



IPReM

Greater Caribbean 2023

IDENTIFICATION | PROTECTION | RESTORATION | MANAGEMENT

JUNE 28th-30th, PANAMA

*Science and technology for sustainable beaches
in a climate change scenario*



PROYECTO

“Evaluación del Impacto del Cambio Climático en las costas arenosas del Caribe: alternativas para su control y resiliencia”

COMPONENTE 4

4.1. Preparación de proyectos de rehabilitación de playas

**Empresa Inversiones GAMMA S.A.
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba.**

OBJETIVO GENERAL:

Diseñar los proyectos ejecutivos para la rehabilitación de tres playas:

- **Playa Viento Frío, Colón, República de Panamá.**
- **Playa Runaway Bay, St. Johns, Antigua y Barbuda.**
- **Playa Bonasse, Cedros Bay, República de Trinidad y Tobago.**

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1	
II. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	3	
III. MATERIALES Y METODOS	5	
IV. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	14	←
IV.1. Aspectos generales	14	
IV.2. Características geológico-geomorfológicas generales de Trinidad y Tobago ..	16	
IV.3. Entorno geológico de la región de estudio	16	
IV.4. Características morfológicas y sedimentológicas de la playa de Bonasse.....	18	
IV.5. Características del régimen hidrodinámico	37	
IV.6. Caracterización de la dinámica litoral mediante la modelación del oleaje.....	57	
IV.7. Transporte de sedimentos.....	62	
IV.8. Esquema morfodinámico de funcionamiento.....	64	
V. ESTRATEGIA PARA LA RECUPERACIÓN Y PROTECCIÓN DE LA PLAYA	67	←
V.1. Medidas a corto y medio plazo.....	69	
V.2. Medidas a largo plazo	70	
VI. DISEÑO DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN PROPUESTAS.....	73	←
VI.1. Acciones de manejo costero	73	
VI.2. Alimentación artificial de arena.....	75	
VI.2.1. Zona de préstamo.....	76	
VI.2.2. Idoneidad de la arena a emplear	84	
VI.2.3. Cálculo del volumen de arena	86	
VI.2.5. Restauración del sistema dunar de la playa	92	
VI.2.6. Volúmenes de siembra por zonas	96	
VI.2.7. Conformación de barreras de contención y captación de arena.....	97	←
VII. EFECTIVIDAD ESPERADA DEL PROYECTO.....	100	←
VIII. FORMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y TIEMPO ESTIMADO	102	←
VIII.1. Forma de ejecución.....	102	
VIII.2. Tiempo estimado	106	
IX. COSTOS.....	107	←
X. PROGRAMA DE MONITOREO PROPUESTO	109	←
XI. EVALUACIÓN DE POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES	112	←
REFERENCIAS.....	115	
PLANOS Y ANEXOS	118	

Proyectos de Rehabilitación de Playas

**Panamá
(Playa Viento Frío)**

**Antigua y Barbuda
(Playa Runaway Bay)**

**Trinidad y Tobago
(Playa Bonasse)**

**Ing. Vladimir Caballero
Equipo de 5
especialistas**

**Lic. Pavel Morales
Equipo de 5
especialistas**

**Ing. Miguel Izquierdo
Equipo de 5
especialistas**

Profesores

Profesores

Profesores

Proyecto: "Evaluación del Impacto del Cambio Climático en las costas arenosas del Caribe: alternativas para su control y resiliencia",
COMPONENTE 4. Preparación de proyectos de rehabilitación de playas.

Proyecto ejecutivo para la rehabilitación de la playa Viento Frío, Colón, República de Panamá.

Participantes:

Ing. Vladimir Caballero Camejo

MSc. Miguel Izquierdo Álvarez

Dr. Ernesto Tristán Barreras

MSc. Leonel Iván Peña Fuentes

Ing. César Núñez González

Téc. Adrián Nievares Pérez



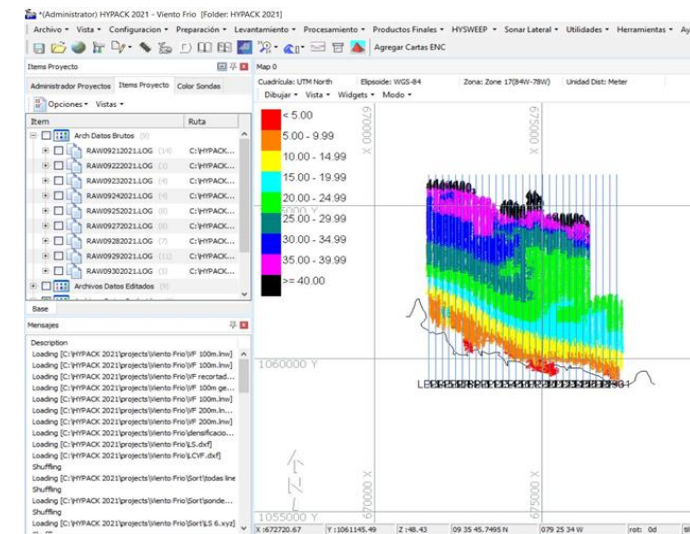
Ubicación del área de estudio

- La playa de Viento Frío, se encuentra ubicada en el corregimiento del mismo nombre perteneciente al distrito de Santa Isabel, provincia de Colón y se extiende con una longitud de 450 m y una orientación aproximada Noroeste – Sureste.



Trabajos de campo

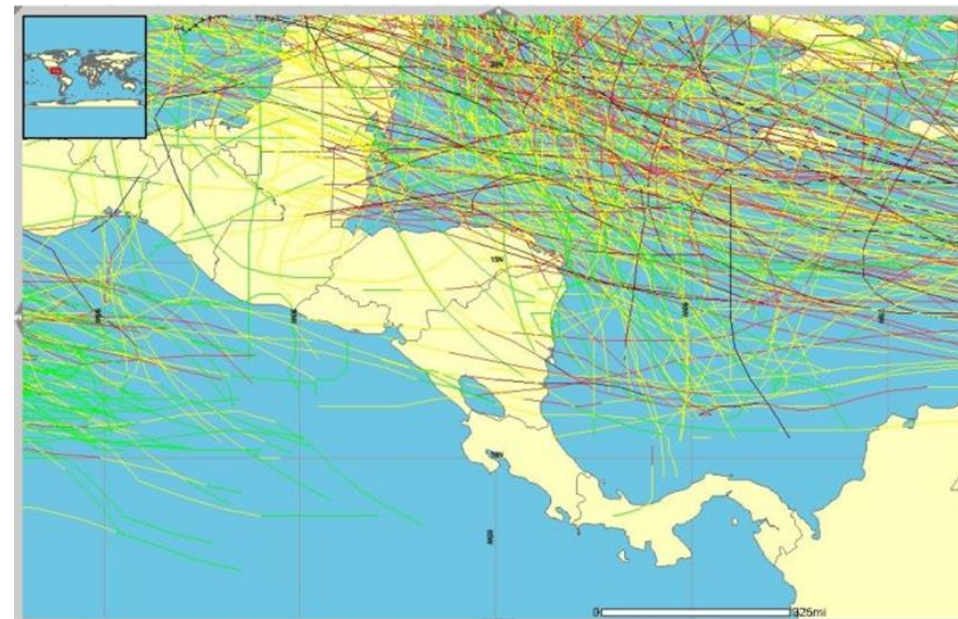
- Levantamientos topográficos
- Levantamientos batimétricos
- Muestreo sedimentológico
- Exploración de buceo
- Encuentro con la comunidad



Características físico geográficas del área de estudio



La República de Panamá se encuentra en la parte más oriental y meridional de América Central y es el territorio más estrecho y alargado del istmo centroamericano.



En cuanto al clima, por las bajas latitudes en que se encuentra, se clasifica en el dominio tropical, sometido a una gran influencia de los desplazamientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

Características físico geográficas del área de estudio

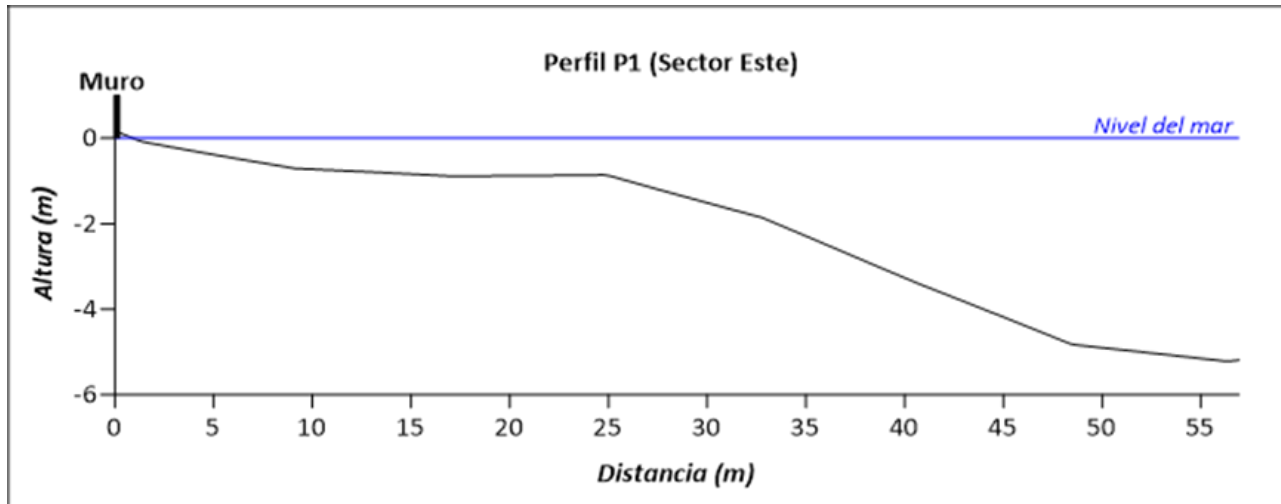
- Playa interior
- Dos canales de fondo arenoso los cuales mantienen su profundidad debido a las corrientes de flujo y reflujo generadas por la marea.
- Terraza coralina, dominando casi toda el área que debería ocupar la pendiente submarina del perfil.



Características físico geográficas del área de estudio

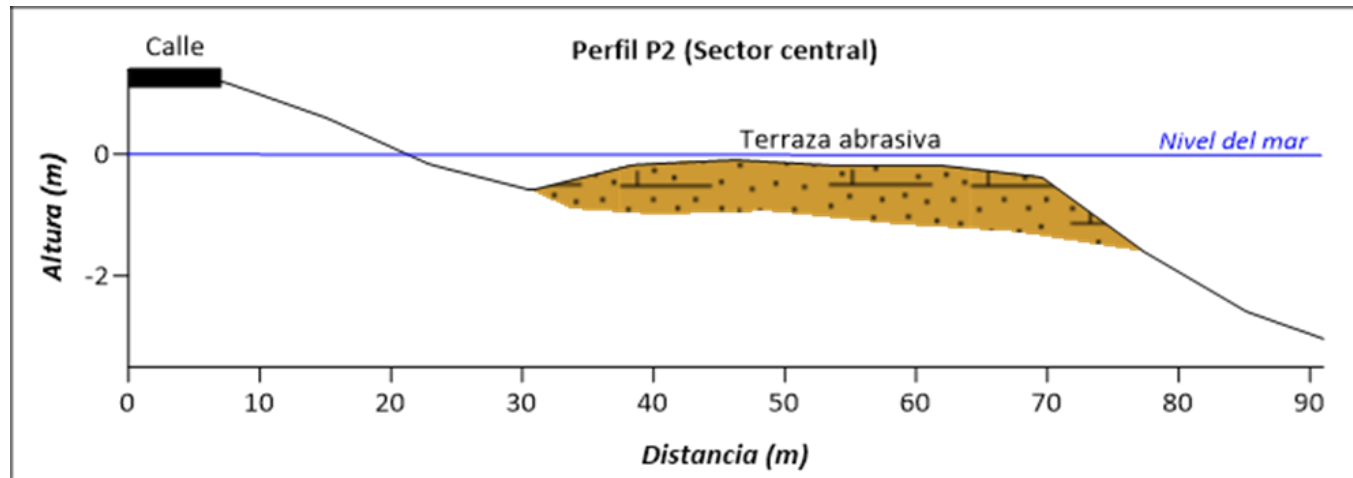


Características físico geográficas del área de estudio (Sector Este)



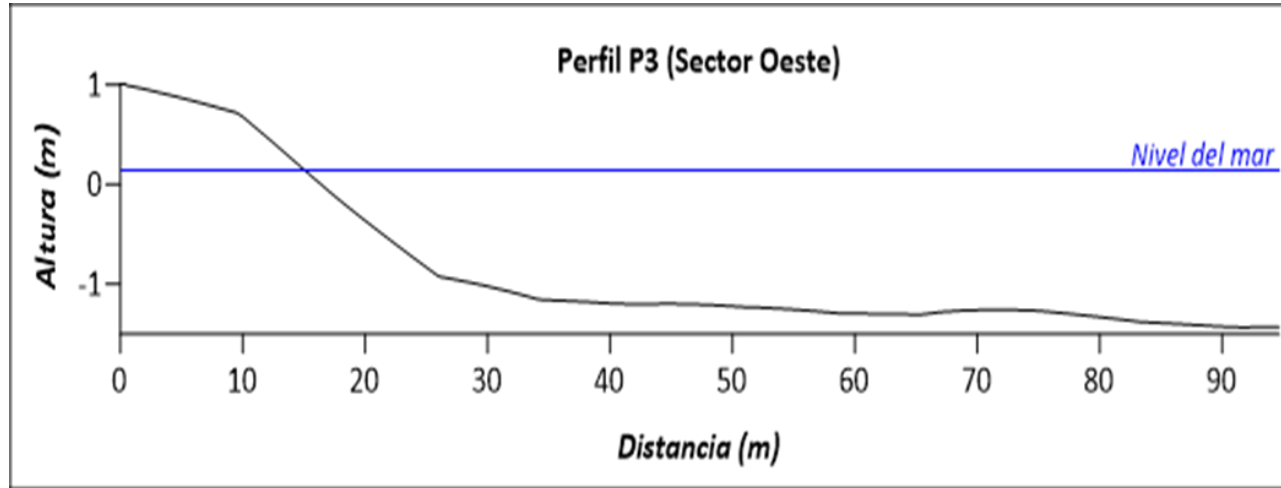
- Longitud de 90 m
- Pequeña ensenada de aguas someras.
- Perfil totalmente sumergido
- Suave pendiente y caída abrupta hasta formar un canal navegable con una profundidad de 6 m.

Características físico geográficas del área de estudio (Sector Central)



- Longitud de 200 m.
- Perfil incompleto, estrecha franja de arena emergida y ausencia total de dunas y en su posición se encuentran ubicadas casas de vivienda y en algunos tramos limita directamente con la calle.
- Terraza intermareal de origen coralino cuyo ancho varía entre los 66 m y 33 m.
- La franja de arena o playa emergida cuenta con un ancho promedio de 15 m.

Características físico geográficas del área de estudio (Sector Oeste)



- Longitud de 160 m.
- La terraza se fracciona y alternan, junto al perfil de terraza emergida y arena, dos pequeños tramos de playa con arena en la pendiente submarina.
- Se mantiene la ausencia de dunas costeras con la existencia de casas en su posición.
- El ancho promedio de la playa en este sector es de 20 m.

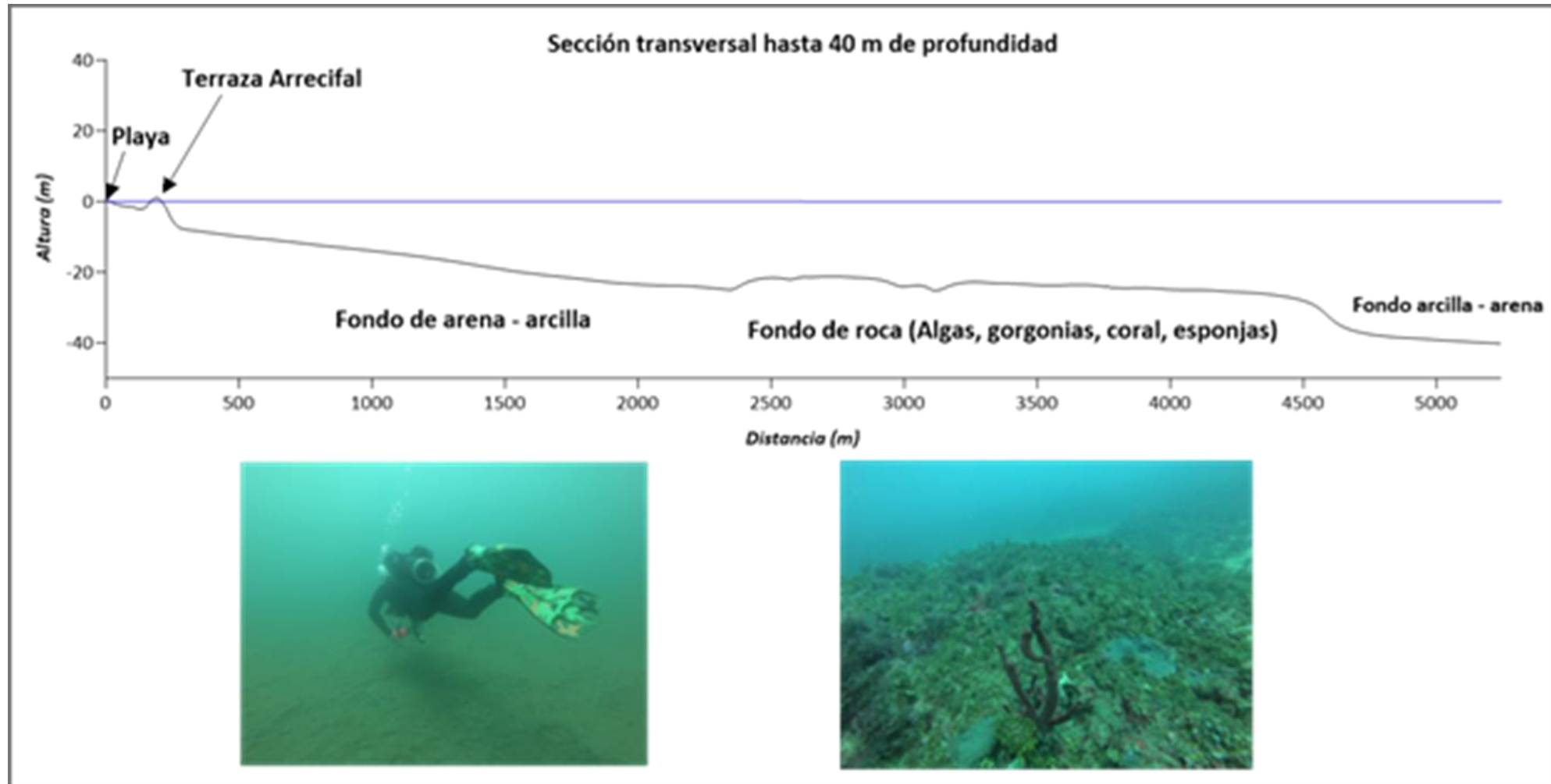
Características físico geográficas del área de estudio

Características de los sedimentos nativos:

- Arena Fina (0.19 mm) (Clasificación Wentworth)
- Origen biogénico (73.7 %) (Algas 48.6 %, moluscos 10.6 %, bioclastos 14.5 %)
- Otros grupos biogénicos (3.3 %)
- Origen terrígeno (22.8%)

Existencia de una gran cantidad de guijarros y cantos rodados, indicador del déficit de nuevos aportes a la playa desde la fuente original que propició su origen.

Características físico geográficas del área de estudio



Evidencias de los procesos de erosión

1. Afloramientos rocosos en la anteplaya
2. Pérdida total de la zona emergida en el sector Este
3. Afectaciones a la vegetación costera y a las instalaciones
4. Formación de cárcavas de erosión debido al mal drenaje pluvial
5. Franja de arena estrecha, ausencia de dunas y baja altura de la berma



Causas de los procesos de erosión

Causas naturales:

- Sobreelevación del nivel medio del mar provocado por el Cambio Climático
- Posible aumento en la frecuencia e intensidad de los huracanes y tormentas tropicales
- Disminución en los aportes desde las fuentes de sedimentos a la playa
- Morfología inadecuada para la acumulación y estabilidad de la arena

Causas antrópicas (Actividad humana):

- Existencia de instalaciones sobre el perfil dinámico de la playa
- Deficiente drenaje pluvial
- Extracción de arena para la construcción en el perfil de la playa
- Posiblemente la extracción de arena en la plataforma

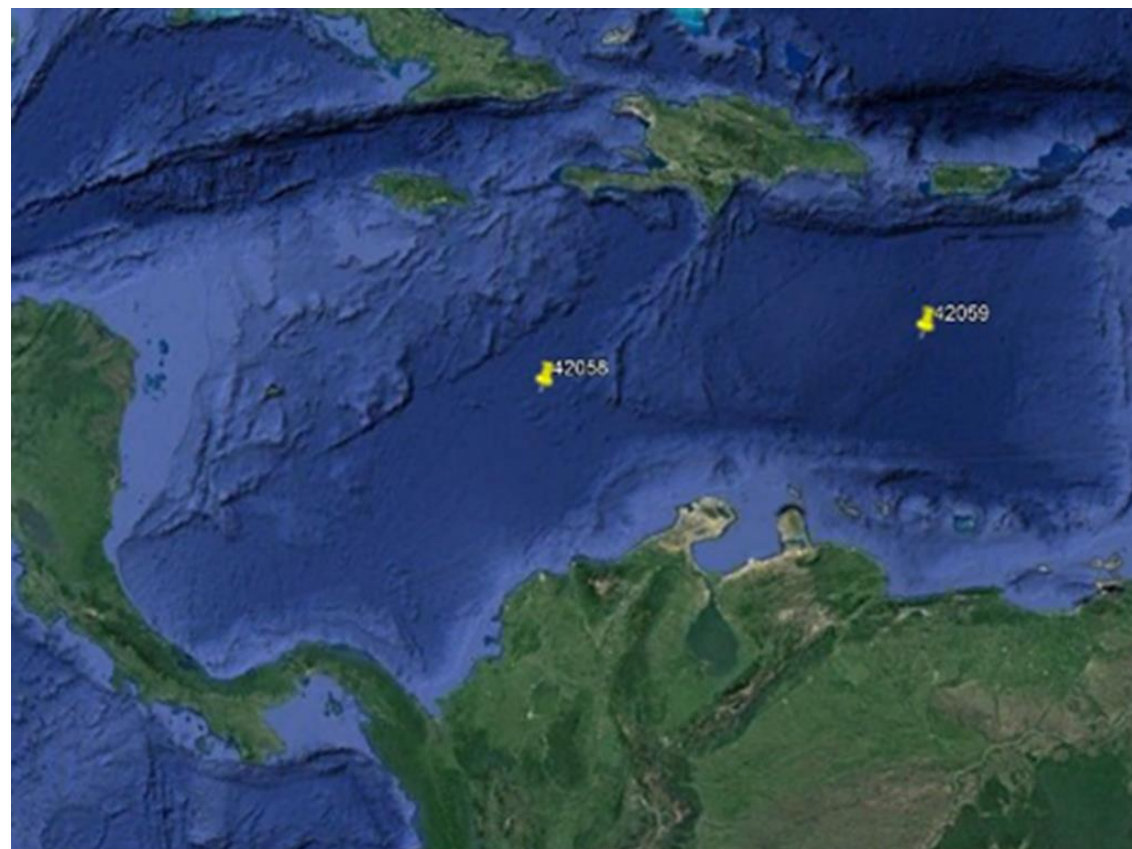
Régimen hidrometeorológico

Ubicación de las Boyas de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y de la Atmósfera (NOAA) del gobierno de los Estados Unidos.

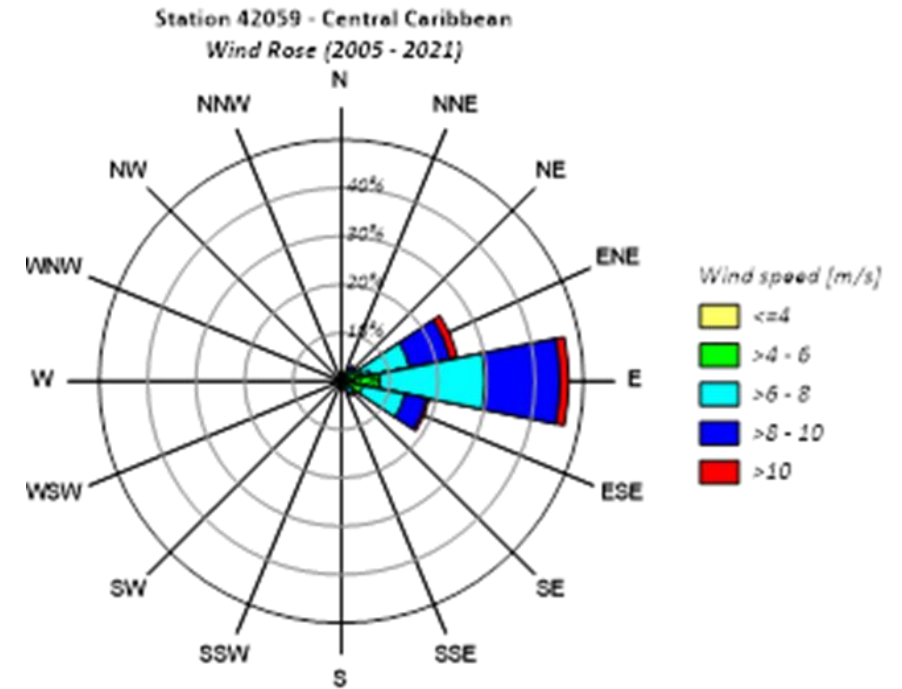
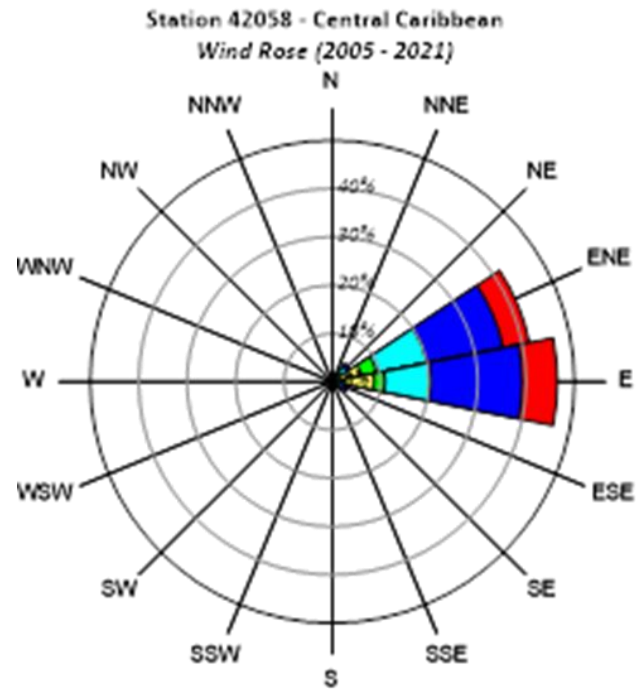
Distancia hasta la playa de Viento Frío

