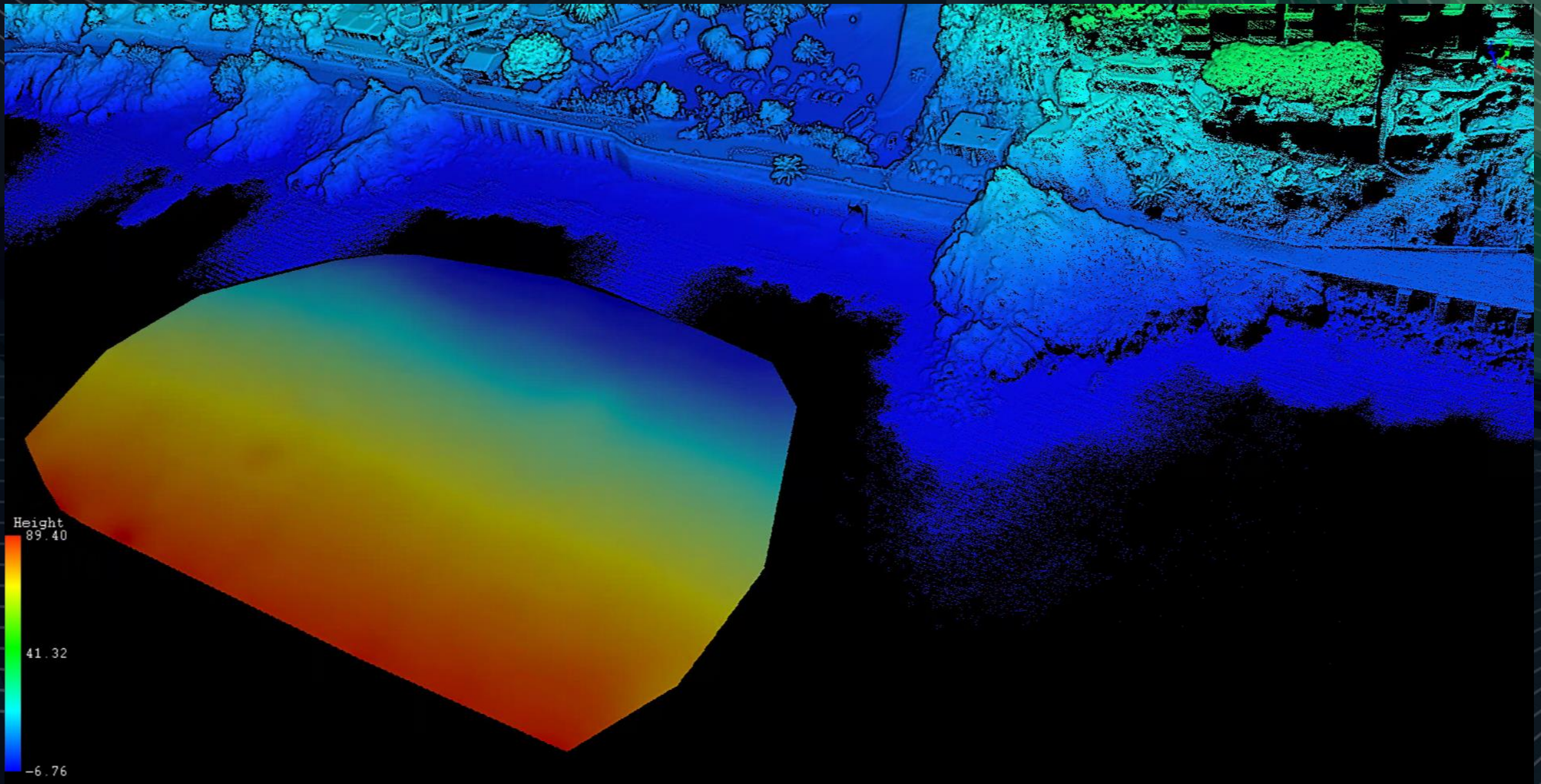
Облако точек ВЛС и горизонтали



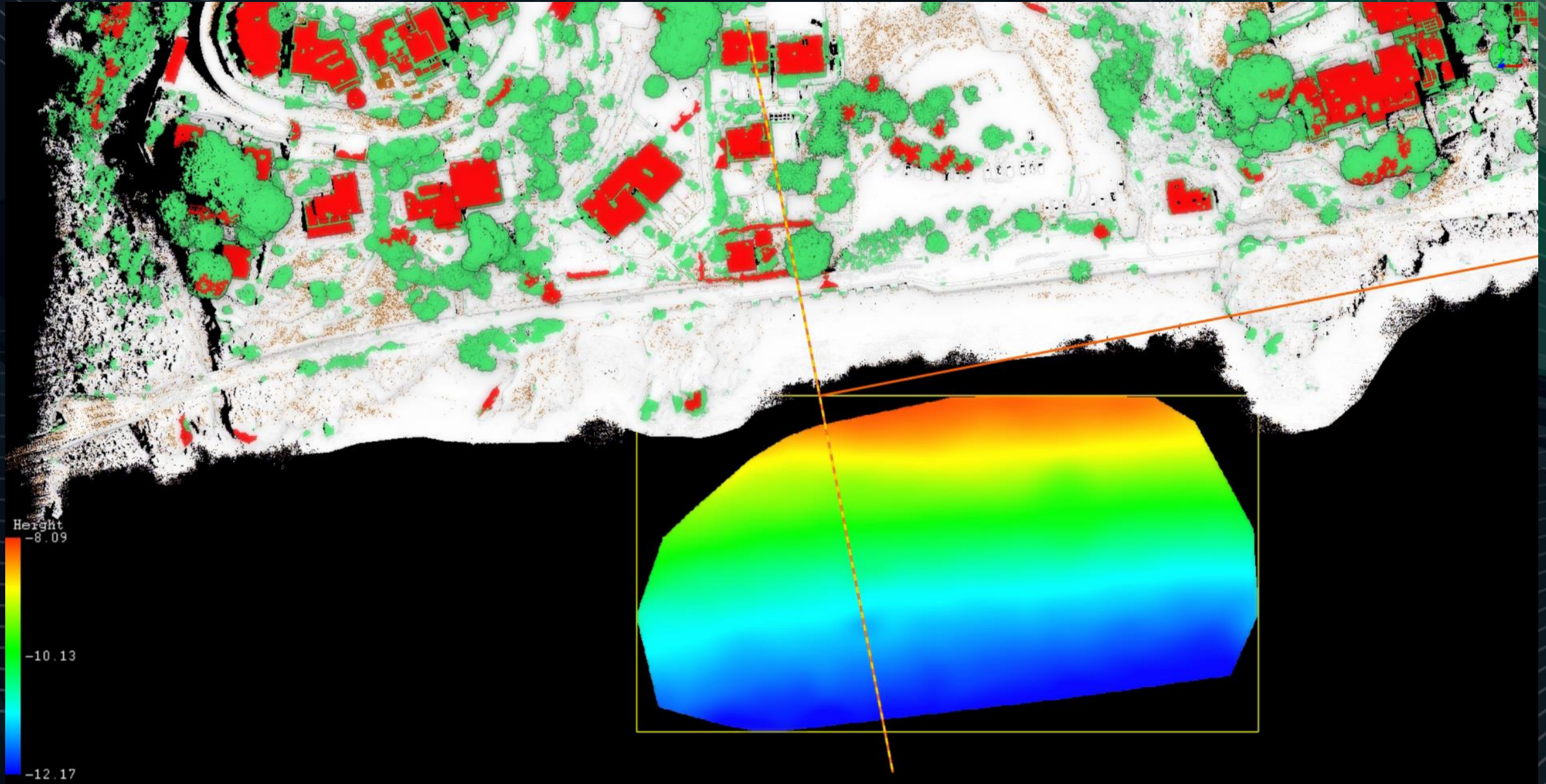
Облако точек ВЛС и данные батиметрии