Boya 42058 – 700 Km

Boya 42059 – 1400 Km

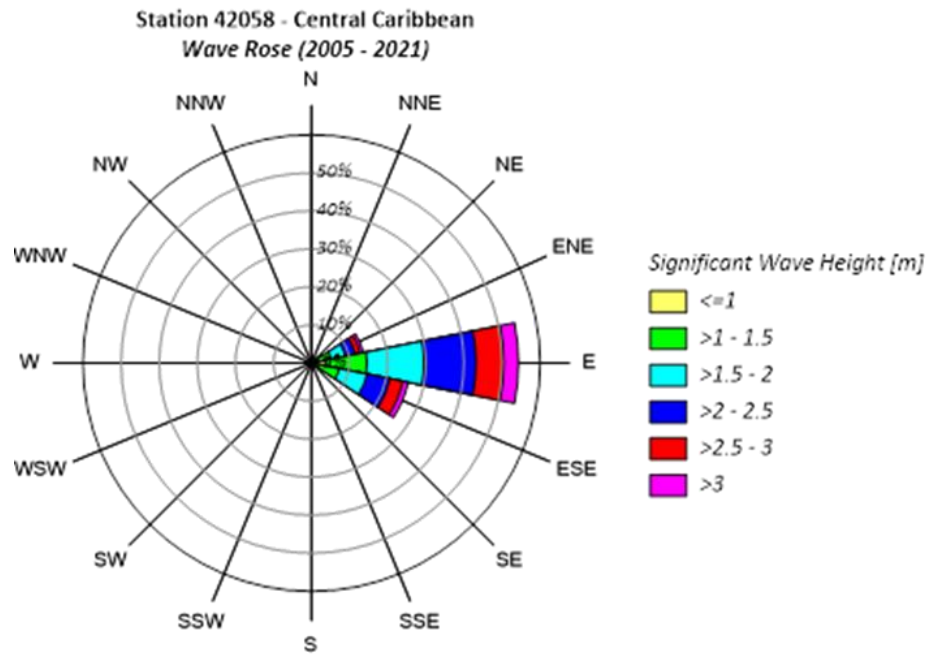


Régimen hidrometeorológico

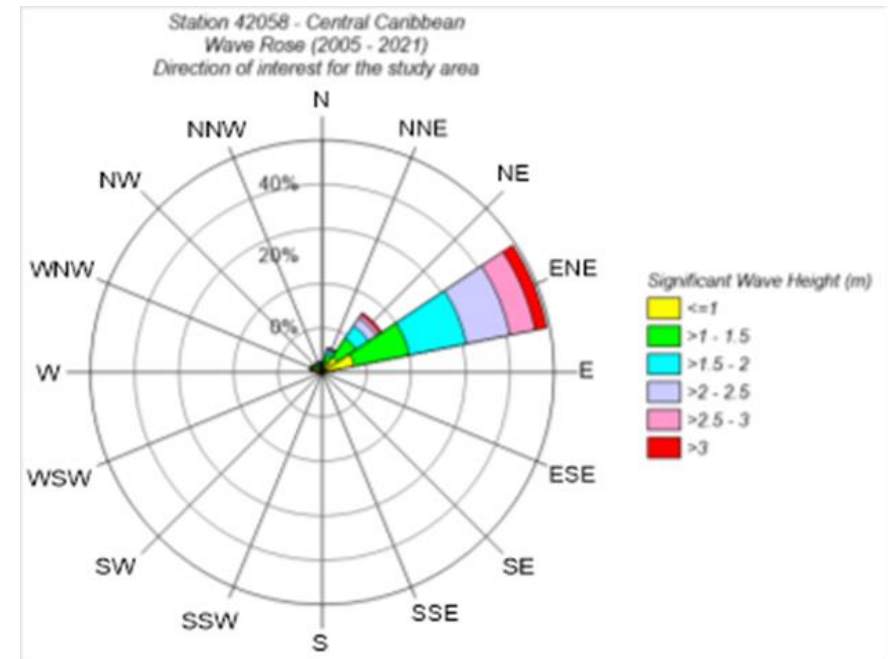


Rosas de vientos a partir de 16 años de mediciones entre los años 2005 – 2021 en las boyas 42058 y 42059

Régimen hidrometeorológico



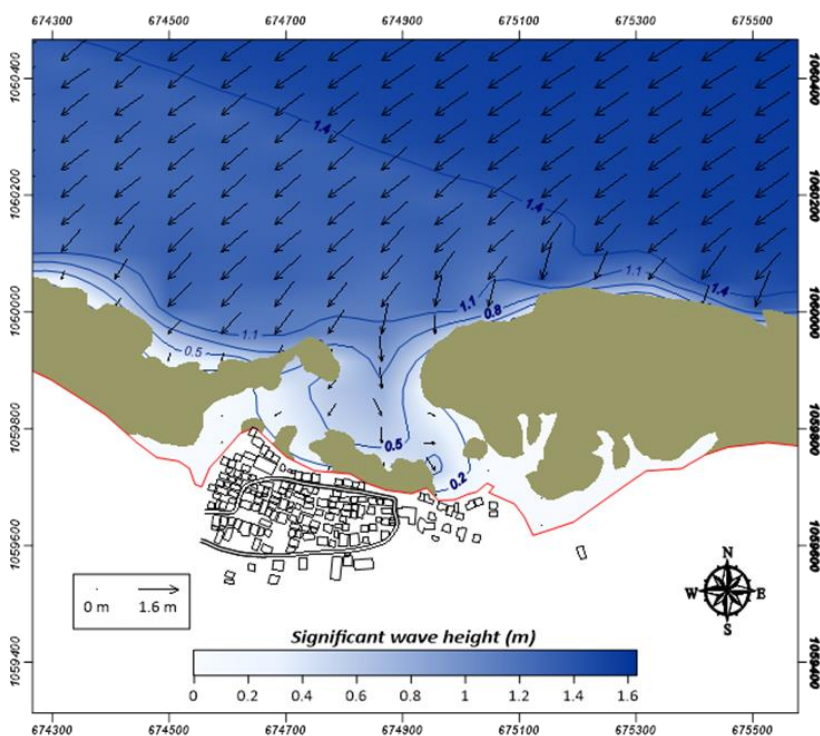
Rosa de oleaje para todos los rumbos. Estación NOAA 42058. Periodo de medición 2005-2021



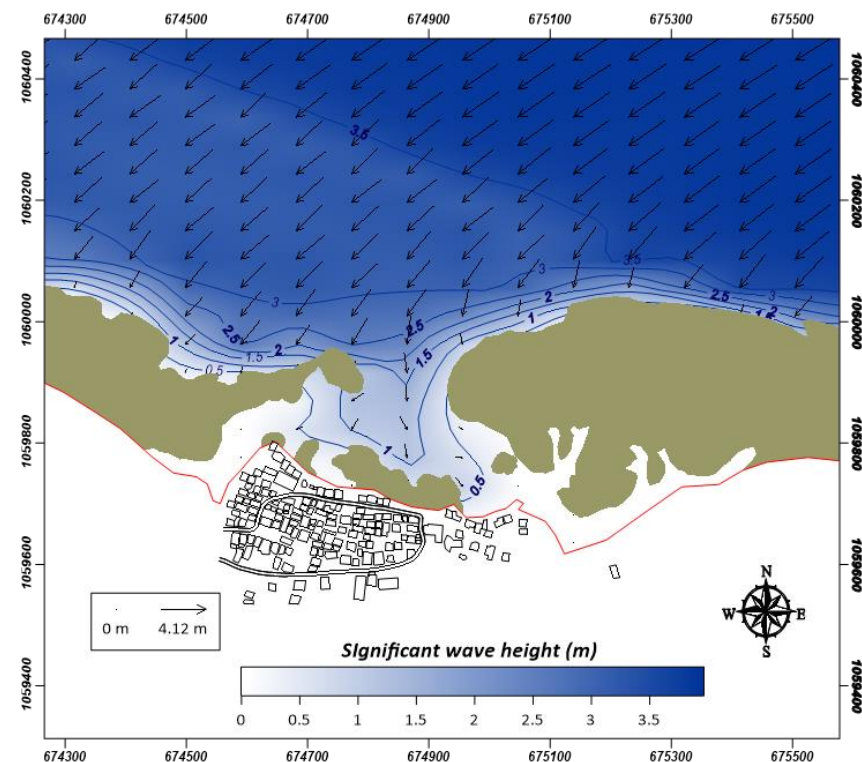
Rosa de oleaje para rumbos de interés. Boya 42058, periodo de medición 2005 - 2021

Régimen hidrometeorológico

Parámetro	Escenarios (Olas)		
	Habitual		Olas de tormenta
Altura Significante (Hs)	1.7 m		4.1 m
Periodo Pico (Tp)	7 s		12 s
Rumbos	NE	N ENE	NE N ENE



Oleaje habitual, dirección ENE



Oleaje extremal, dirección ENE

Estrategia para la recuperación y protección del sector costero de viento frío

Medidas de ordenamiento y adaptación:

- ✓ Avanzar en la eliminación de las instalaciones ubicadas en la primera línea de costa.
- ✓ Eliminar los drenajes pluviales a la playa
- ✓ Eliminar totalmente la extracción de arena de la playa

Estas soluciones, aunque necesarias para la estabilidad de la playa, no pueden ser aplicadas de manera inmediata. Antes se deberá crear un programa de manejo costero y de creación de conciencia ambiental, teniendo en cuenta que la ejecución de un proyecto o la toma de medidas para el mejoramiento de la playa debe ser siempre una acción que contribuya a elevar el nivel de vida de la población.

Estrategia para la recuperación y protección del sector costero de viento frío

Soluciones de ingeniería:

- Soluciones duras. (No son viables e innecesarias para este sector costero)
- Soluciones blandas. (Alimentación Artificial de Arena)

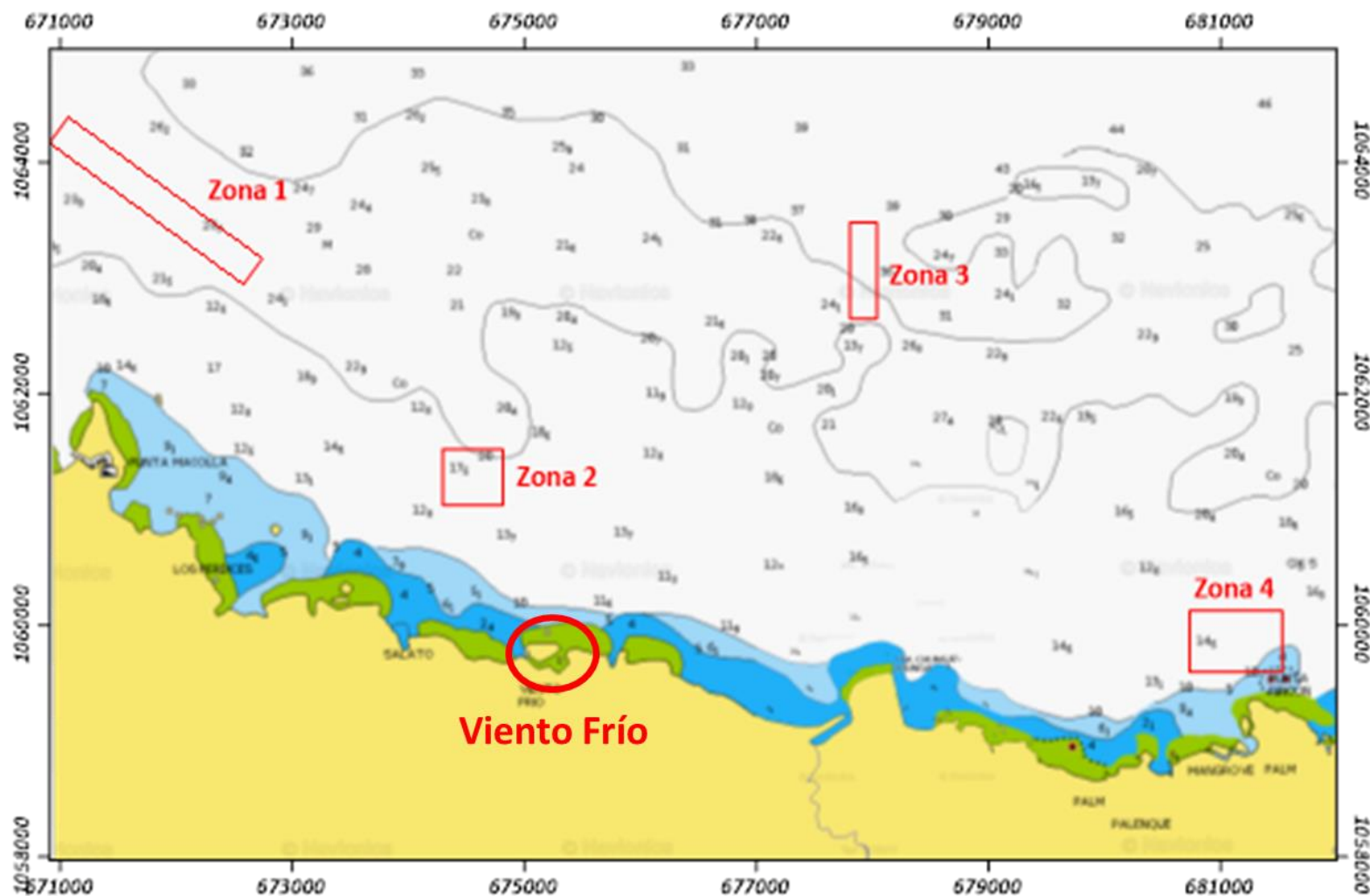
Ventajas de la Alimentación Artificial de Arena:

- Rápida restauración del perfil sin introducir nuevas estructuras en la zona costera
- Su aplicación no compromete la introducción de otras medidas en el futuro
- Por ser una pequeña playa protegida de manera natural, con la aplicación de esta solución, es de esperar una alta efectividad y durabilidad en el tiempo.

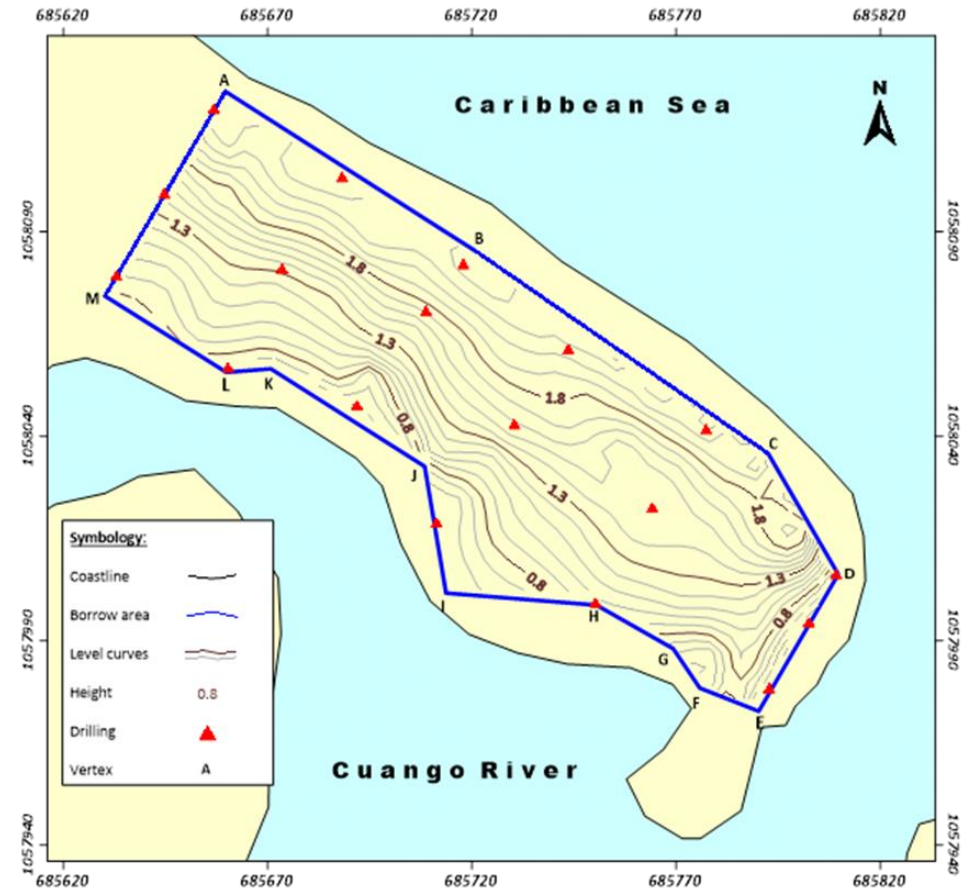
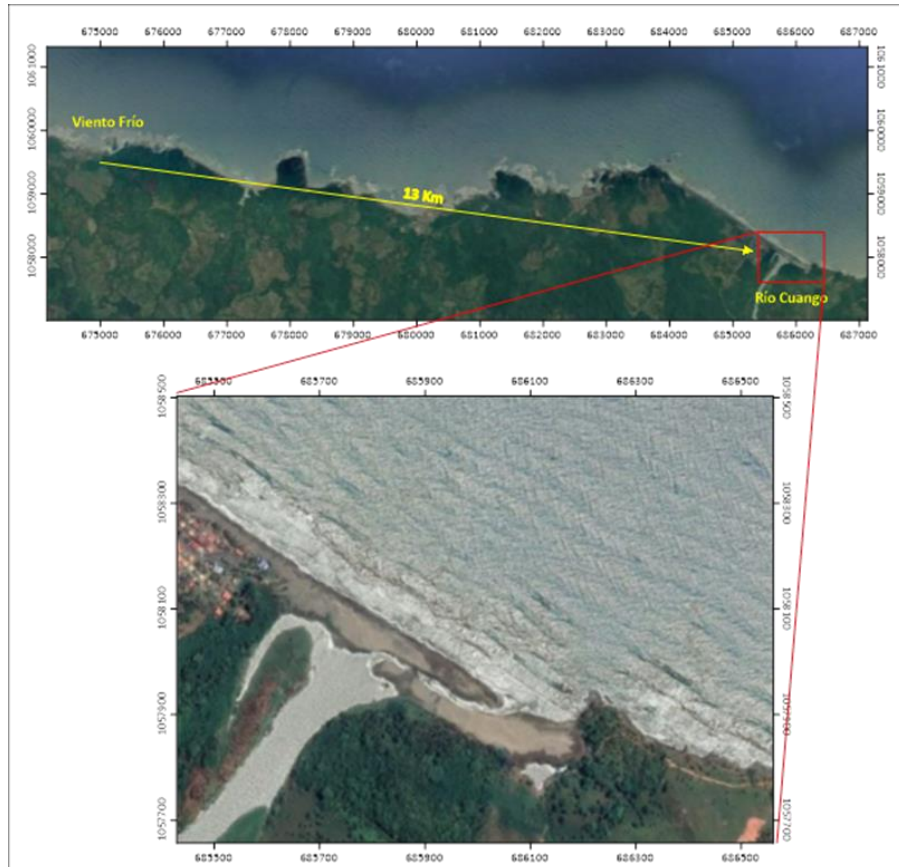
Alimentación Artificial de Arena

Zona de préstamo

Áreas exploradas en la plataforma submarina para la localización de zonas de préstamo



Alimentación Artificial de Arena Zona de préstamo



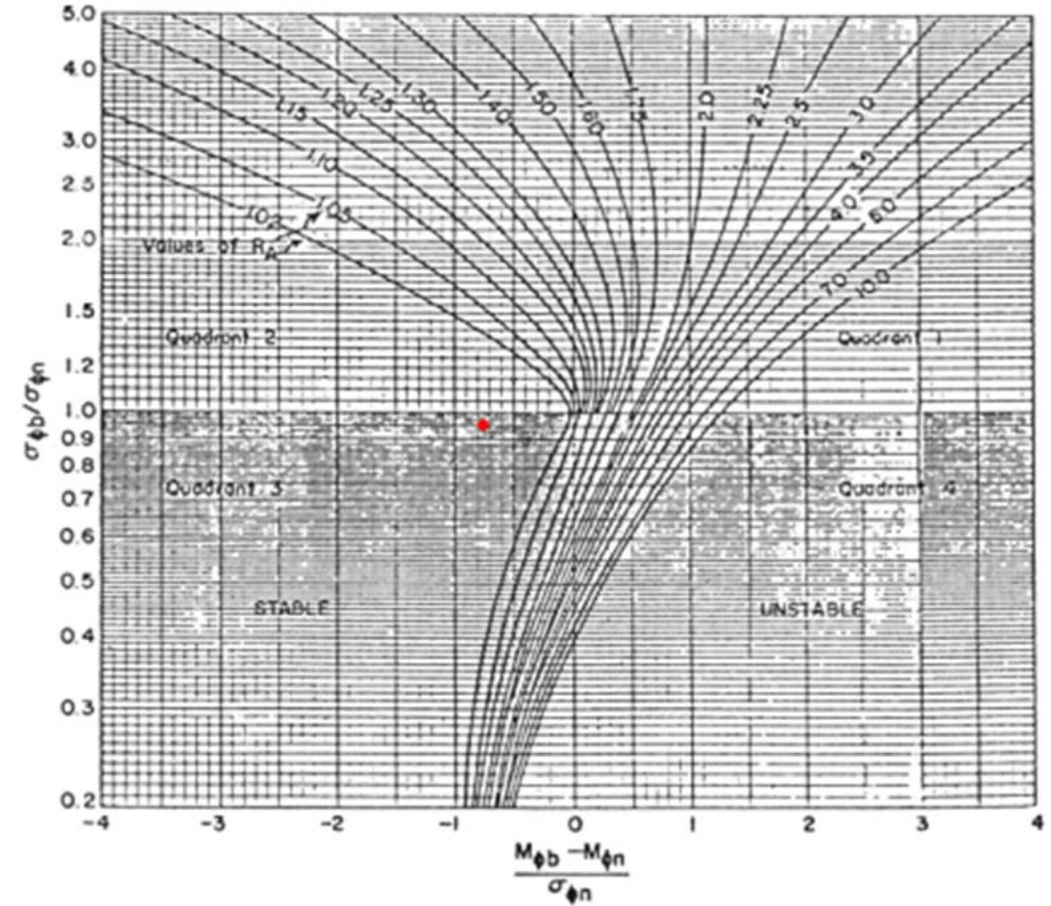
- Área: 10 730 m²
- Volumen disponible hasta 1.60 m: 17 168 m³

- Arena de origen terrígeno
- Granulometría, arena gruesa (0.51 mm)

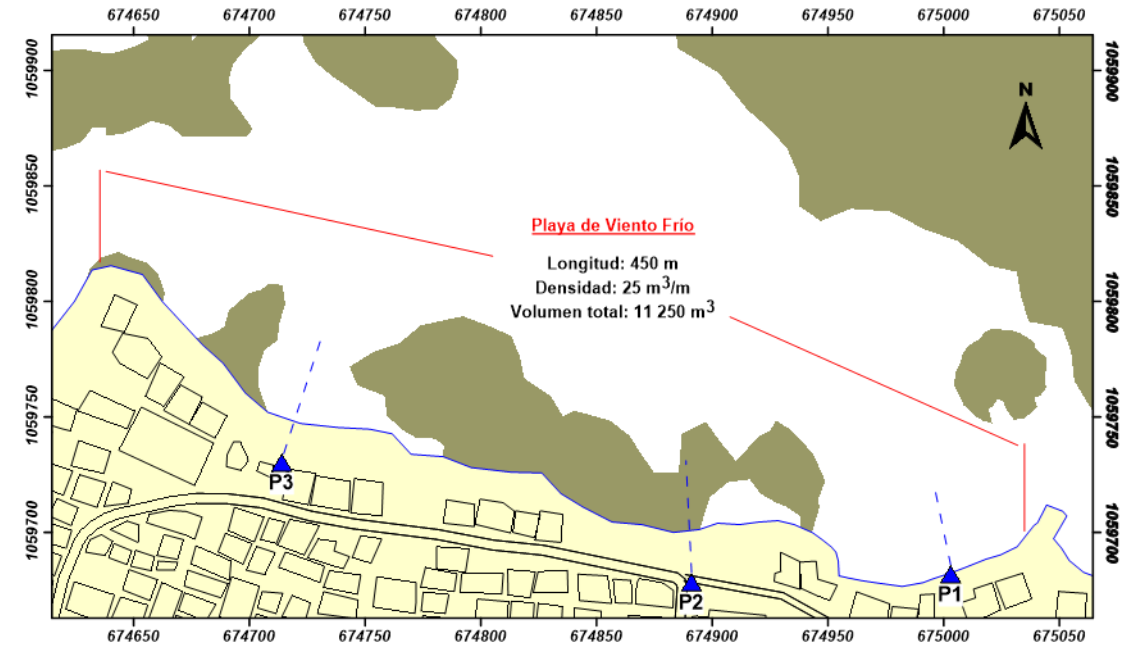
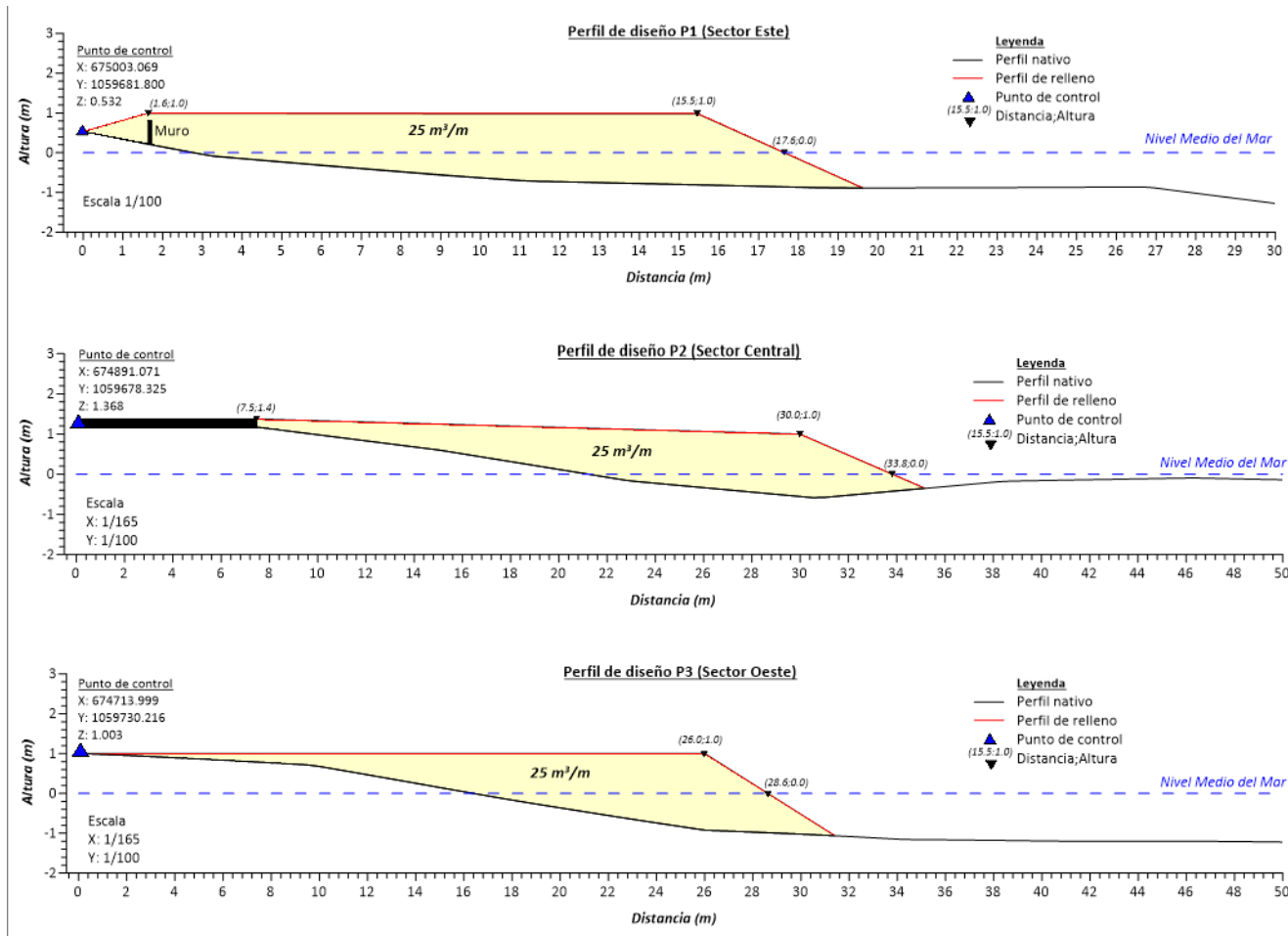
Alimentación Artificial de Arena Idoneidad de la arena

Muestra Tipo de la Playa				Muestra Tipo de la Zona de Préstamo			
M (mm)	M (ϕ)	Desv Stand (ϕ)	Clasif.	M (mm)	M (ϕ)	Desv Stand (ϕ)	Clasif.
0.19	1.639	1.232	A. Fina	0.51	0.725	1.178	A. Gruesa

Al aplicarse la metodología propuesta por James (1984), se obtiene un factor de sobrerrelleno $R_a = 1.00$, lo cual indica que no serán necesarios aportes adicionales por incompatibilidad de la arena.



Alimentación Artificial de Arena Cálculo del volumen de arena



Longitud de la playa: 450 m
Densidad: 25 m³/m
Volumen total a verter: 11 250 m³

Alimentación Artificial de Arena Ejecución y costo estimado

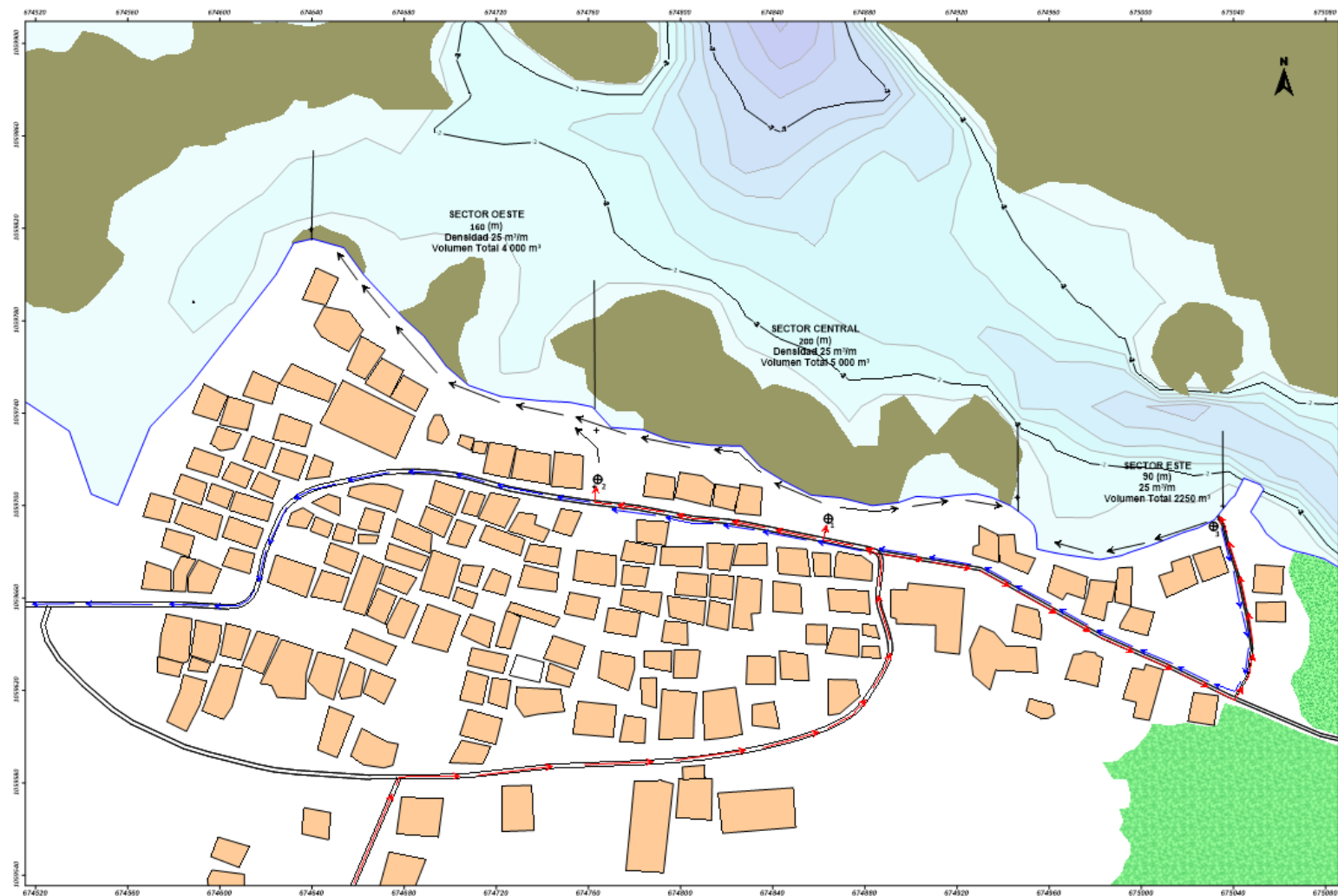
Etapas de ejecución:

1. Acondicionamiento de la playa y preparación de los trabajos
2. Transporte y depósito de la arena
3. Conformación del perfil de diseño

Tiempo de ejecución estimado: 20 días

Costo estimado

905 000.00 USD

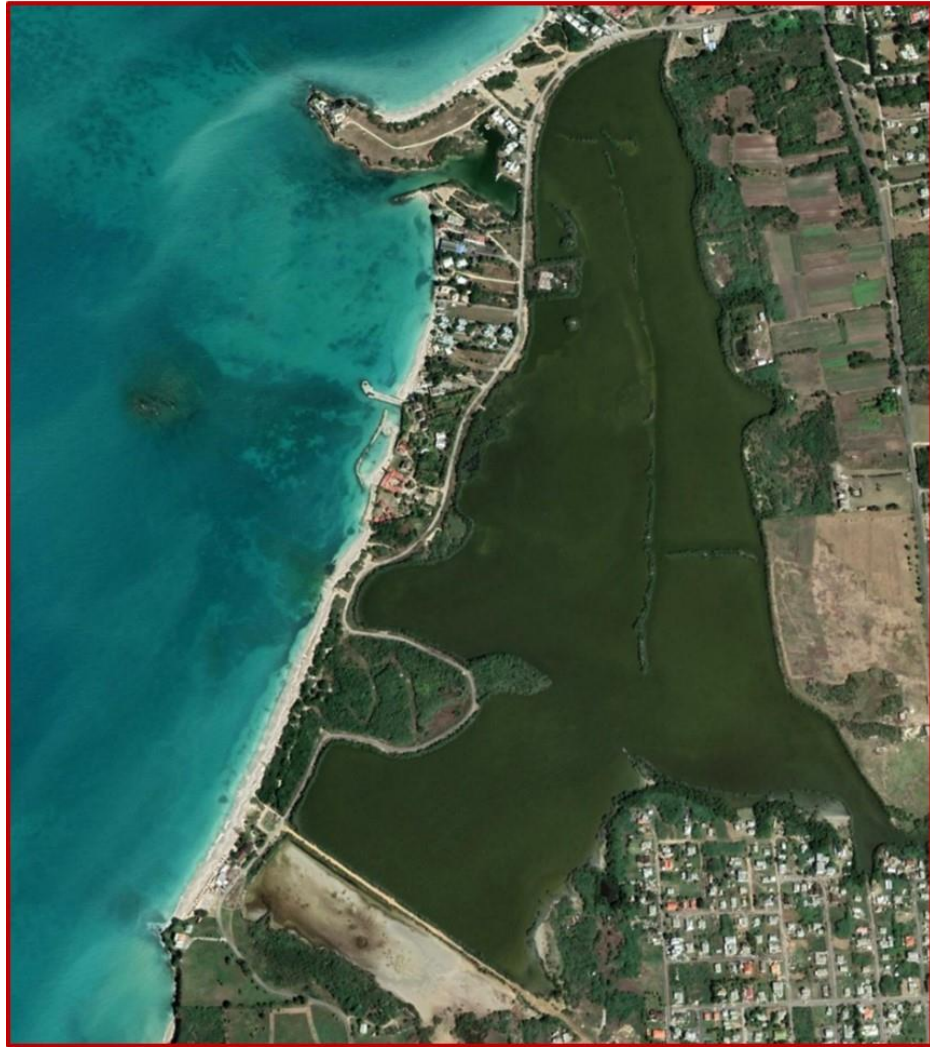


Rehabilitation Project for Runaway Bay Beach Antigua and Barbuda

Participants:

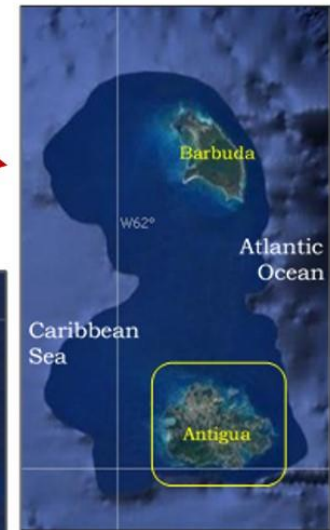
Pavel Morales. BSc.
Leonel Peña. MSc.
Adrián Niévares. BSc.
Linnet Busutil. MSc.
Miguel Felipe. Tech.





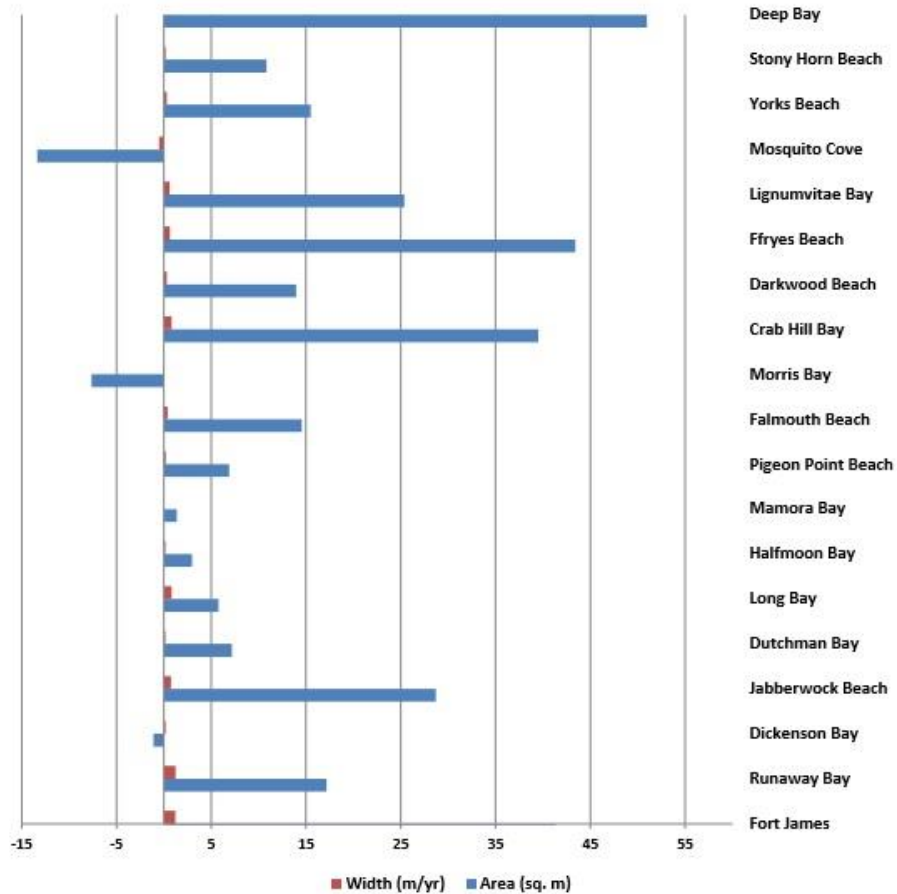
RUNAWAY BAY BEACH

ANTIGUA AND BARBUDA

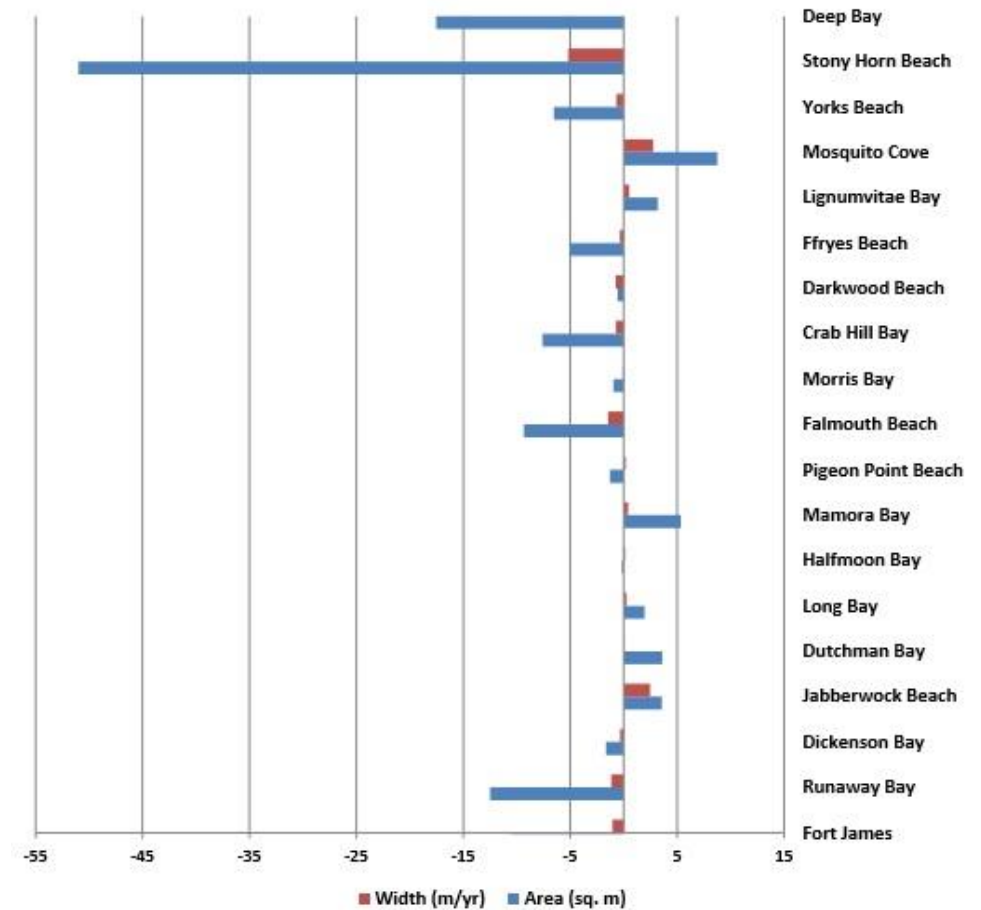


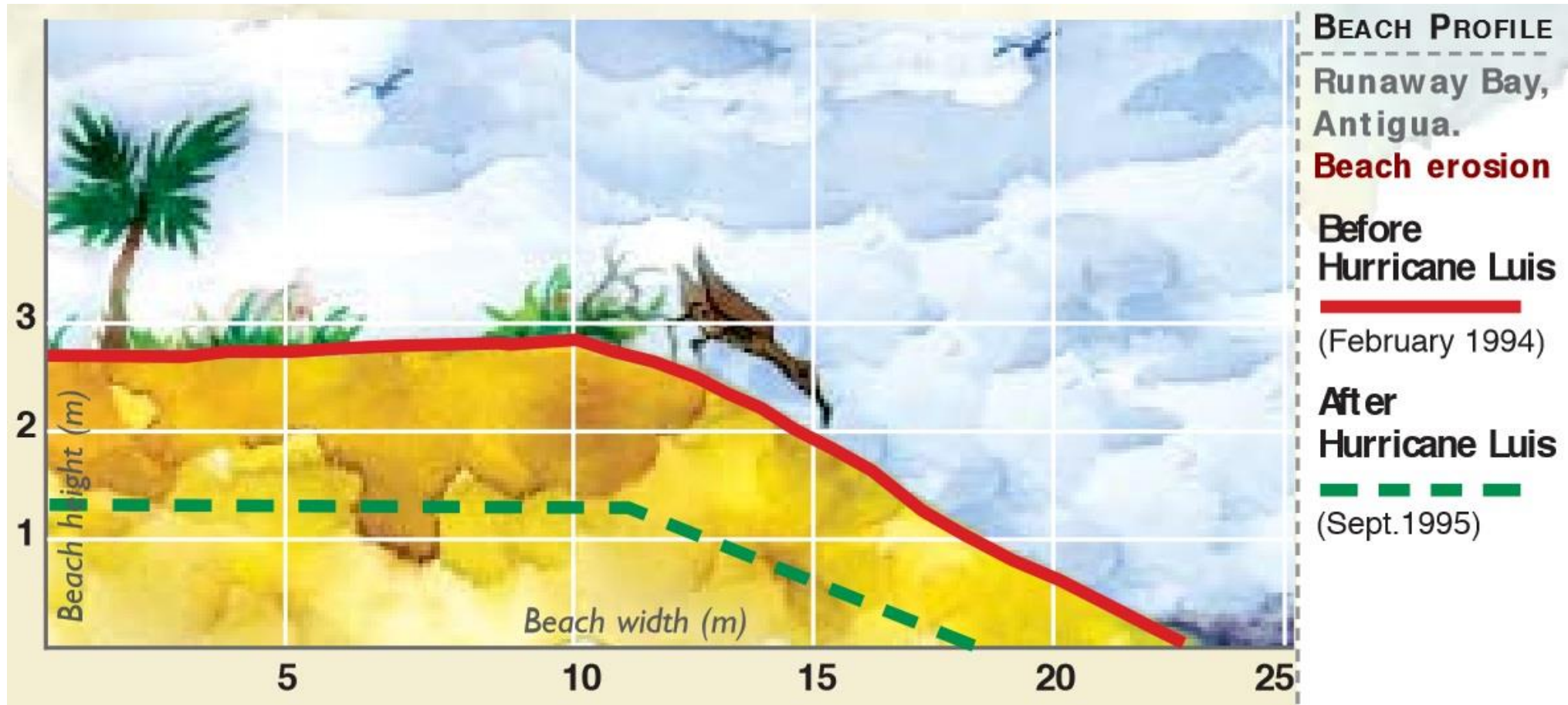
Antecedents of the Erosive Process

ANTIGUA BEACHES
Change in Profile Area and Width:
1995 - 2015



ANTIGUA
Change in Profile Area and Width: 2009 - 2015





Hurricane Luis Effect (Category 4, 1995)



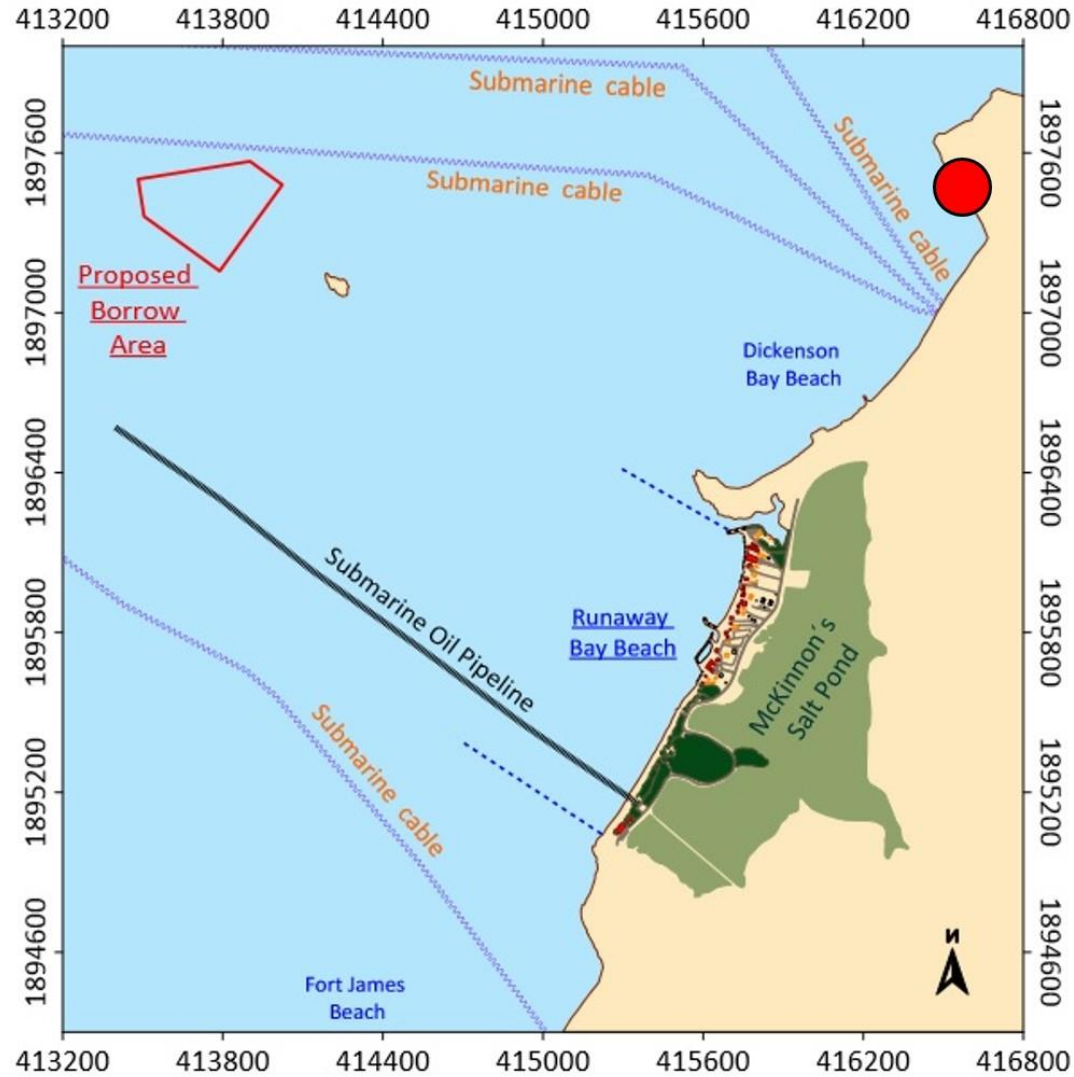
BEFORE (Photo: Dr. Cambers)



AFTER (Photo: Dr. Cambers)

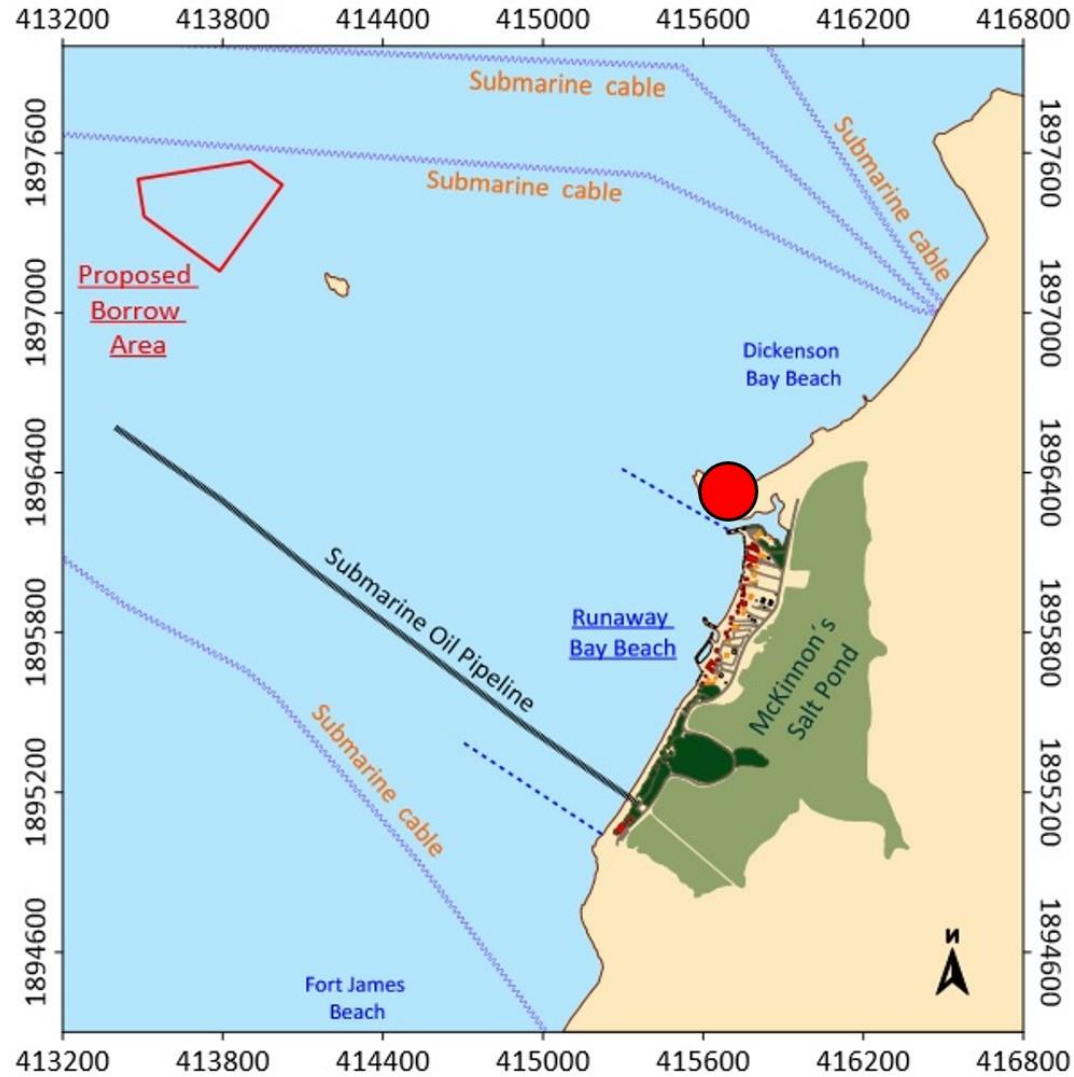


During Fieldworks (April 2022)