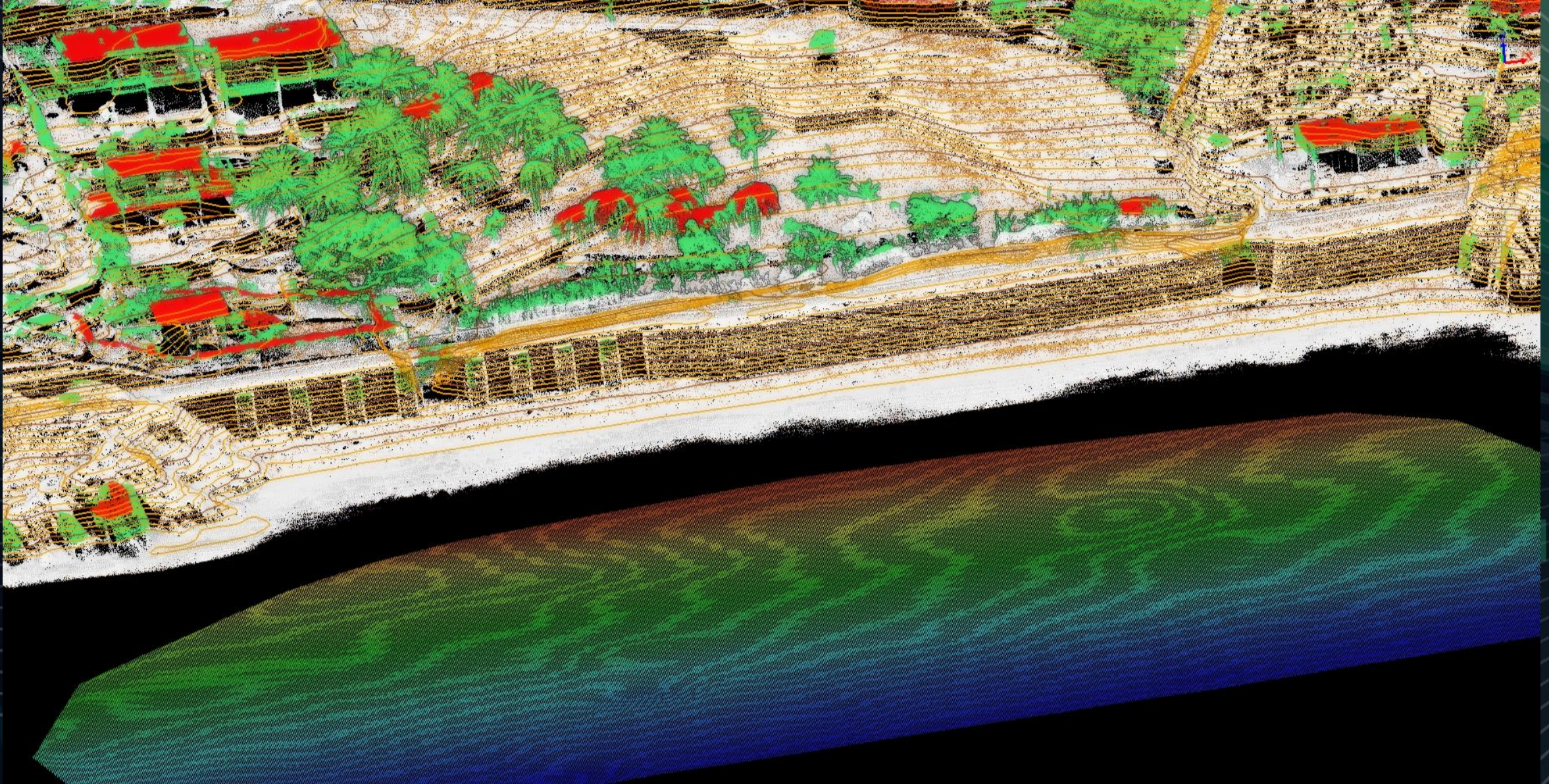
Облако точек ВЛС и данные батиметрии



Классифицированное облако и данные батиметрии



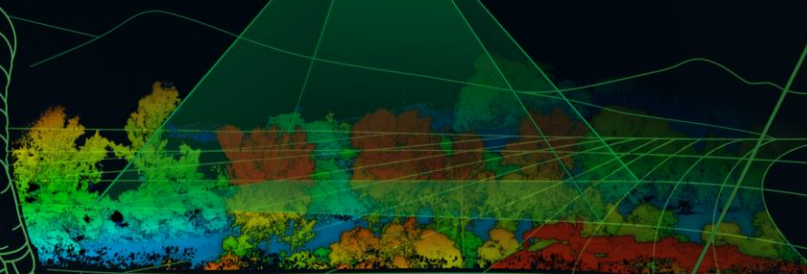