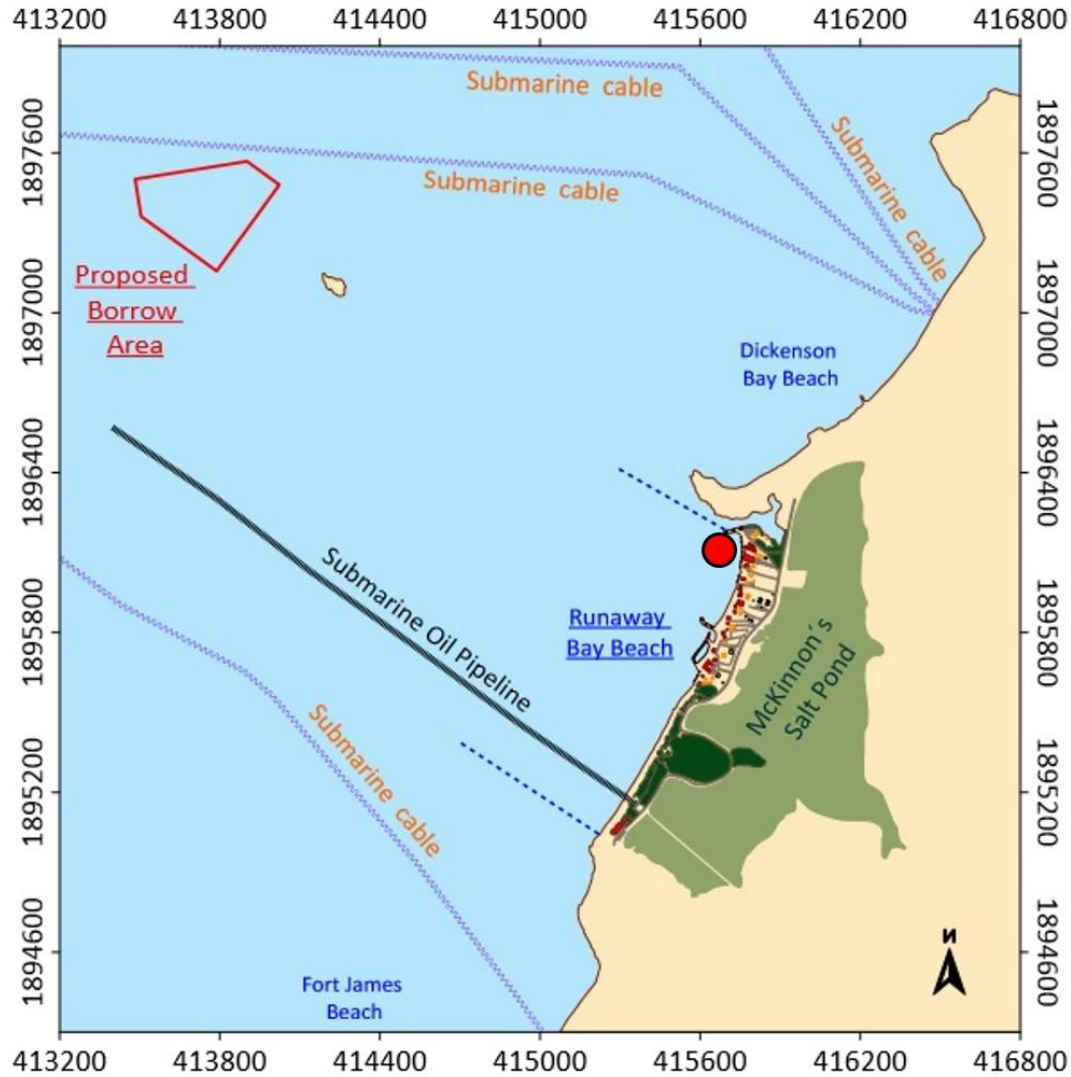
Mean Elements on the Coastal Zone



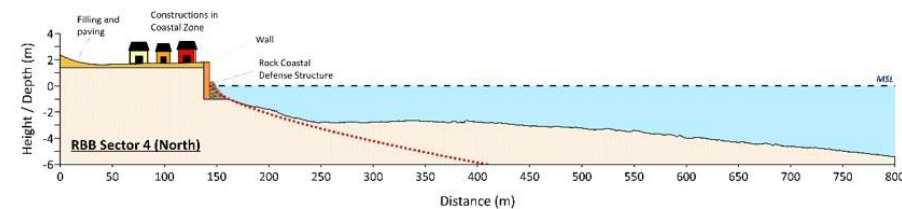


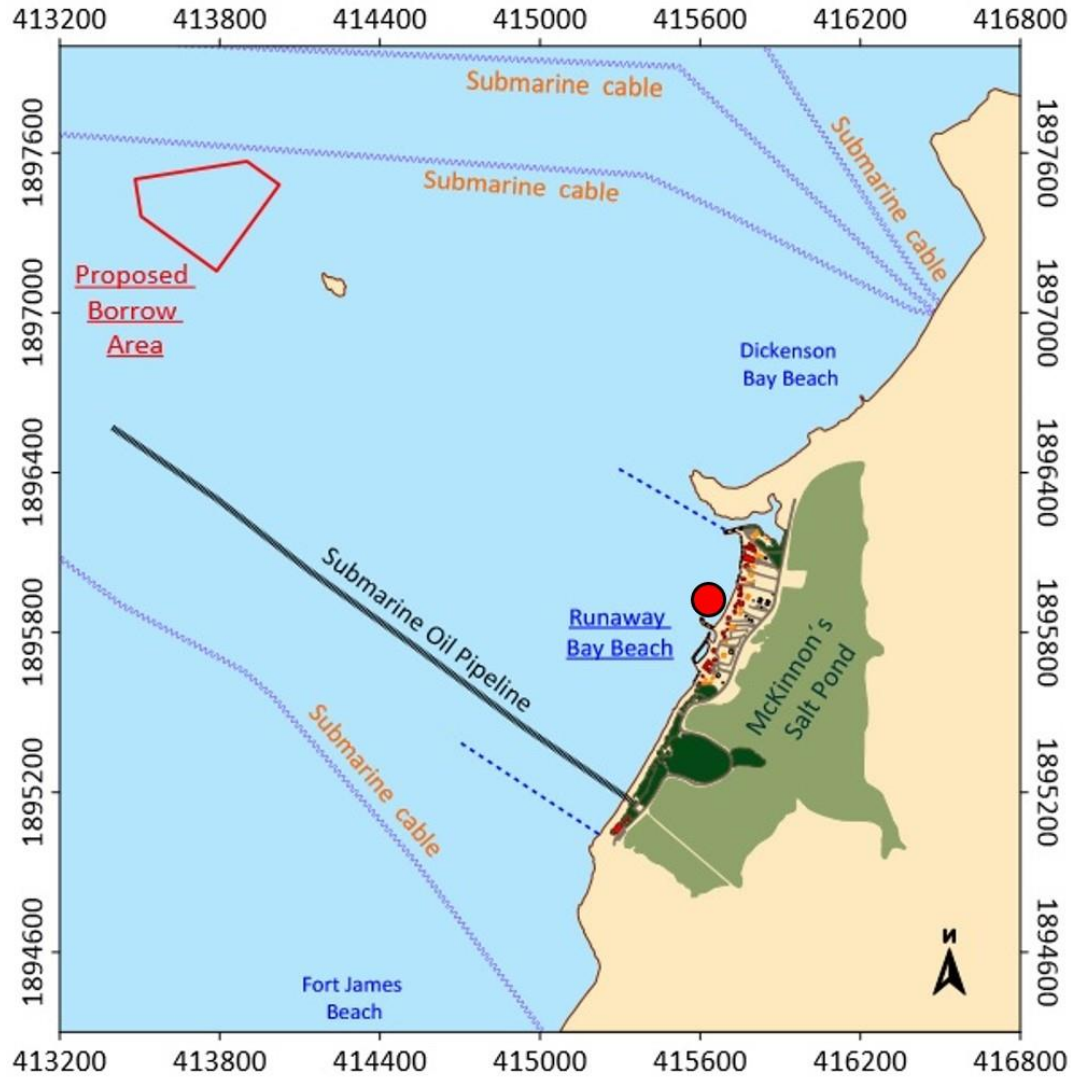
Mean Elements on the Coastal Zone



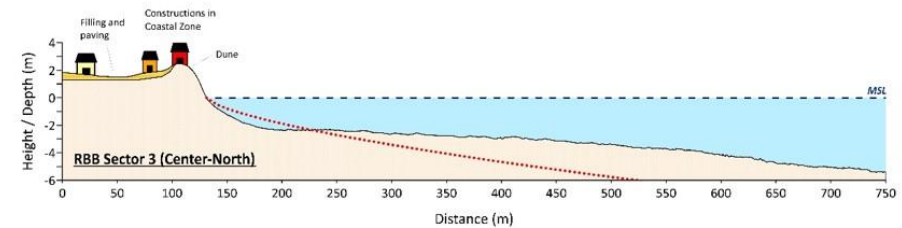


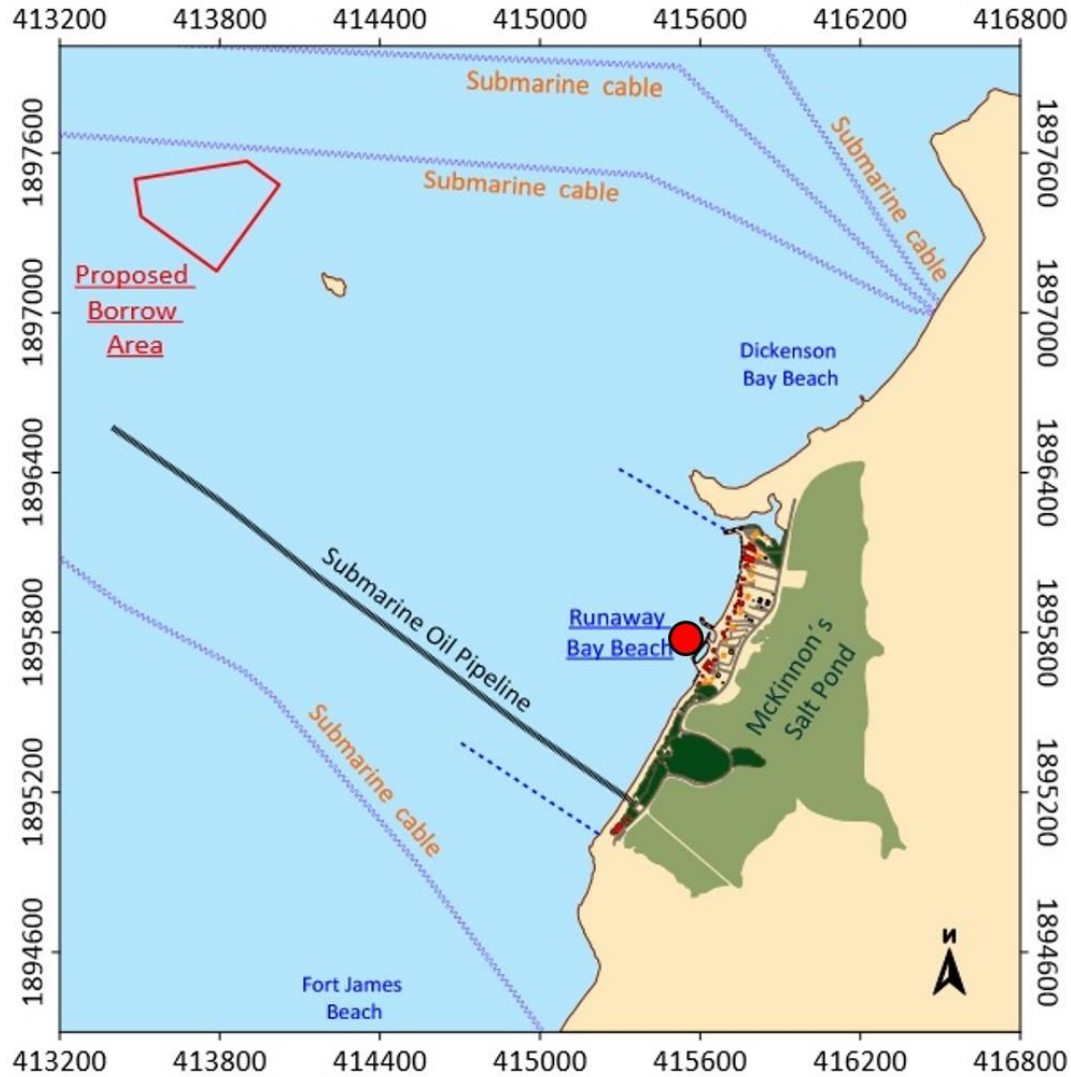
Mean Elements on the Coastal Zone



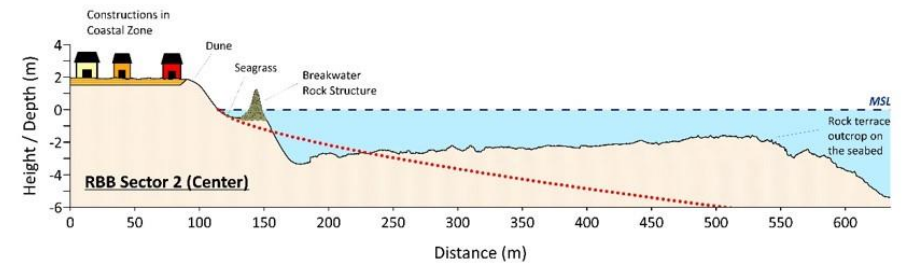


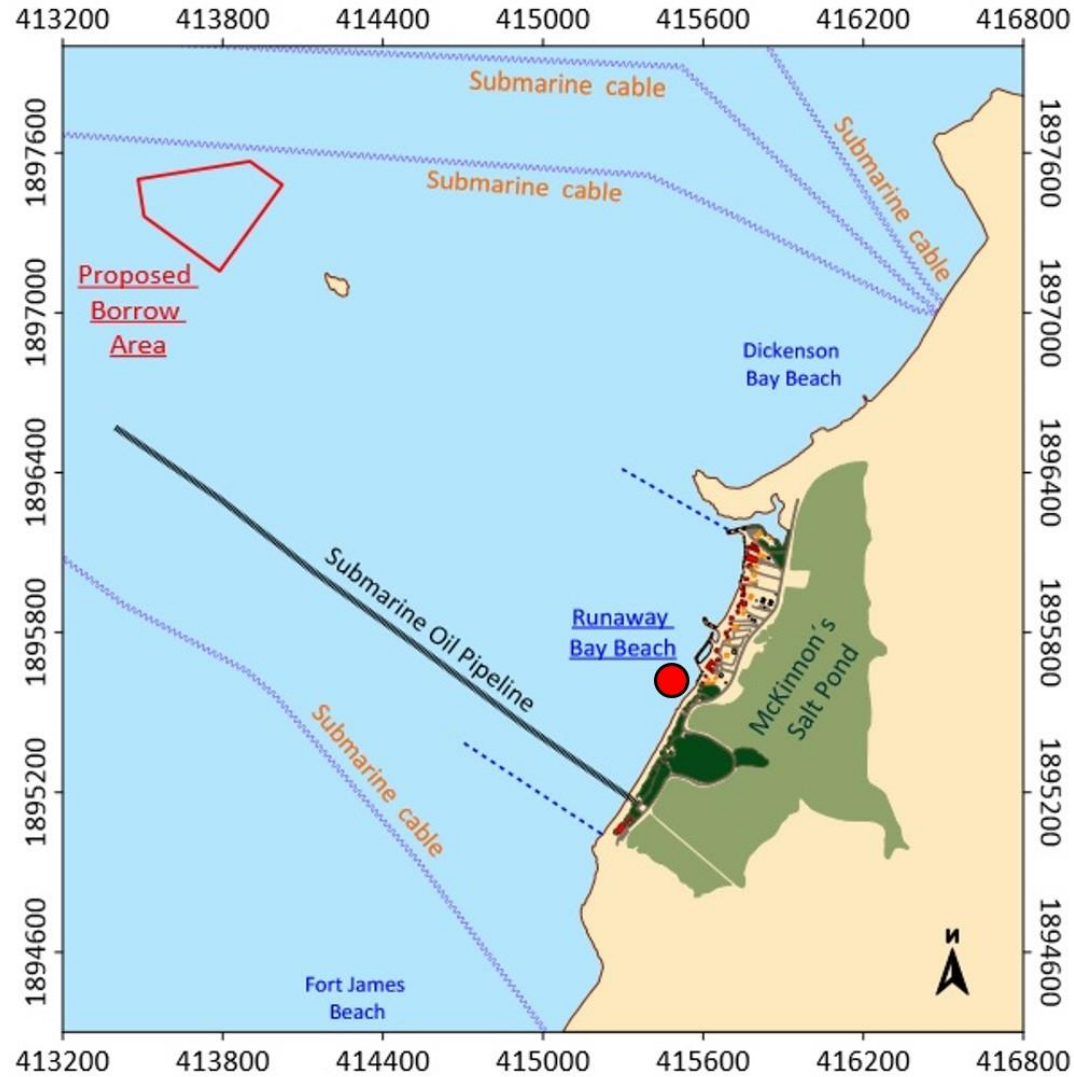
Mean Elements on the Coastal Zone



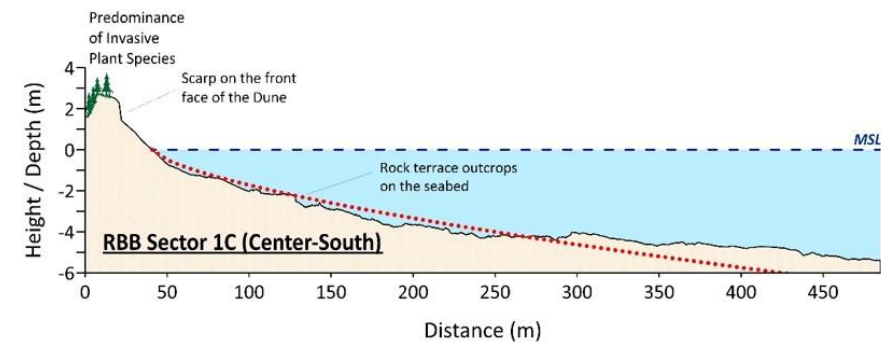


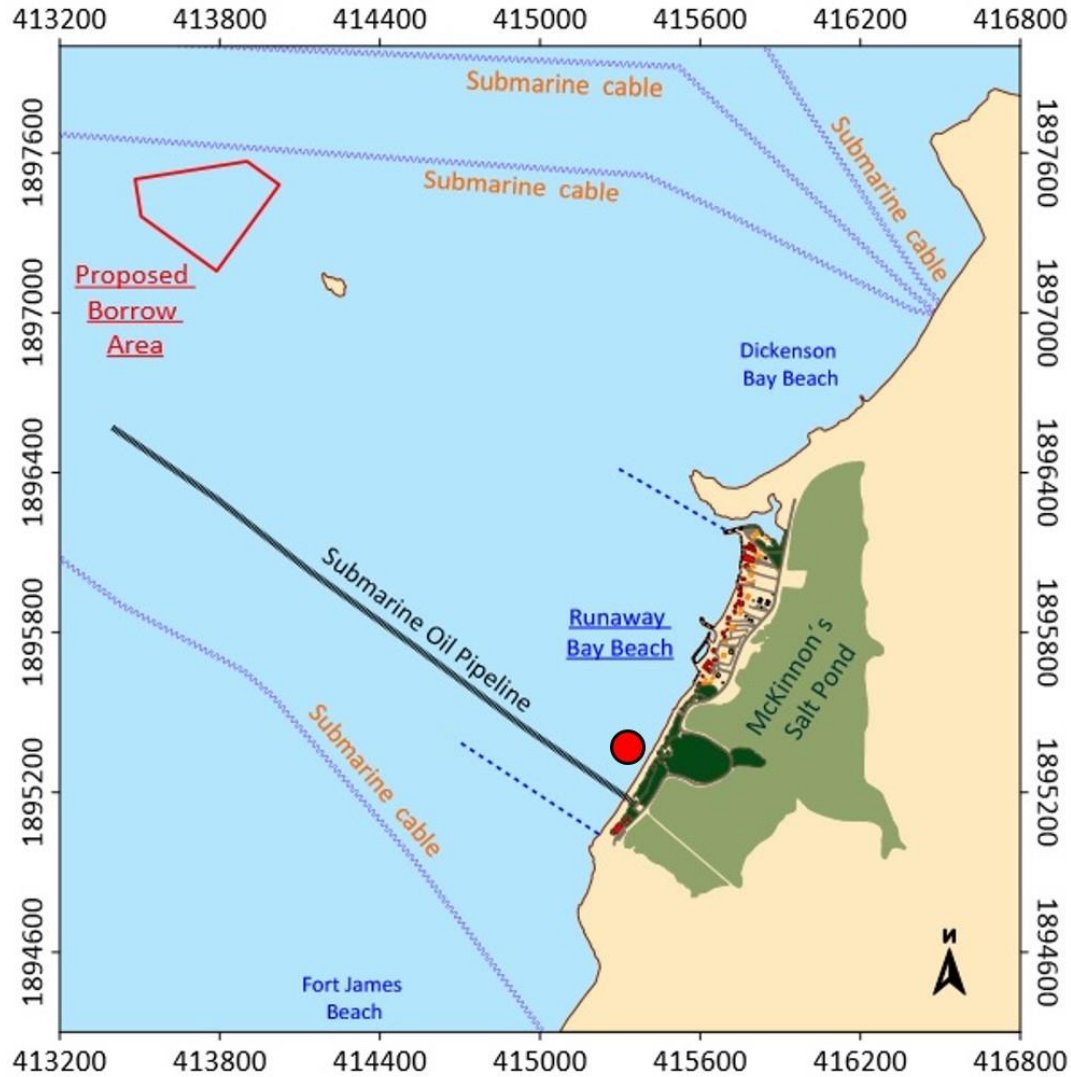
Mean Elements on the Coastal Zone



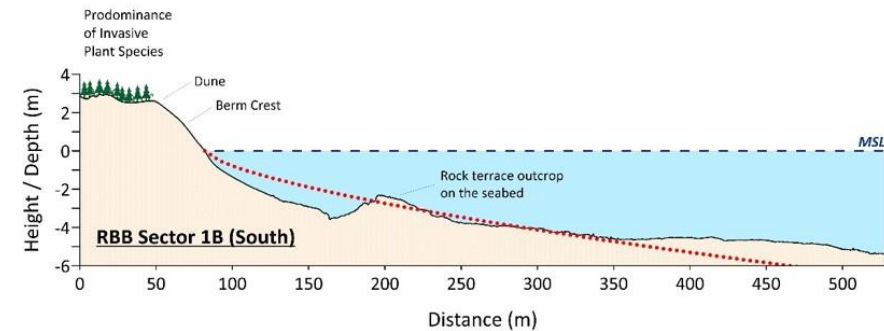


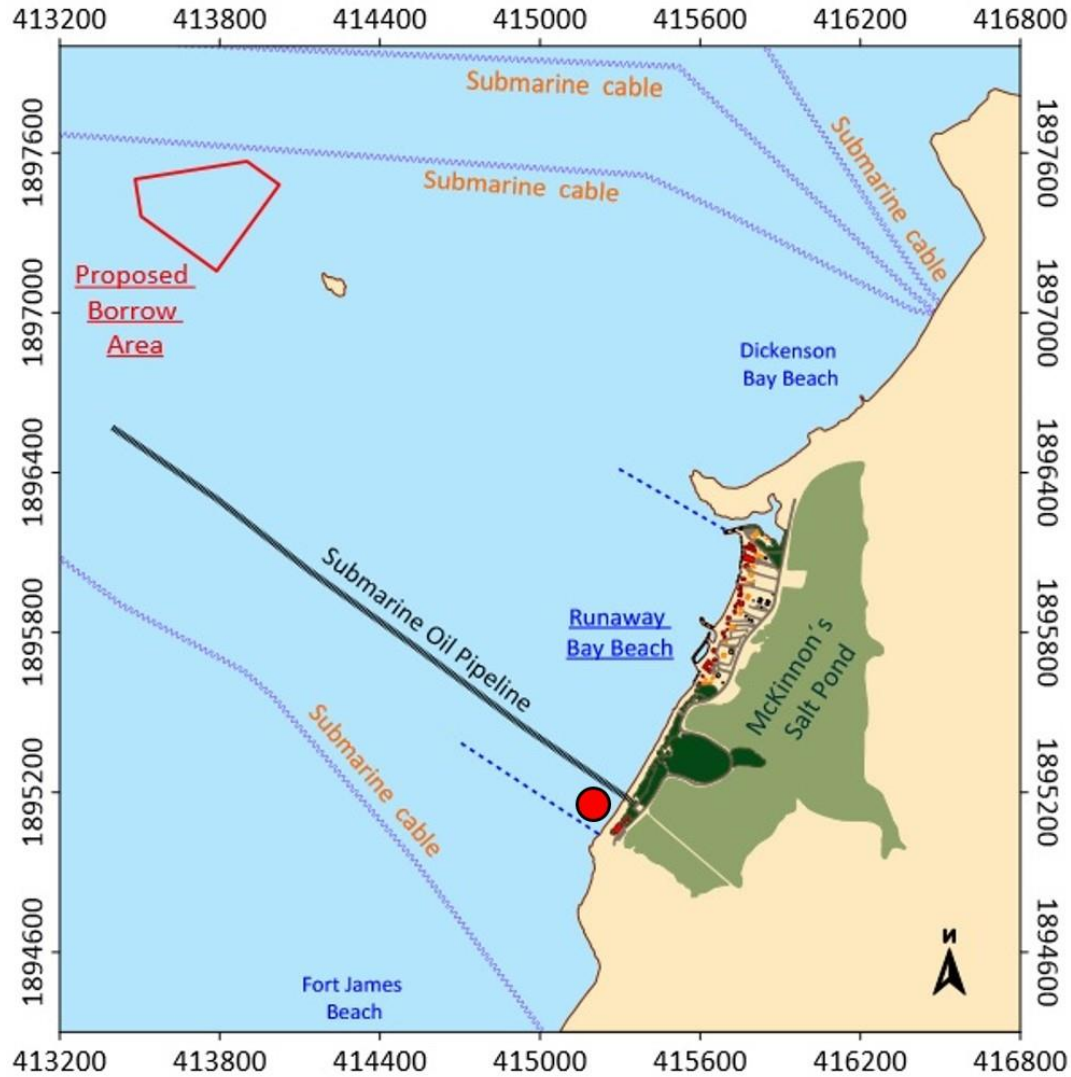
Mean Elements on the Coastal Zone



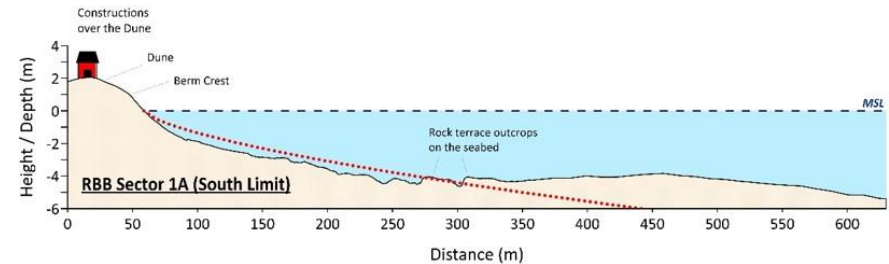


Mean Elements on the Coastal Zone





Mean Elements on the Coastal Zone

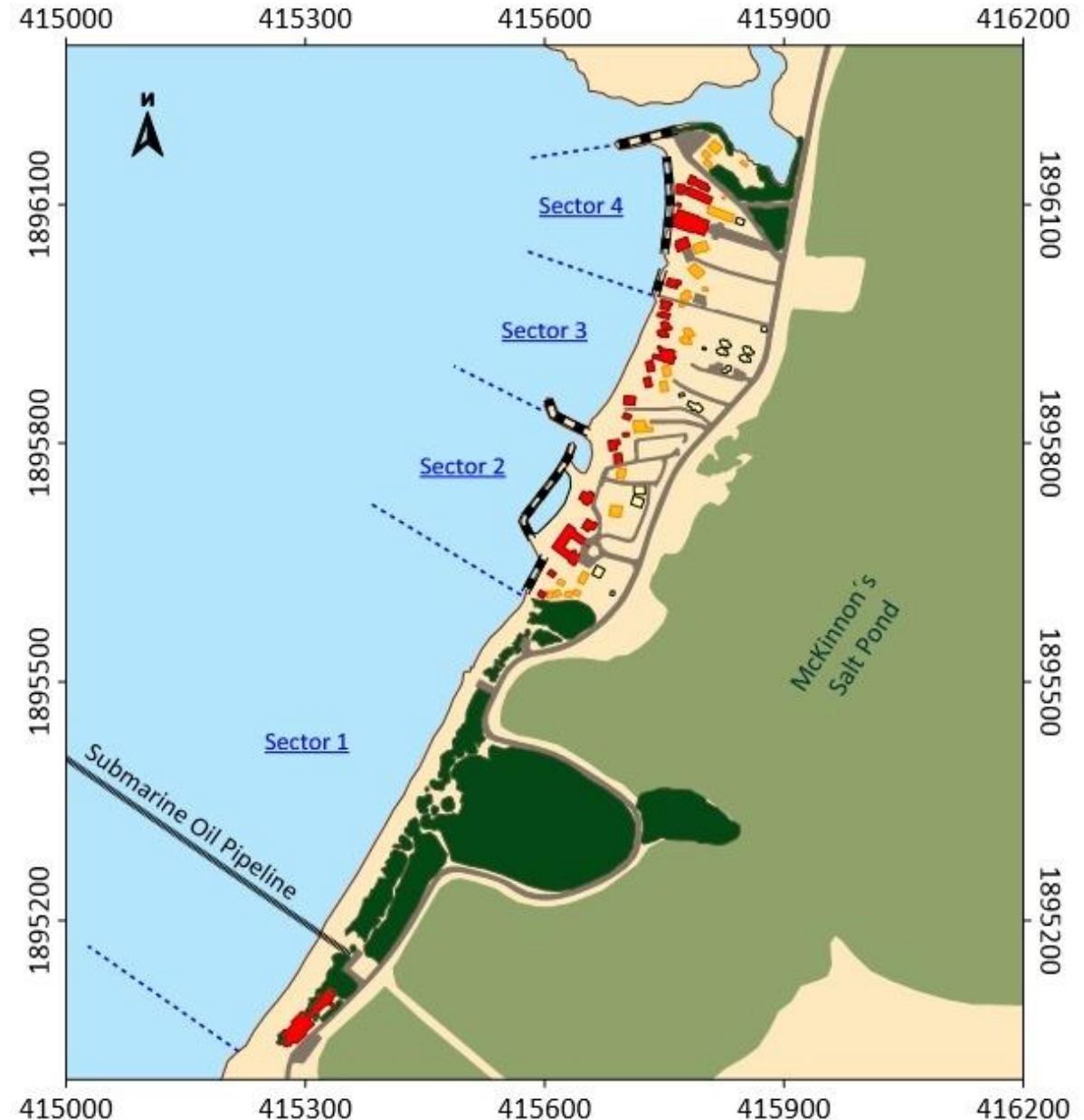


Beach Sectorization

Sector 2: Completely "protected" by rocky structures as breakwaters and revetments. It ends in a groyne as a dock, located to the North.

Sector 3: Sandy beach supported to the South, in the groyne (dock). Some dune sectors are preserved, but it is largely anthropized.

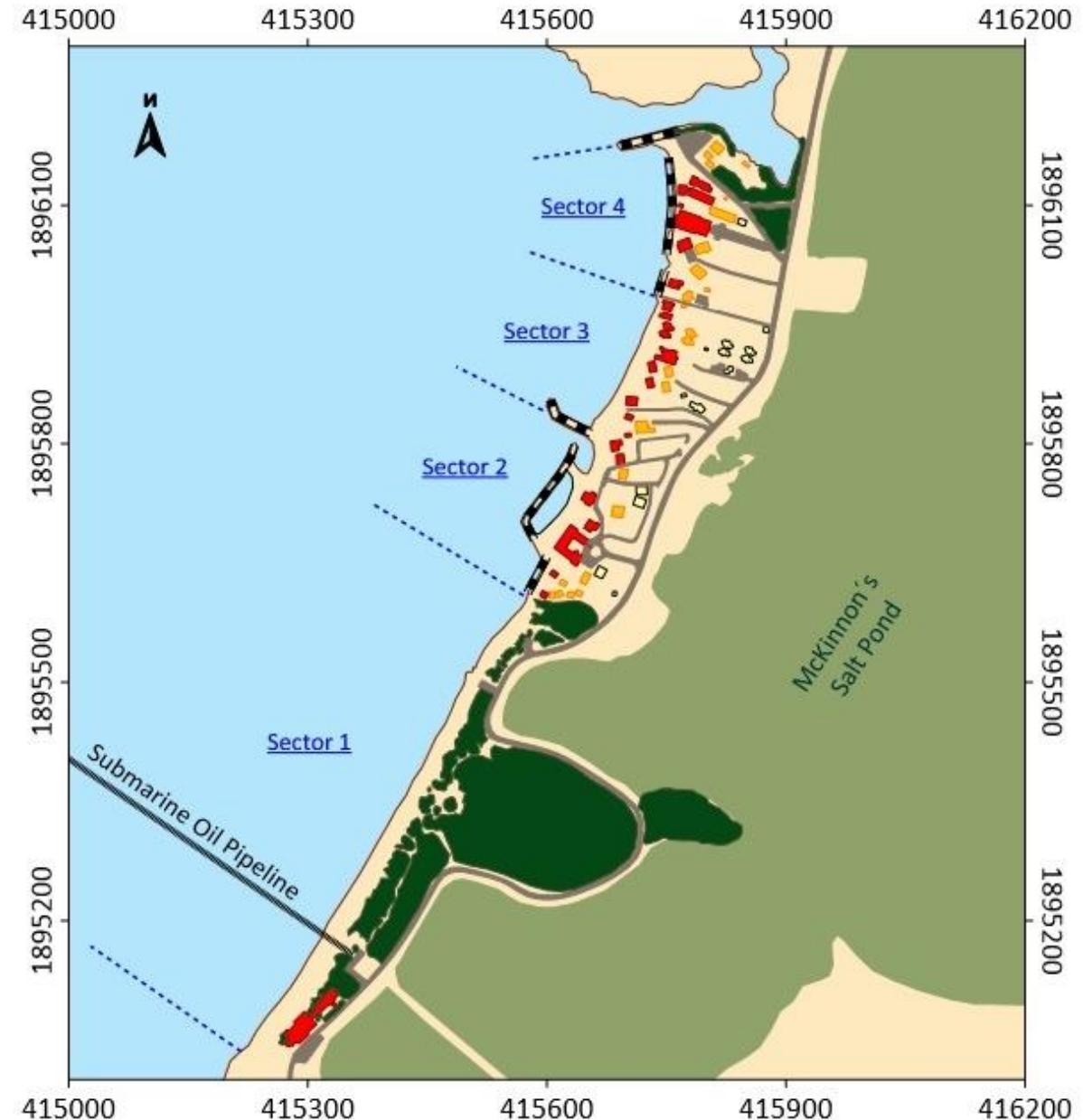
Sector 4: Northern end where the emerged beach has been lost almost in its entirety. Highly anthropized.



Beach Sectorization

Sector 1: Less anthropized:

- Southern Zone: More cumulative despite the dune being occupied by constructions.
- Central Zone: Better preserved dune, although with a high degree of invasive species coverage.
- Northern Zone: Narrow strip of sun with rocky outcrops.



Results of Grain Size Analysis

Samples Runaway Bay Beach	Percentiles		M		Statistics			Classification
	D50	D90	(mm)	(\emptyset)	Standard Dev. (\emptyset)	Asymmetry	Kurtosis	
RBB 1	0.181	0.339	0.182	2.455	0.561	-0.090	3.357	Fine Sand
RBB 2	0.178	0.307	0.182	2.457	0.606	-1.499	10.127	Fine Sand
RBB 3	0.229	0.426	0.235	2.089	0.535	-0.009	1.934	Fine Sand
RBB 4	0.208	0.491	0.231	2.113	0.806	-1.052	4.600	Fine Sand
RBB 5	0.333	0.498	0.328	1.609	0.726	-0.849	8.388	Medium Sand
RBB 6	0.177	0.337	0.182	2.460	0.642	-0.970	5.987	Fine Sand
RBB 7	0.160	0.254	0.157	2.673	0.606	-0.305	3.575	Fine Sand
RBB 8	0.189	0.380	0.200	2.319	0.606	-1.380	6.926	Fine Sand
RBB 9	0.580	2.251	0.647	0.629	1.306	-0.176	2.361	Coarse Sand
<i>TS RB North</i>	0.580	2.251	0.647	0.629	1.306	-0.176	2.361	Coarse Sand
<i>TS RB Center</i>	0.192	0.383	0.198	2.334	0.594	-0.512	4.969	Fine Sand
<i>TS RB South</i>	0.200	0.440	0.212	2.235	0.772	-0.884	5.289	Fine Sand

Results of Sand Composition Analysis

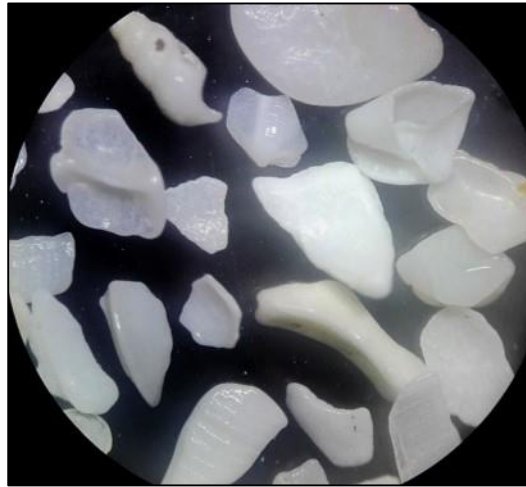
Composition of Sand Samples from Runaway Bay Beach						
Sand Sample	Calcareous Algae (%)	Mollusks (%)	Foraminifera (%)	Bioclasts (%)	Inorganic Remains (%)	Other groups (%)
RB 1	70.8	17.7	2.7	7.5	0.5	0.7
RB 2	74.3	13.4	2.0	7.9	2.0	0.3
RB 3	65.3	21.0	4.2	7.7	1.0	0.8
RB 4	70.7	14.2	4.2	5.6	5.0	0.3
RB 5	71.4	14.6	4.2	4.8	4.1	0.8
RB 6	73.6	15.5	2.4	5.1	2.9	0.5
RB 7	72.9	12.4	4.7	5.9	3.1	1.0
RB 8	78.2	10.8	2.0	4.1	4.1	0.8
RB 9	68.4	15.5	3.0	4.6	7.8	0.6

Runaway Bay Beach

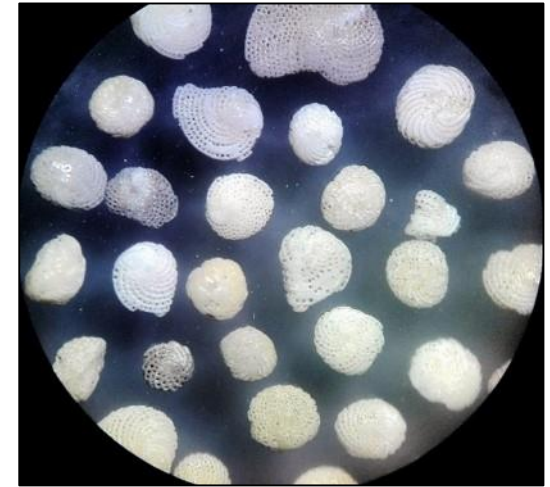
Biogenic Sand Components at the Microscope



Calcareous Algae (71.7 %)



Mollusks (15.0 %)



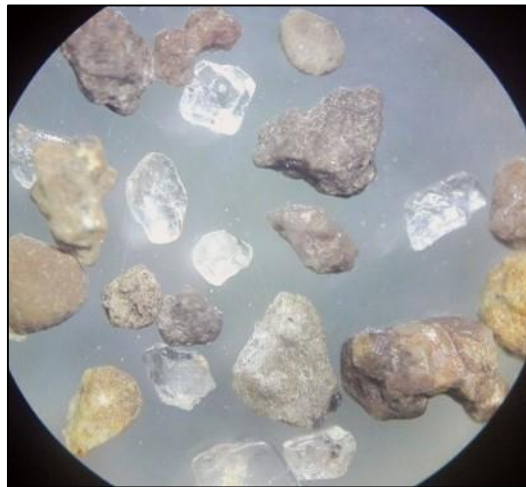
Foraminifera (3.3 %)

Runaway Bay Beach

Inorganic Sand Components at the Microscope



Cliff at the Northern Limit of
Dickenson Bay Beach



Minerals (3.4 %)



Corbison Point Ledge at the
Northern Limit of Runaway Bay

Land Works



RTK GPS System for
Topographic Surveying



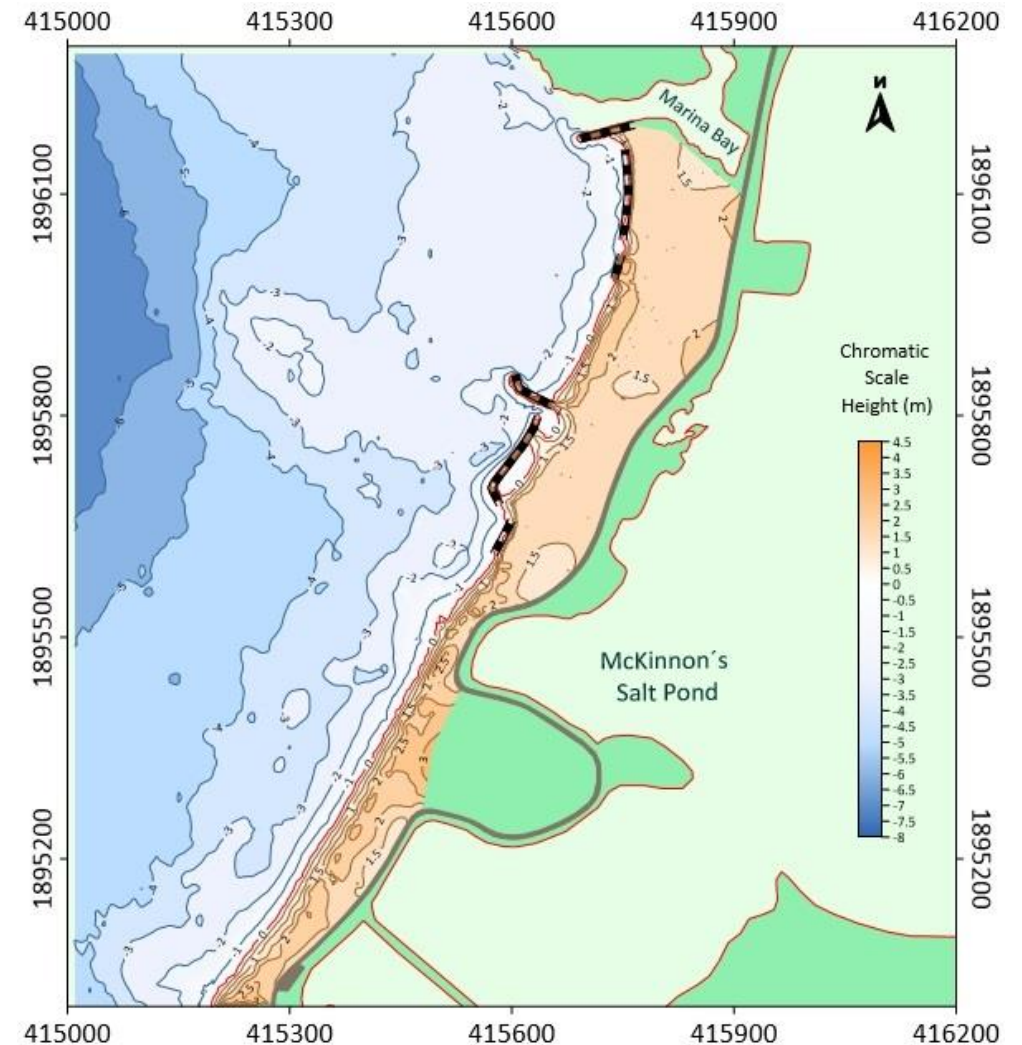
Total Station for Topographic
Surveying in shallow waters



Drilling to check the
thickness of the sand layer

Topographic Surveying

- Surveying Area 170 000 m^2 .
- Measured Points 1 529.
- Inventory of the main anthropic and natural elements in the coastal zone.



Sea Works



Echo-Sounder for
Bathymetric Surveying



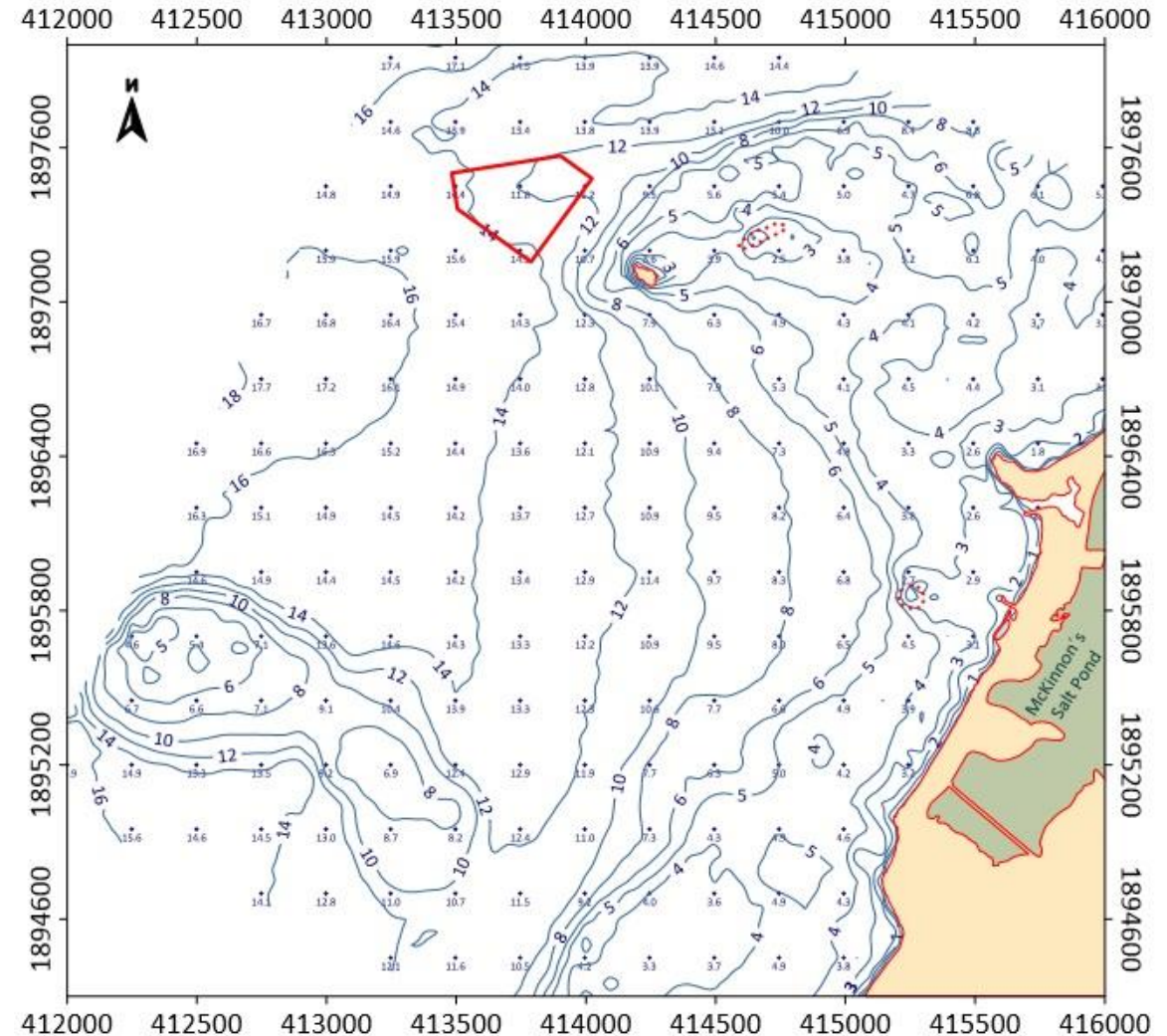
Echo-Sounder Installation



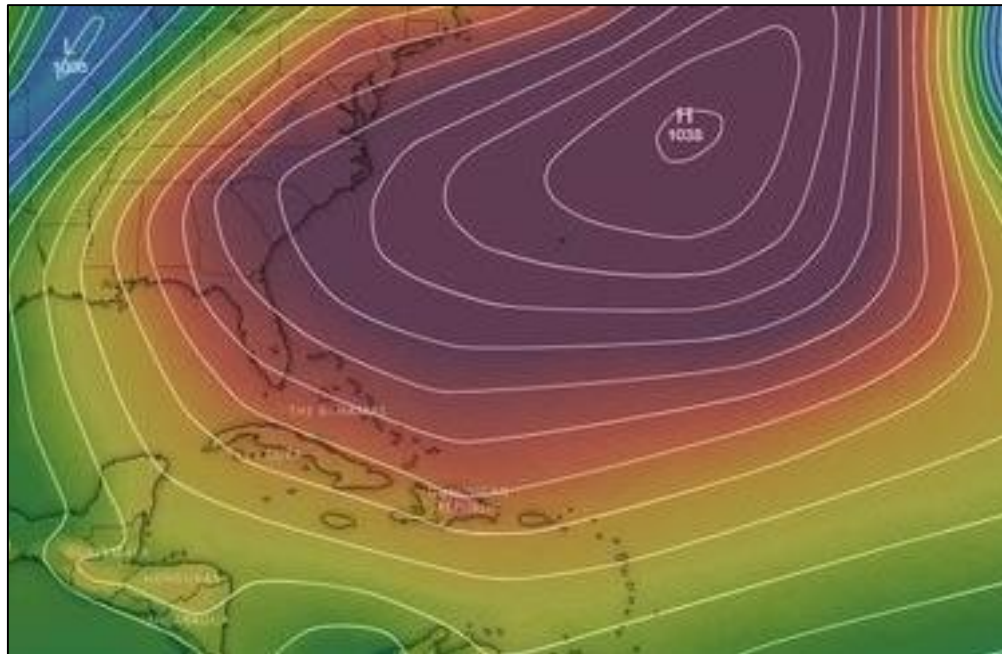
Diving looking for a
potential Borrow Area

Bathymetric Surveying

- Surveying Area 12.8 km^2 .
- Sounding profiles 86 (every 50 m; from the shoreline to depths of 20 m).
- Also 66 Dive Stations and 6 Diving Transects were carried out for reconnaissance, hand-drilling and sand sampling of the seabed.



Meteorological Factors that generate Winds and Waves



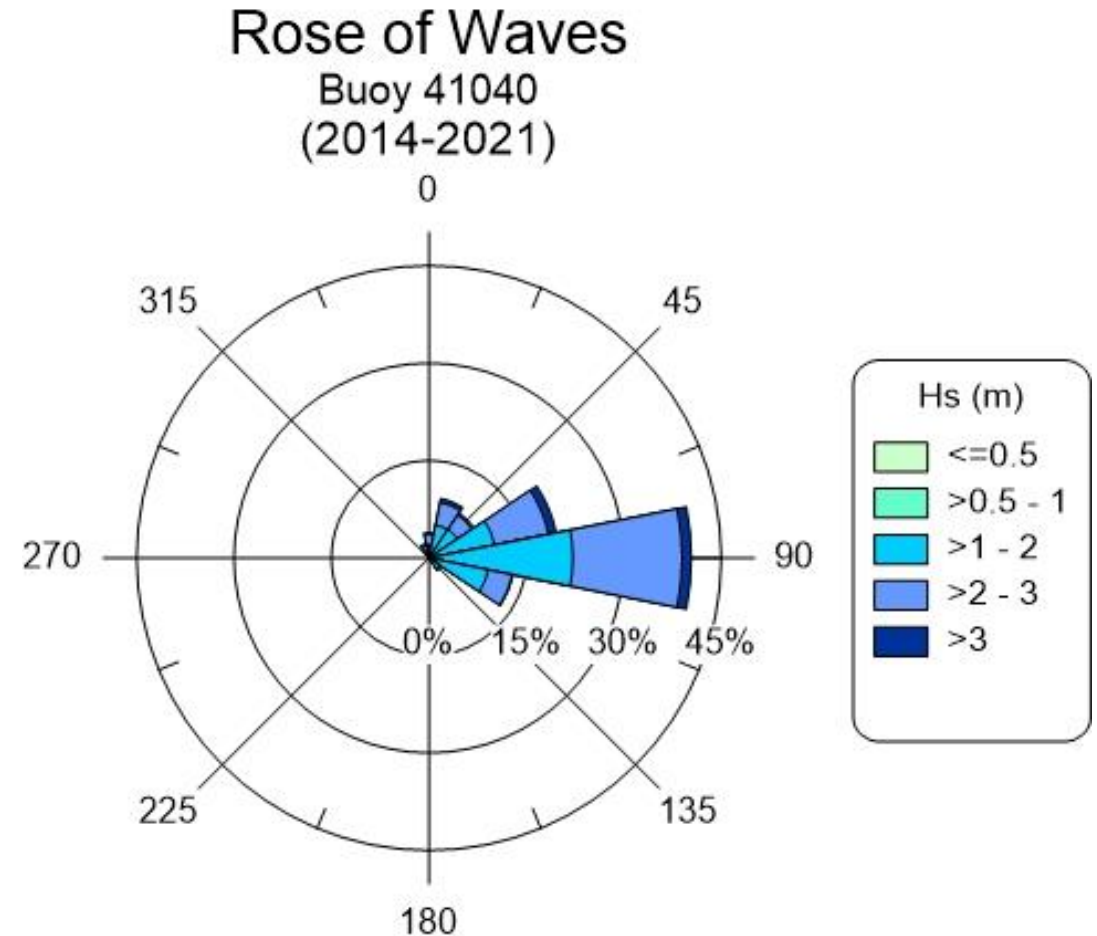
Mean Regime: North Atlantic
Subtropical High Pressure Centre



Extreme Regime: Tropical Cyclones

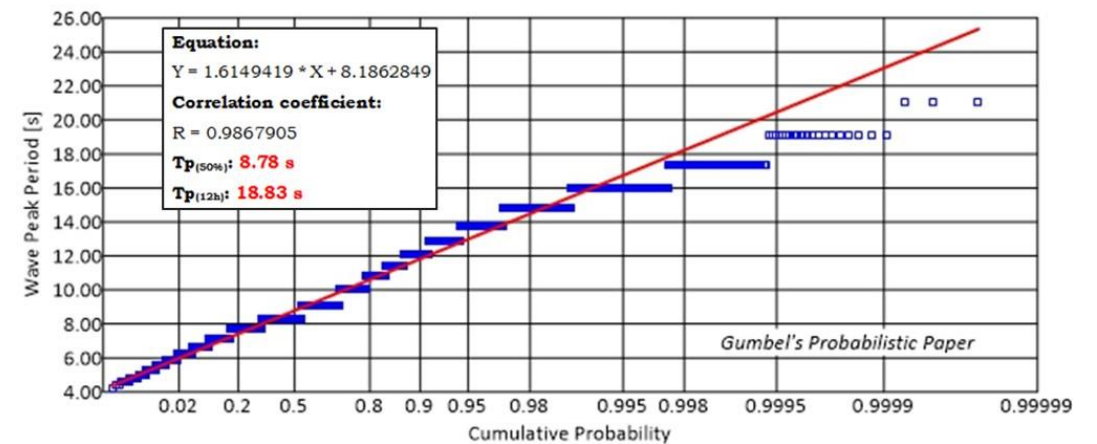
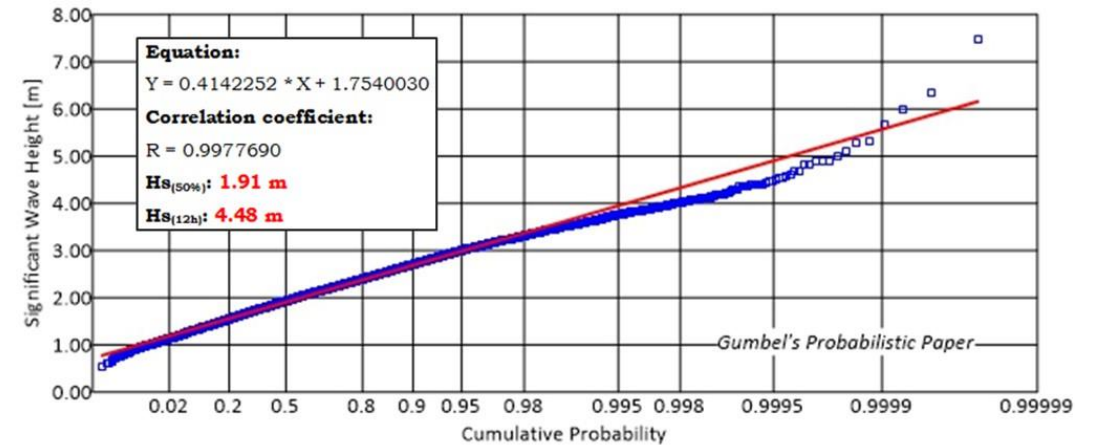
Waves Probabilistic Analysis

- Data Series from the Oceanographic Buoy 41040 (2006-2021).
- **East (39.4%), ENE (19.4%)** and **ESE (12.9%)**, accumulate among them 71.7% of the records.
- The 67.6% of the records correspond to Hs values in the range of 1.0 m to 2.0 m.