Классифицированное облако и данные батиметрии



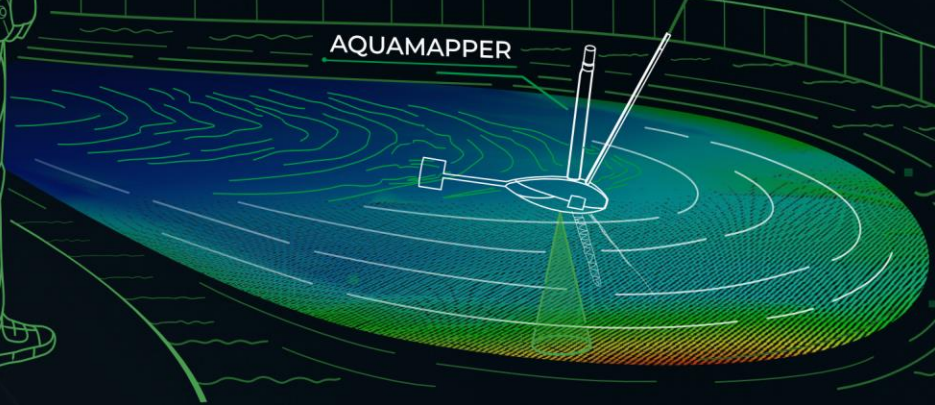


TOPODRONE
AFFORDABLE ACCURACY

Благодарим за внимание!



AQUAMAPPER



 topodrone.ru

 info@topodrone.ru