Waves Probabilistic Analysis

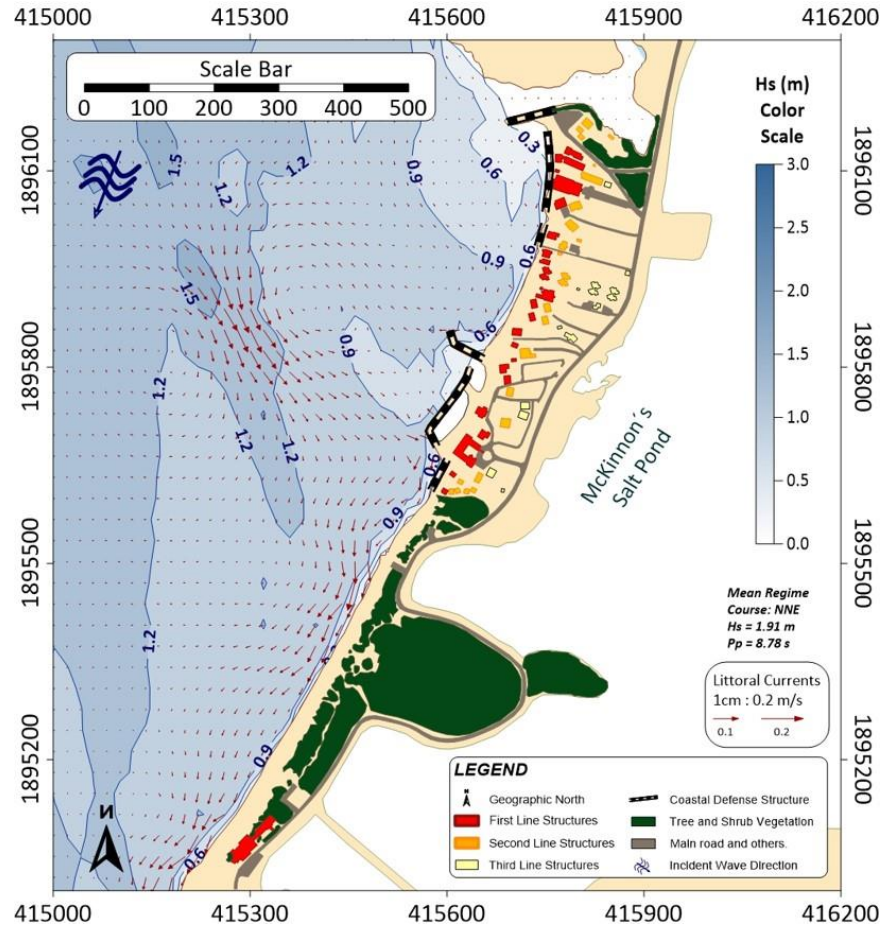
- Adjustment to the Gumbel Maxima Function of H_s and P_p Data Series (2006-2021).
- Values corresponding to 50% of probability $H_s = 1.91\text{m}$ and $P_p = 8.78\text{s}$.
- Wave High exceeded only 12 hours a year $H_{s12} = 4.48\text{m}$.



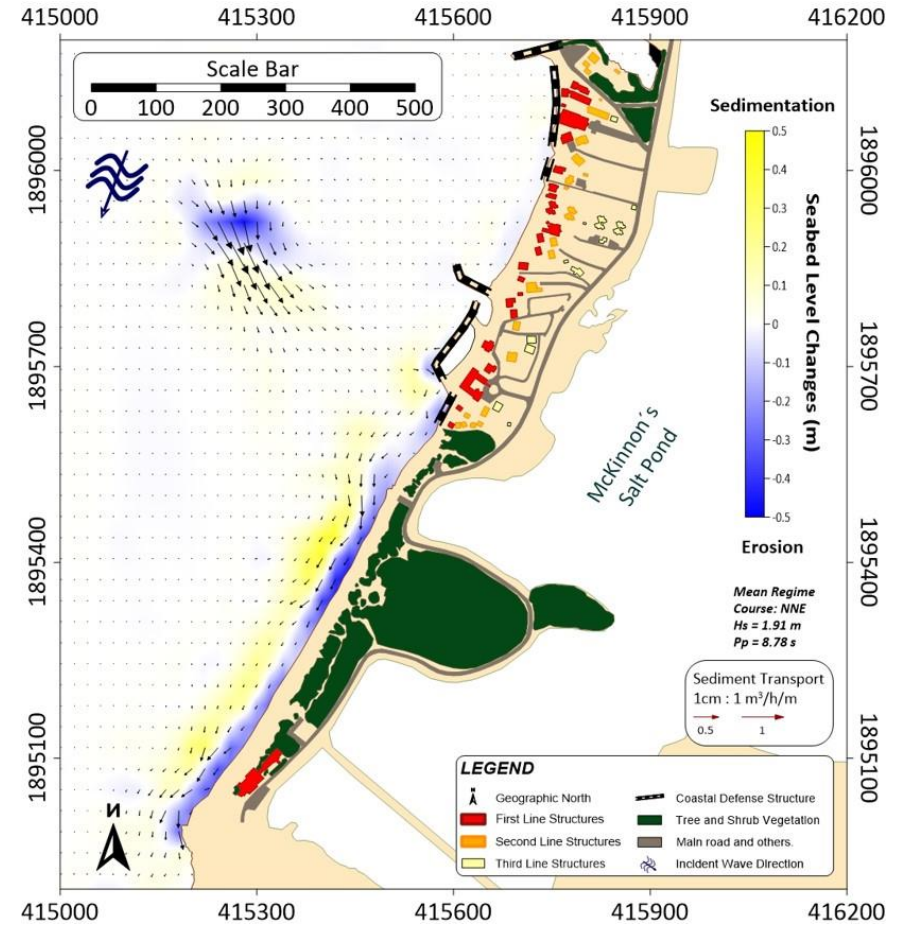
Wave Data Input to Mopla 2.0

Events	Direction	Duration	Hs (m)	Tp (seg)	Peak Fr	Fr Max	GAMA	Comp fr	Comp Dir	Tide Width (m)	Dispersion
<i>Mean Regime</i>	<i>NNE</i>	12 hours	1.91	8.78	0.11	0.25	3.30	16.00	15.00	0.30	16.00
<i>Event of Year</i>	<i>NNE</i>	12 hours	4.48	8.78	0.11	0.25	3.30	12.00	11.00	0.30	12.00
<i>TC (Tr 10 Years)</i>	<i>N y NW</i>	12 hours	5.71	9.23	0.11	0.25	3.30	12.00	11.00	0.30	12.00
<i>TC (Tr 100 Years)</i>	<i>N y NW</i>	12 hours	8.51	11.26	0.09	0.20	5.00	10.00	9.00	0.30	10.00
<i>TC (Tr 10 Years)</i>	<i>W y SW</i>	12 hours	8.57	11.30	0.09	0.20	3.30	10.00	9.00	0.30	10.00
<i>TC (Tr 100 Years)</i>	<i>W y SW</i>	12 hours	12.76	13.79	0.07	0.17	5.00	8.00	7.00	0.30	8.00

Mean Regime (NNE / Hs = 1.91m / Pp = 8.78s)

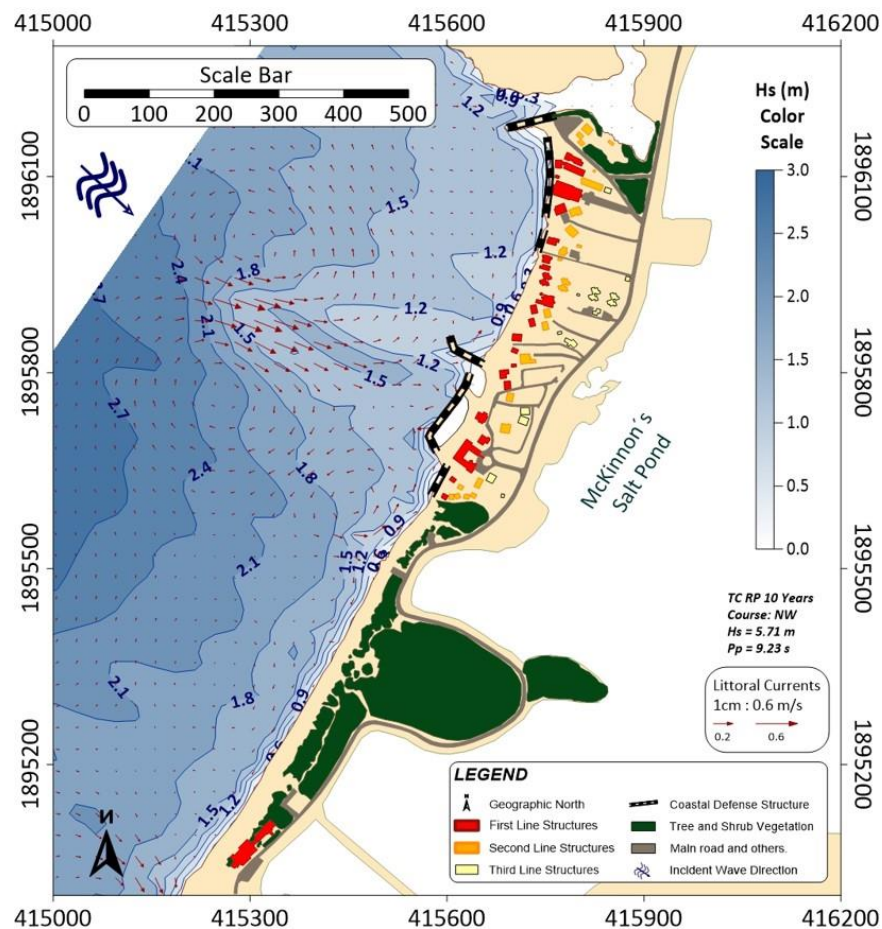


Output: Waves and Littoral Currents

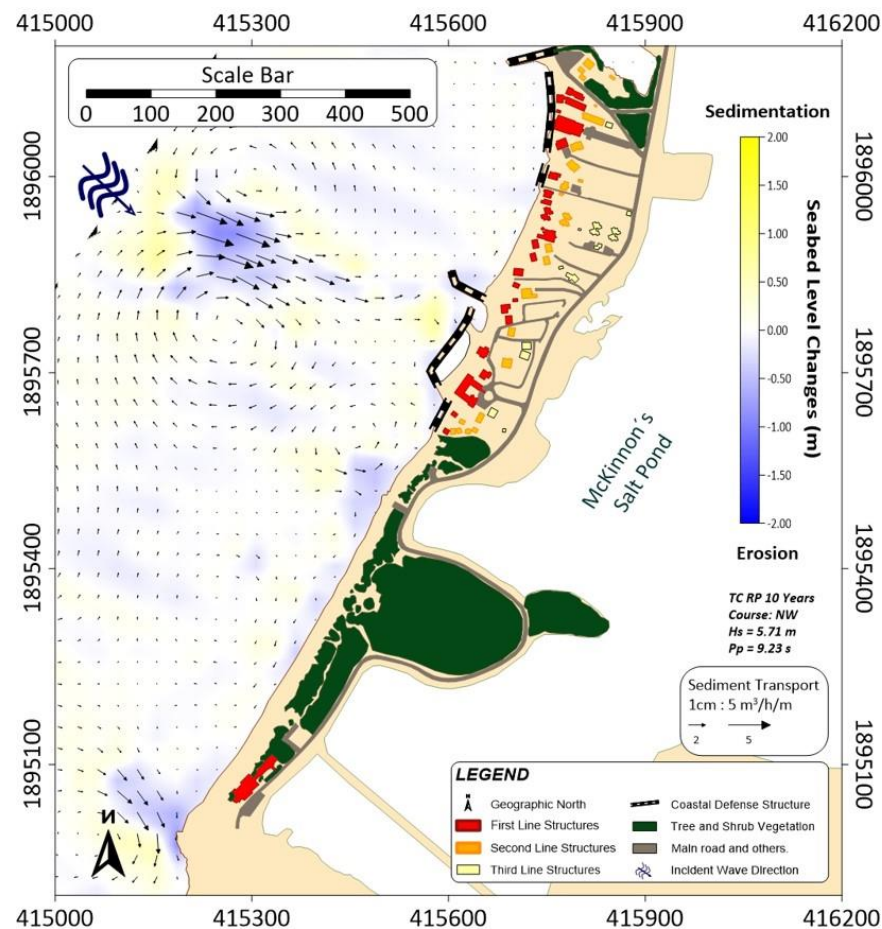


Output: Sediment Transport

Tropical Cyclone (NW / Hs = 5.71m / Pp = 9.23s)

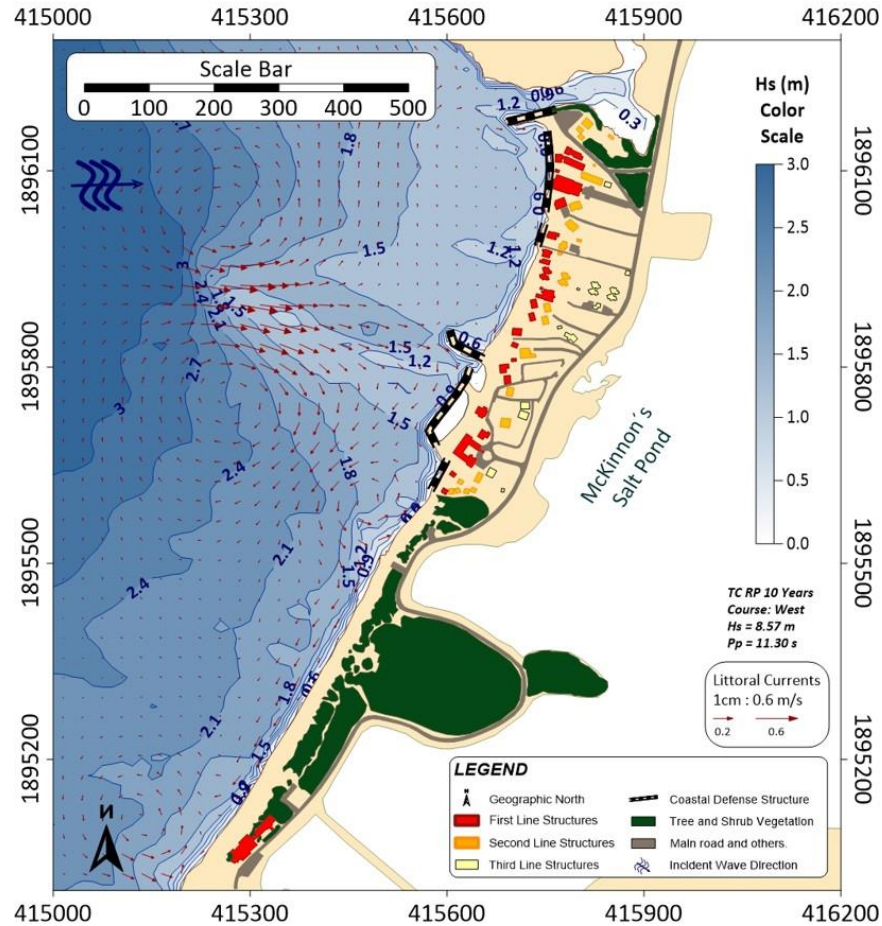


Output: Waves and Littoral Currents

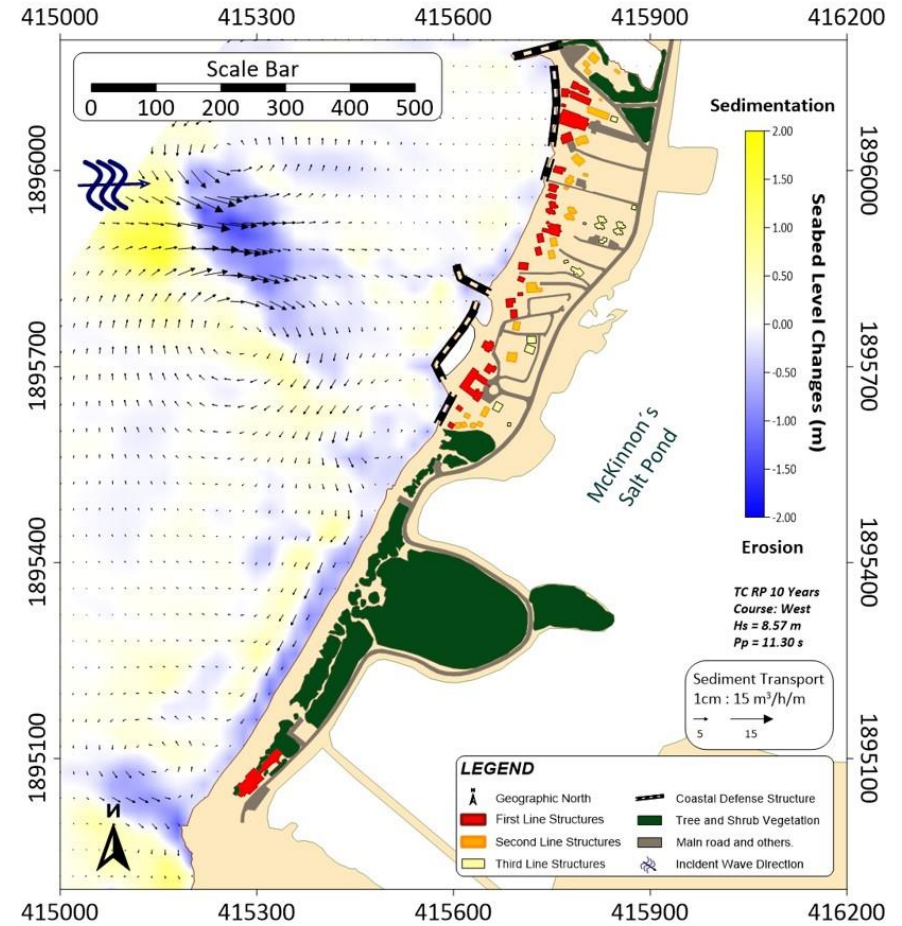


Output: Sediment Transport

Tropical Cyclone (West / Hs = 8.57m / Pp = 11.30s)

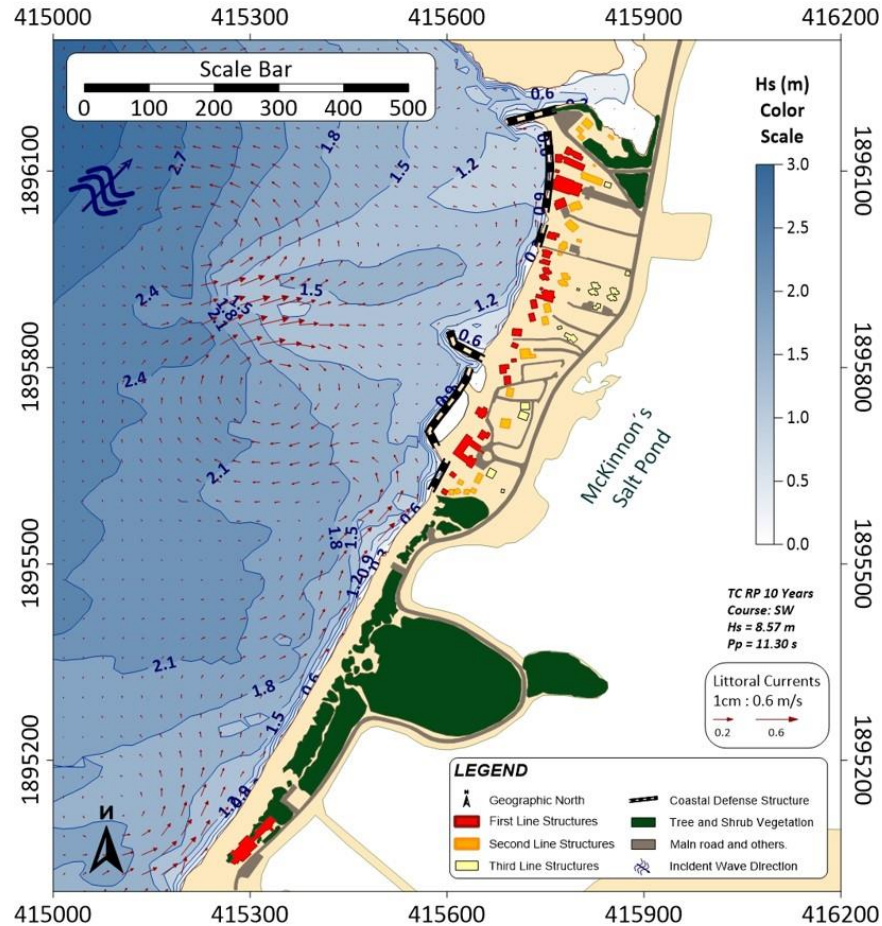


Output: Waves and Littoral Currents

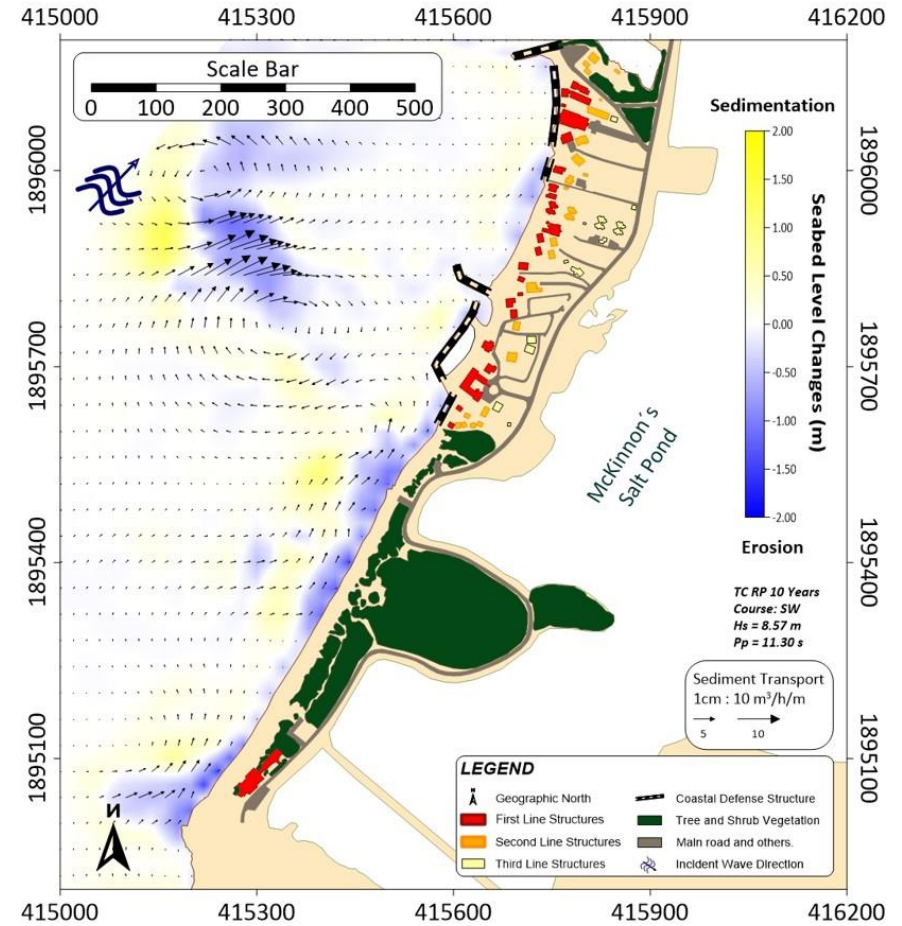


Output: Sediment Transport

Tropical Cyclone (SW / Hs = 8.57m / Pp = 11.30s)



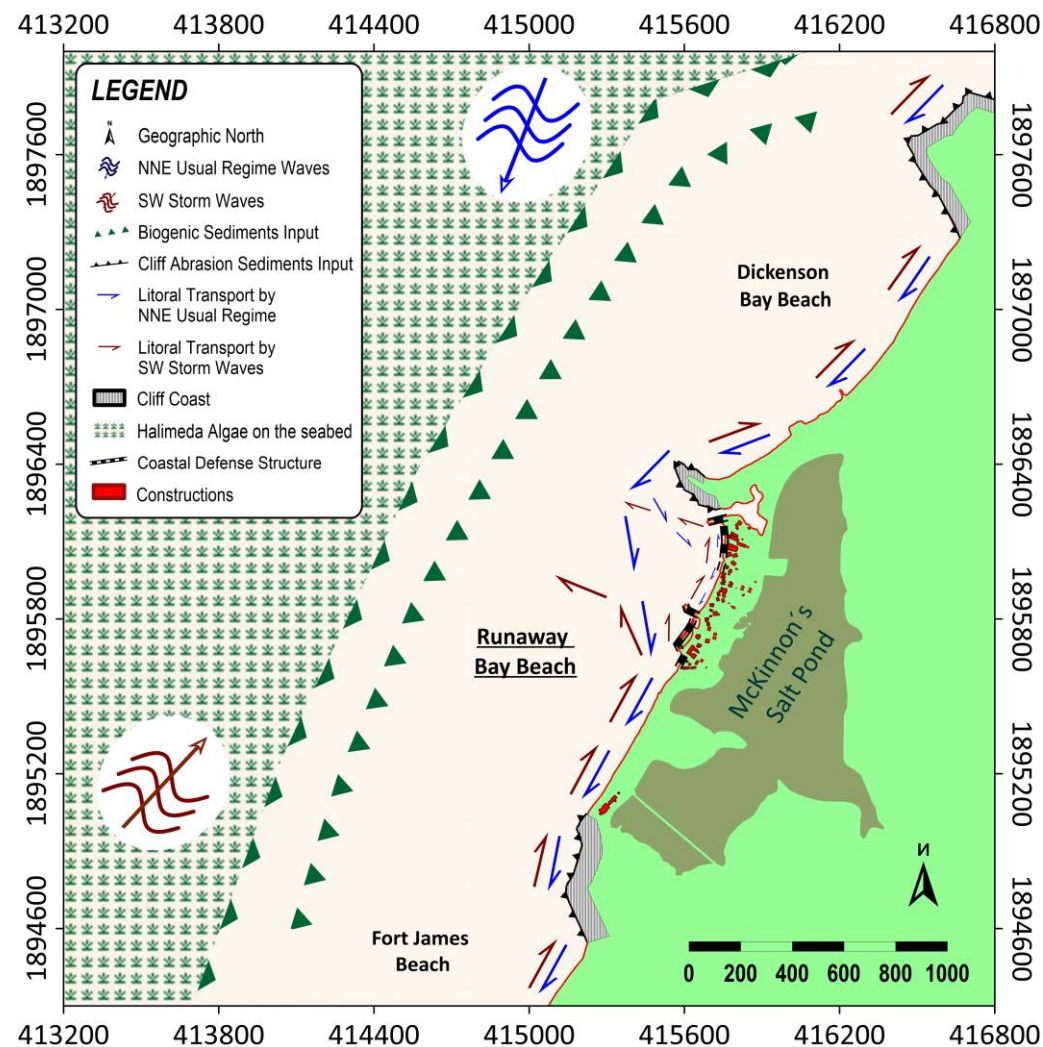
Output: Waves and Littoral Currents



Output: Sediment Transport

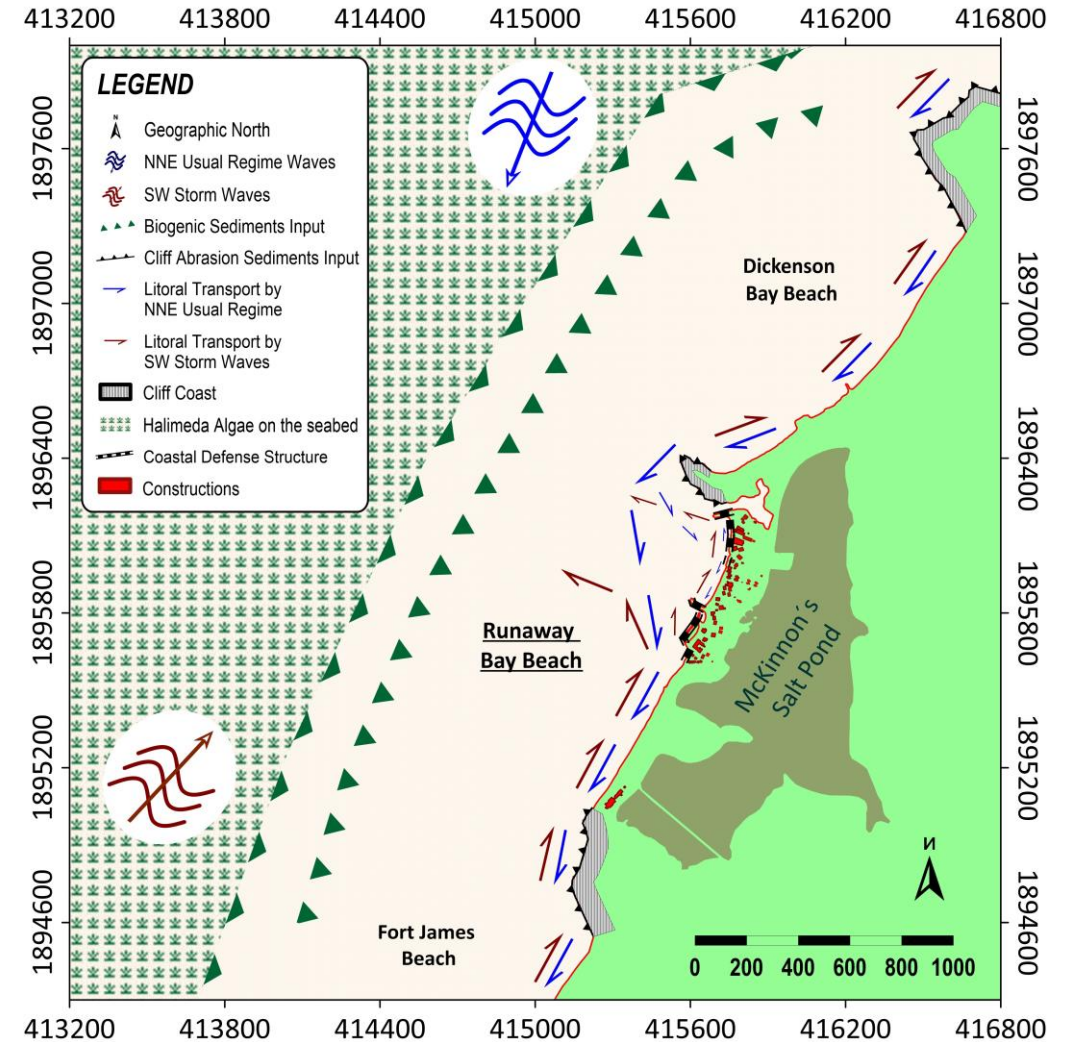
RBB Dynamic Functioning Sand Origin

- The sand-producing zones are located on the submarine slope and a small contribution of abrasion processes.
- There is a small contribution of sand resulting from abrasion processes.



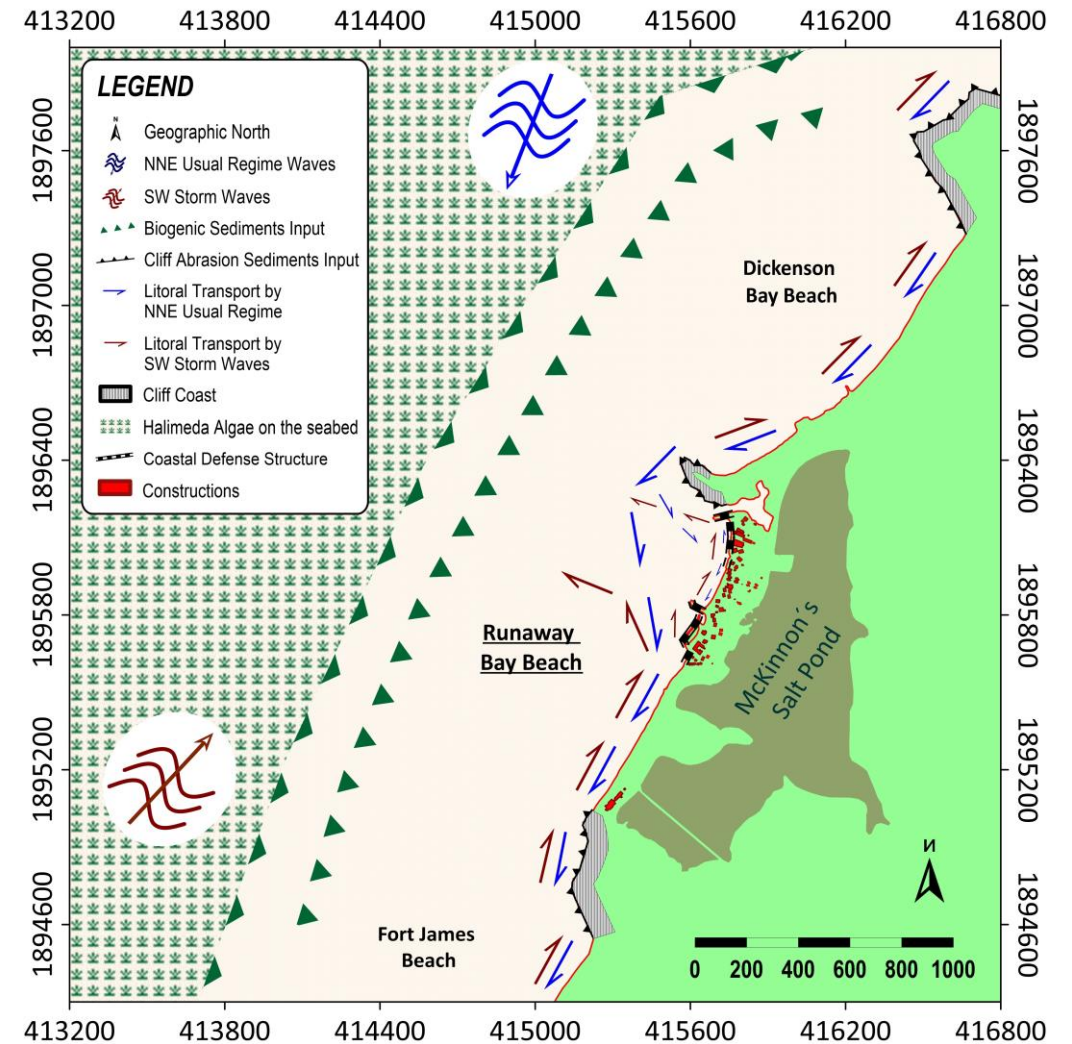
RBB Dynamic Functioning Under Mean Regime

- Beach sheltered from Mean Regime waves.
- Energy Dissipation by seabed friction, waves refraction and diffraction, precede it arrival on the beach.
- Under Mean Regime, the waves strike the beach obliquely from the NW.



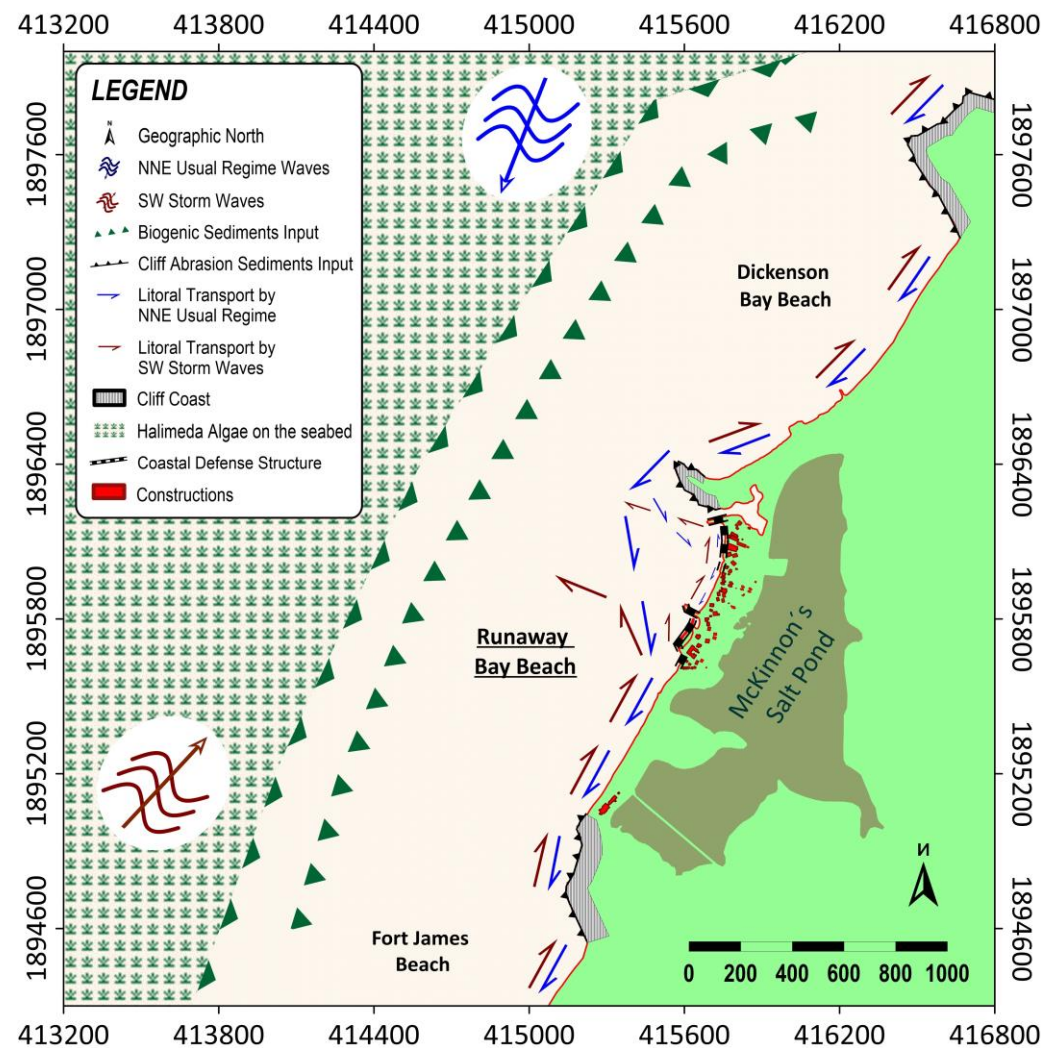
RBB Dynamic Functioning Under Mean Regime

- Long-shore of low intensity, but great persistence, from NNE to SSW along Sector 1 (South).
- Slight rip currents in Sector 2 (in front of the breakwaters).
- Very slight littoral currents in Sectors 3 and 4 (North).



RBB Dynamic Functioning Under Extreme Regime

- Strong rip currents are established between Sectors 1 and 2, and at the Northern end of Sector 4.
- Waves from the West to NNE carry the sand beyond the southern end towards Fort Bay beach.
- Waves from the SW produce an inversion in the direction of the long-shore.



CAUSES OF THE EROSION (Anthropogenic)

- Occupation of the dune by hard structures that intensify the storm wave reflection processes, favoring the appearance of rip currents and off-shore sediment transport.
- Occupation of the coastal zone by breakwaters that interrupt the coastal sediment transport and punctually favor the generation, or intensification, of rip currents.



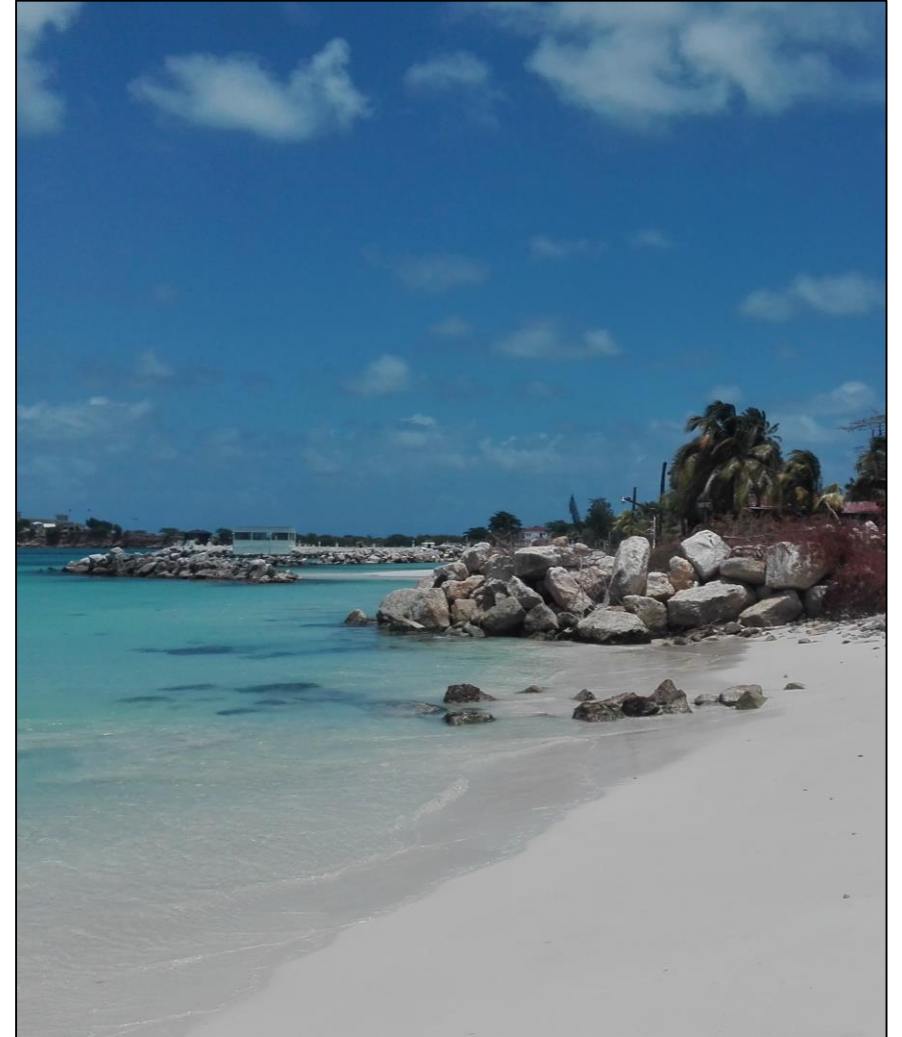
CAUSES OF THE EROSION (Anthropogenic)

- Layers of technical filling on the dune, favoring the stiffening of the ground, and of the dune itself, and partly contributing to the reflection of storm waves.
- Dredging of the access channel to Marina Bay, which contributes to interrupting the sand transport from Dickenson Bay.



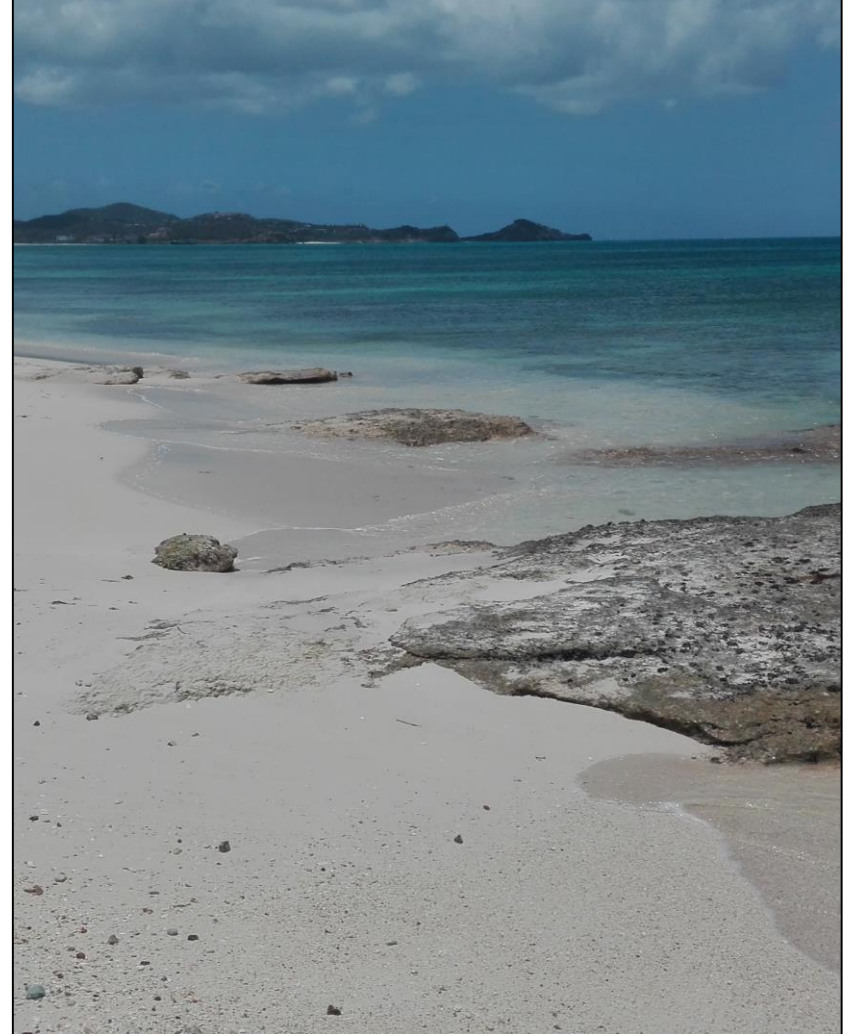
CAUSES OF THE EROSION (Natural origin)

- Tidal waves generated by tropical cyclones in a new active period started in 1994.
- Shoals and rocky outcrops, causing wave diffraction processes that favor the generation of rip currents in certain areas of the beach.



CAUSES OF THE EROSION (Natural origin)

- Climate Change-induced mean sea level rise.
- Additionally, it should be noted the occupation of the dune in Sector 1 by invasive plant species, whose possible effect should be evaluated in the longer term.



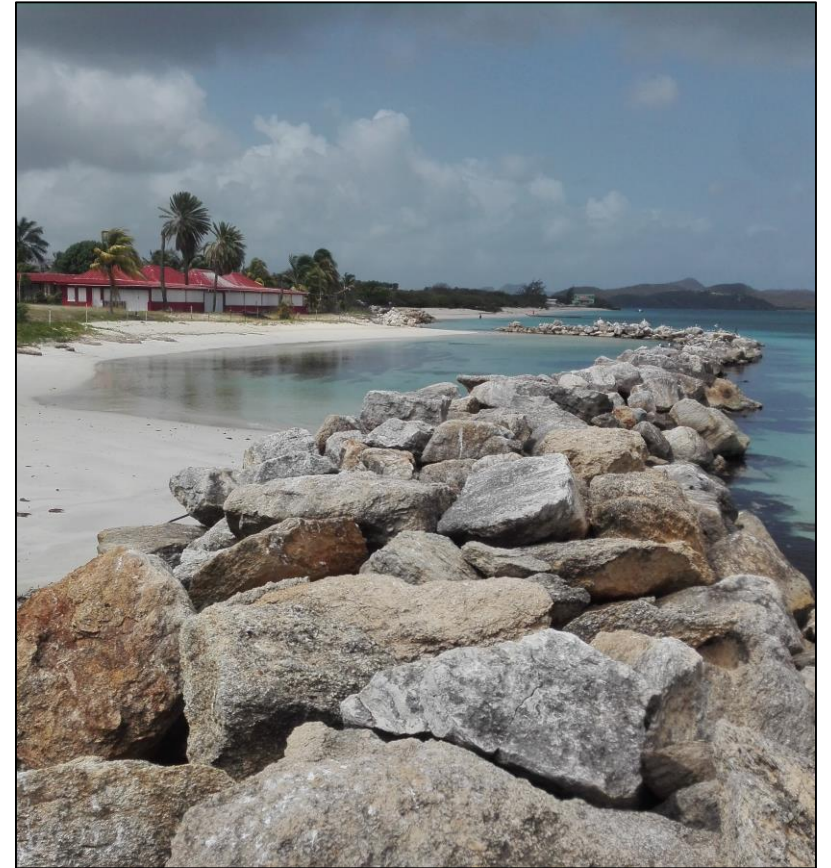
Runaway Bay Beach	Significant Elements	Existing measures	Proposed measures	Comments
Sector 1	Smooth slope. Scarped dune covered by invasive plants. Rock outcrops (North). Constructions over the dune (South).		Beach nourishment. Dune recovery. Dune reforestation. Removal of invasive plants species.	Analyze possibility of removing or protecting the foundations of structures on the dune.
Sector 2	Steep slope at the foot of the breakwater. Deterioration of environmental quality in confined area Buildings on the dune. Shoals and rocky heads.	Groynes Breakwaters Revetments	Removal coastal defenses structures. Beach nourishment. Dune recovery. Dune reforestation. Protection of buildings foundations.	If not possible to remove the hard structures, it is recommended to assess the condition of their foundations.

Runaway Bay Beach	Significant Elements	Existing measures	Proposed measures	Comments
Sector 3	<p>Gentle slope profile.</p> <p>Constructions over dune.</p> <p>Invasive plants occupying the dune.</p> <p>Rock outcrops at North.</p> <p>Shoals and rocky heads.</p>	<p>End of beach</p> <p>Groyne</p>	<p>Beach nourishment.</p> <p>Dune recovery.</p> <p>Dune reforestation.</p> <p>Removal of invasive plants species.</p>	<p>Analyze possibility of removing or protecting the foundations of structures on the dune.</p>
Sector 4	<p>Little area with coarse sand at northern limit.</p> <p>In general the dry beach has been lost.</p> <p>Constructions over dune</p> <p>Shoals and rocky heads.</p>	<p>End of beach</p> <p>Groyne</p> <p>Revetments</p> <p>Wall</p>	<p>Removal coastal defenses structures.</p> <p>Beach nourishment.</p> <p>Dune recovery.</p> <p>Dune reforestation.</p> <p>Protection of buildings foundations.</p>	<p>If the wall is removed, analyze to reconfigure, displace the dune landwards, or protect foundations of vulnerable structures.</p>

ACTION GUIDELINES

(Short-Medium Term)

- Negotiation between authorities and owners, on the strategy to follow in Sector 2, in relation to the coastal defenses (immediately).
- Negotiation between authorities and owners, for the definition of buildings to protect (immediately).



ACTION GUIDELINES **(Short-Medium Term)**

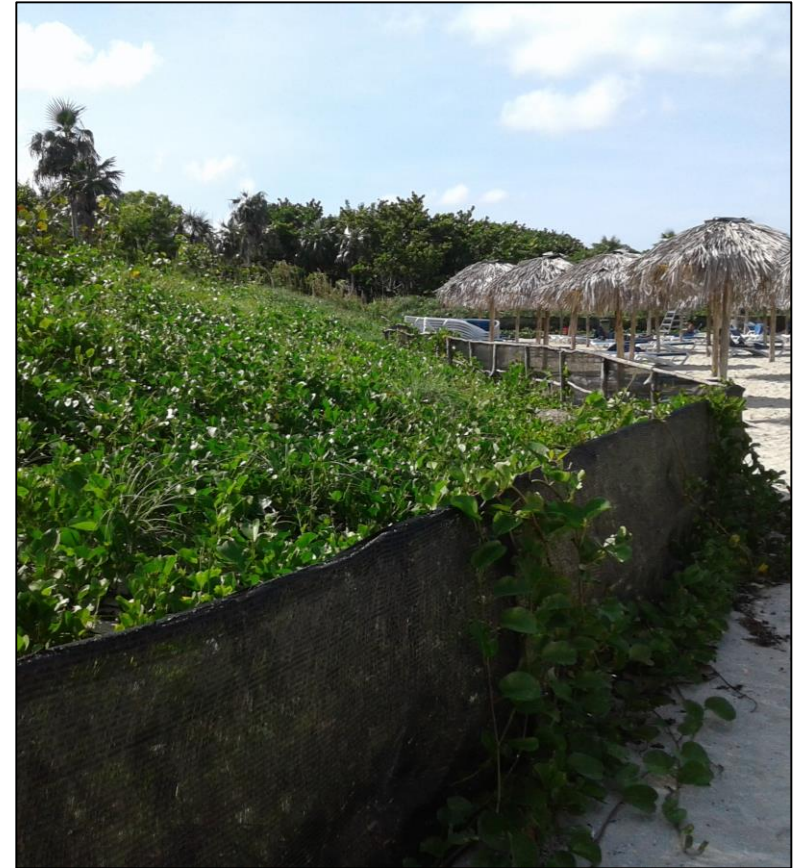
- Sand filling along the entire beach, or in the sectors 1, 3 and 4, if it is decided not to act in Sector 2 (as soon as possible).
- Reshaping or enhancing the dune in the sectors benefited by the sand fill (at the same time as sand nourishment).



ACTION GUIDELINES

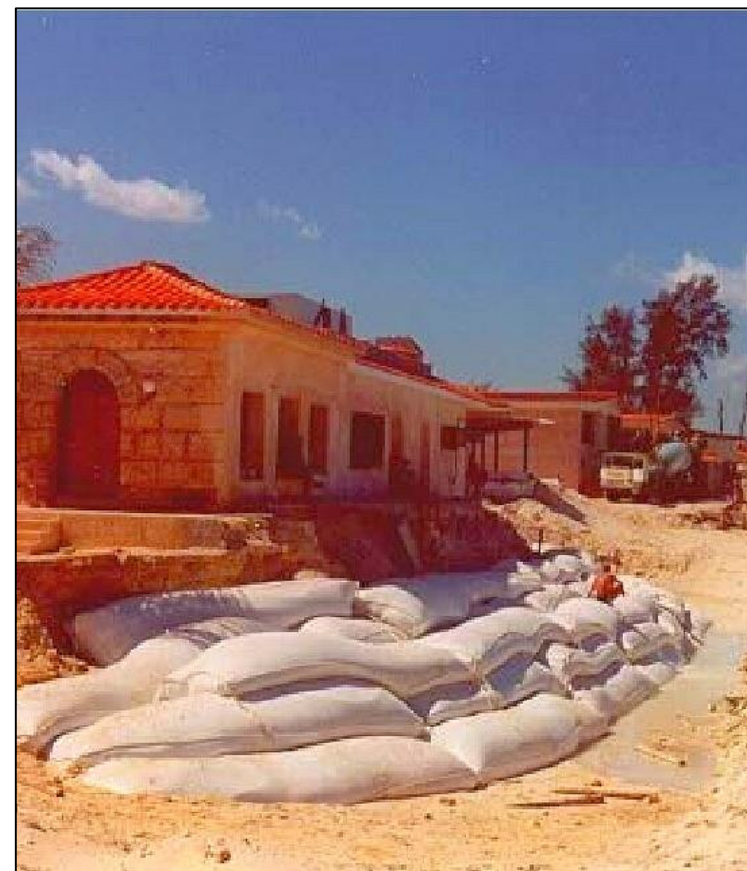
(Short-Medium Term)

- Eradication of invasive plants on the dune and back-dune, where necessary (medium term).
- Reforestation of the dune and back dune, where necessary (after removal of invasives).

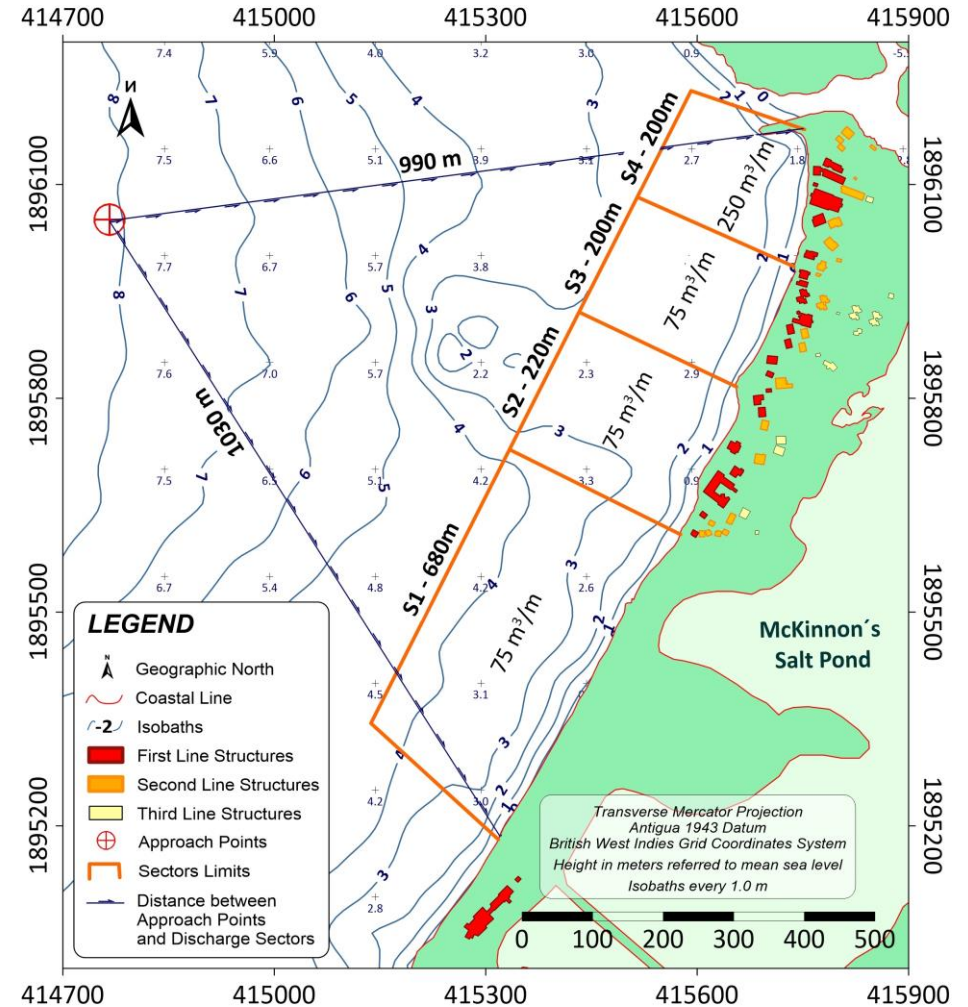
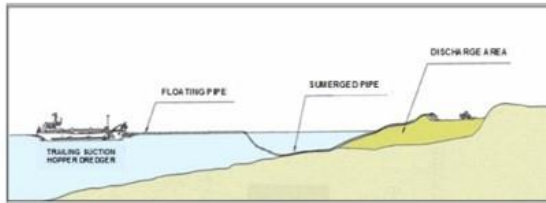
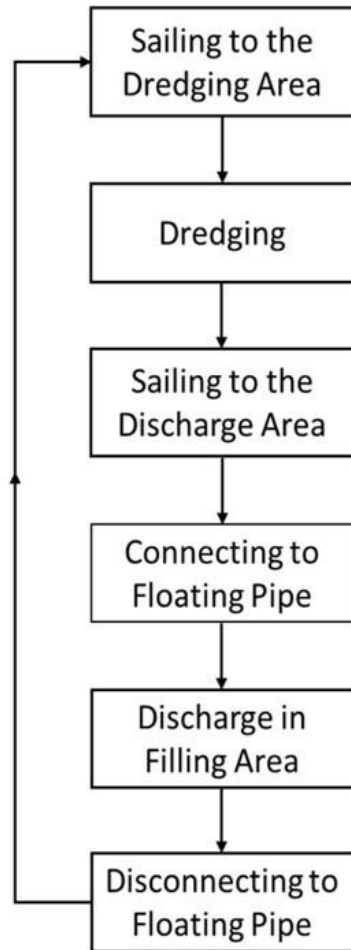


ACTION GUIDELINES **(Short-Medium Term)**

- Protection of the foundations of the defined structures, against extreme erosion events, through the use of sacks made of geotextile material stuffed with sand, or items of the breakwaters to be removed (if applicable), as appropriate (medium term).



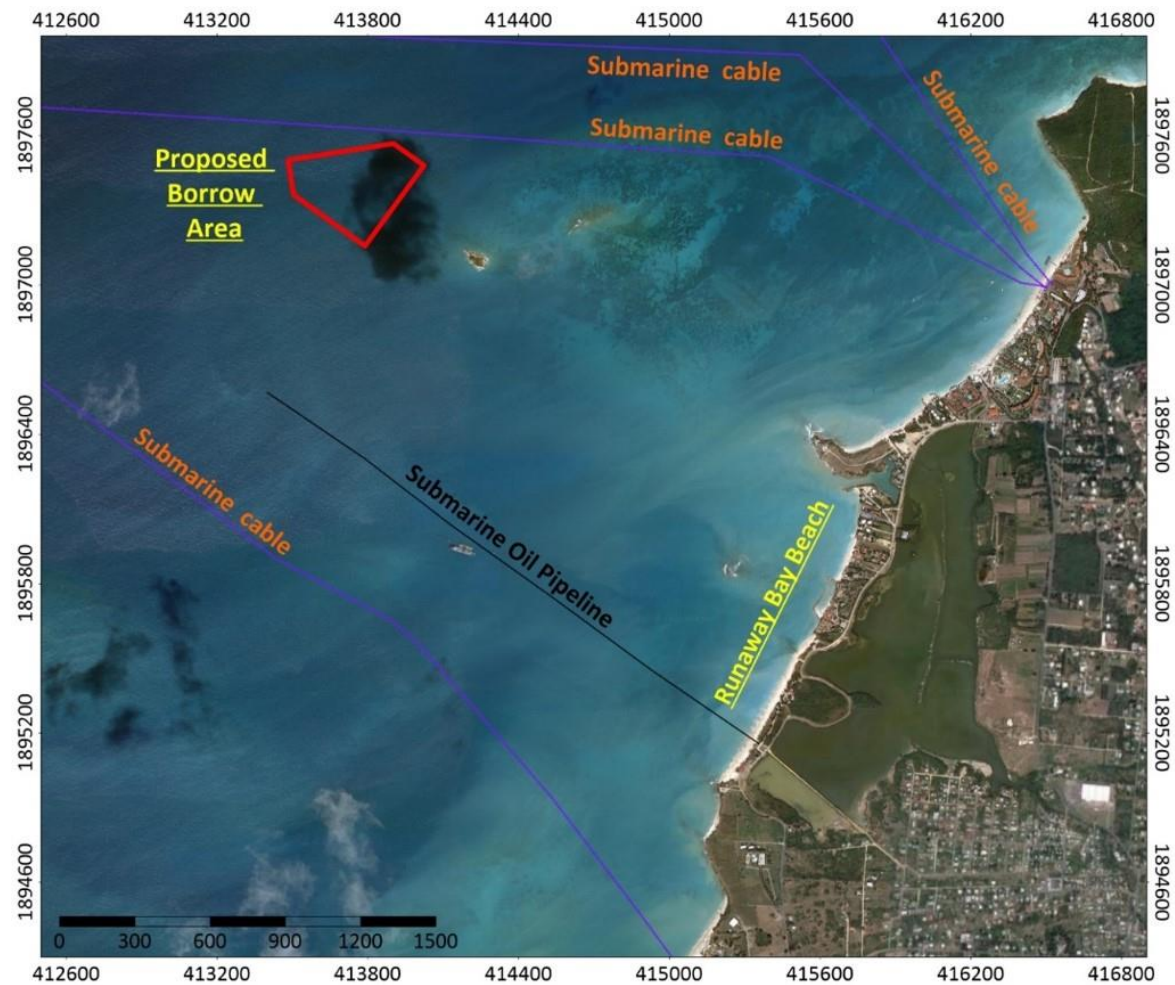
Artificial Nourishment with Sand



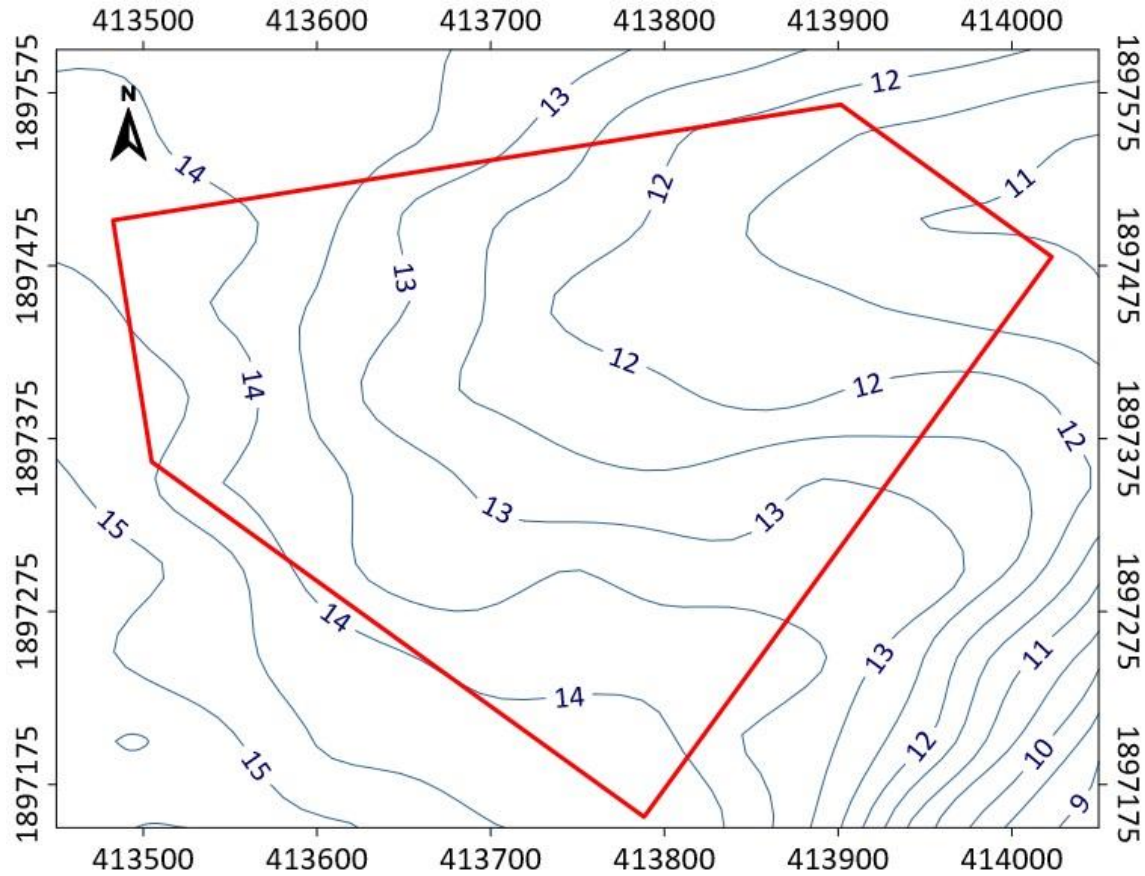
Borrow Area "Great Sister"

ZONA DE PRÉSTAMO	Área (m ²)	Espesor (m)	Volumen (m ³)
<i>Cuenca Great Sister</i> <i>Recurso Mineral</i> <i>Identificado y Medido</i>	130 000	1.65	214 500

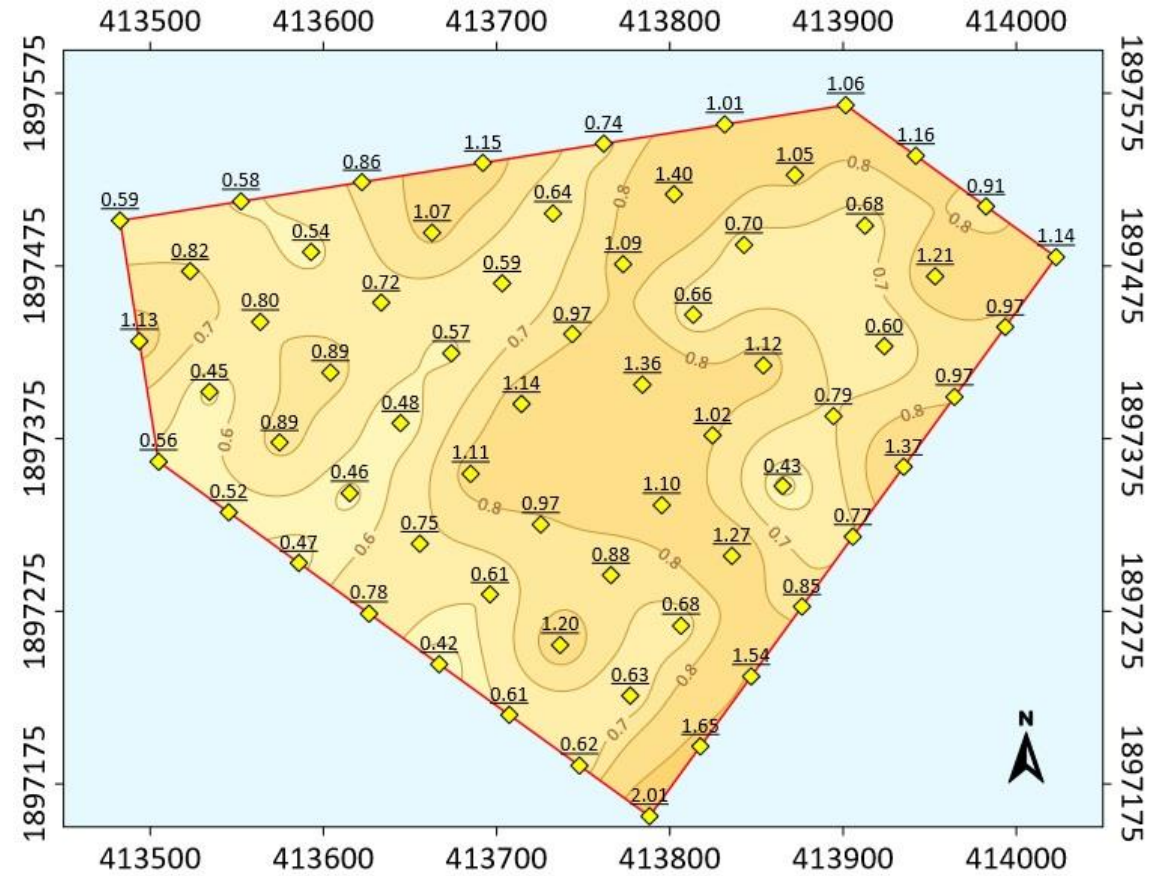
Composición de las Muestras de Arena de la Cuenca Great Sister						
Muestras de Arena	Algas Calcáreas (%)	Moluscos (%)	Foraminíferos (%)	Bioclastos (%)	Inorgánicos (%)	Otros Grupos (%)
112	70.8	16.1	2.2	9.8	0.0	1.2
310	73.2	14.8	4.0	7.0	0.0	1.0
412	65.0	18.3	4.7	11.0	0.0	1.0
515	70.4	16.5	4.6	7.8	0.0	0.8
710	67.4	17.0	5.3	9.0	0.0	1.3
815	70.2	14.1	5.1	10.0	0.0	0.6



Borrow Area "Great Sister"



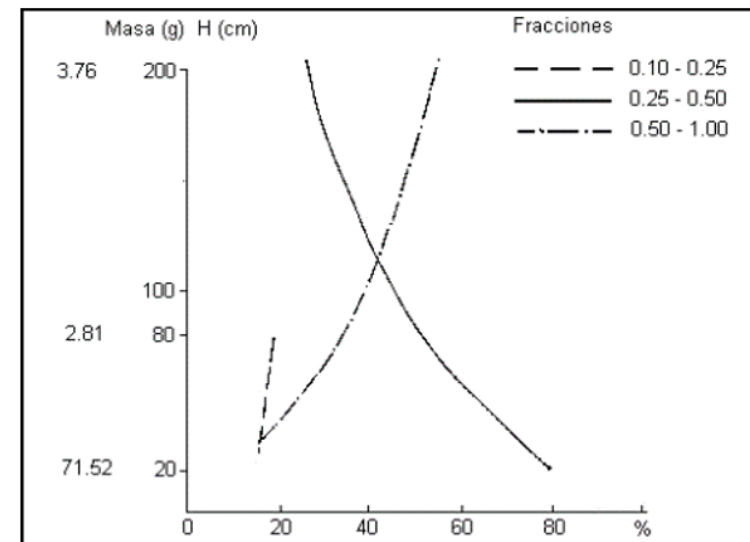
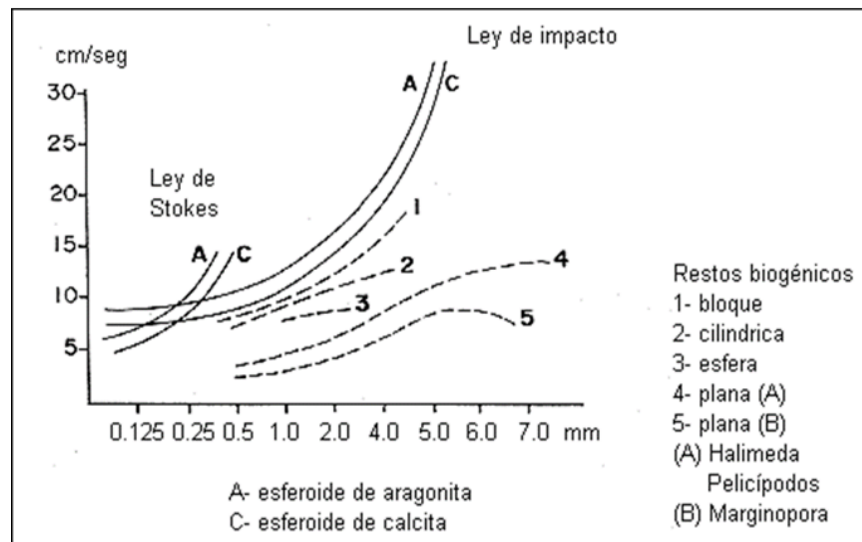
Bathymetry (Plan View)



Grain Size (Plan View)

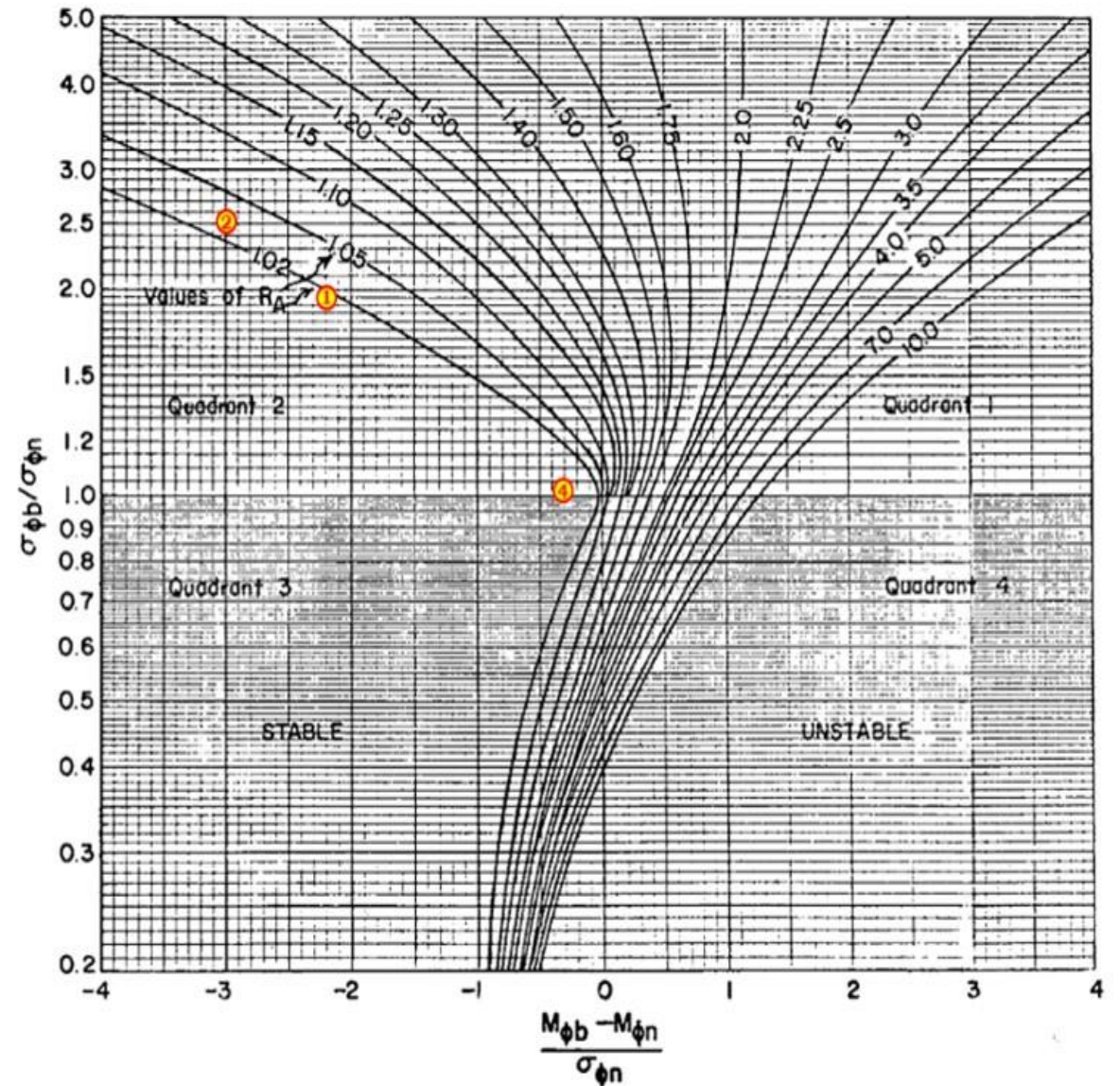
Selection of the Sand for Artificial Nourishment

Playa Runaway Bay				Cuenca Great Sister					
Sector	M (mm)	M (ϕ)	Stand Dev (ϕ)	Clasificación	Sector	M (mm)	M (ϕ)	Stand Dev (ϕ)	Clasificación
1	0.212	2.235	0.772	Arena Fina	NW	0.677	0.563	1.497	Arena Gruesa
2 and 3	0.198	2.334	0.594	Arena Fina	NW	0.677	0.563	1.497	Arena Gruesa
4	0.647	0.629	1.306	Arena Gruesa	Centro	0.855	0.226	1.339	Arena Gruesa

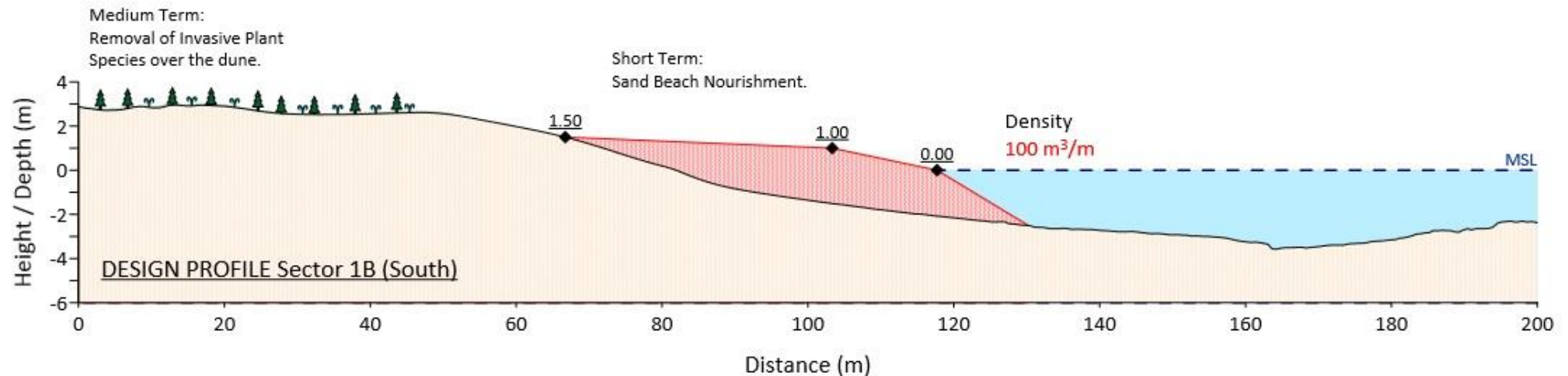
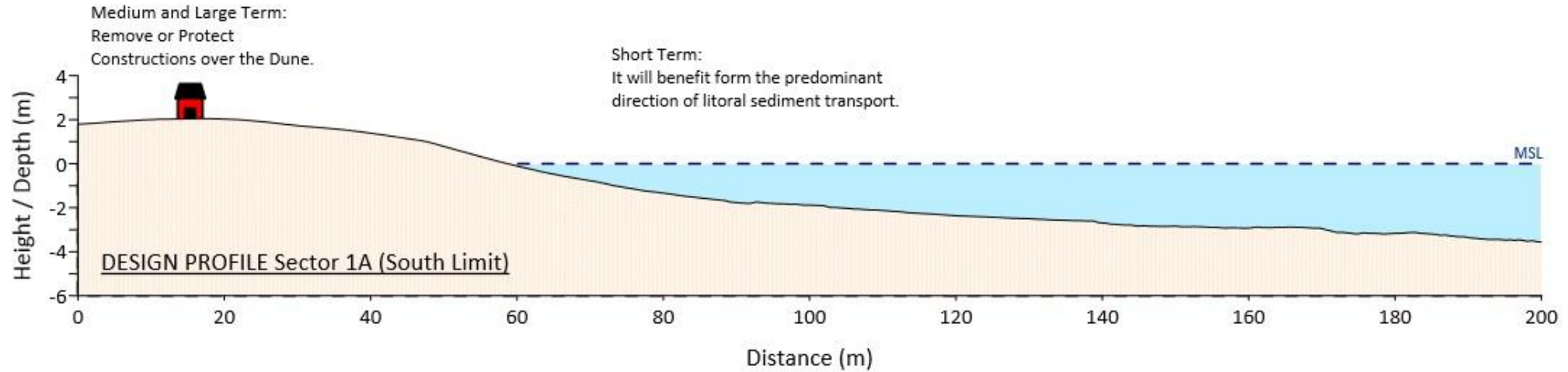


Overflow Factor

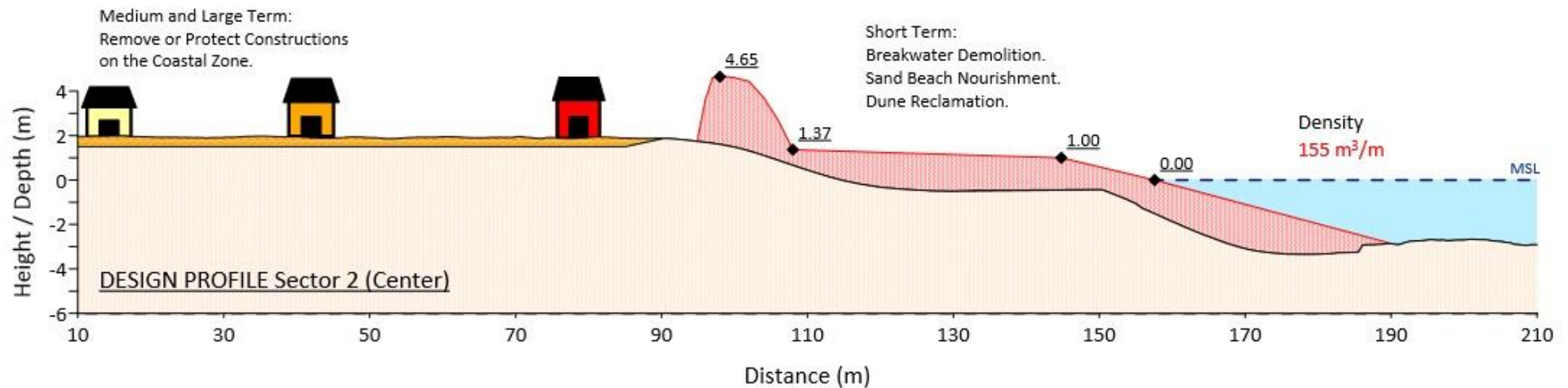
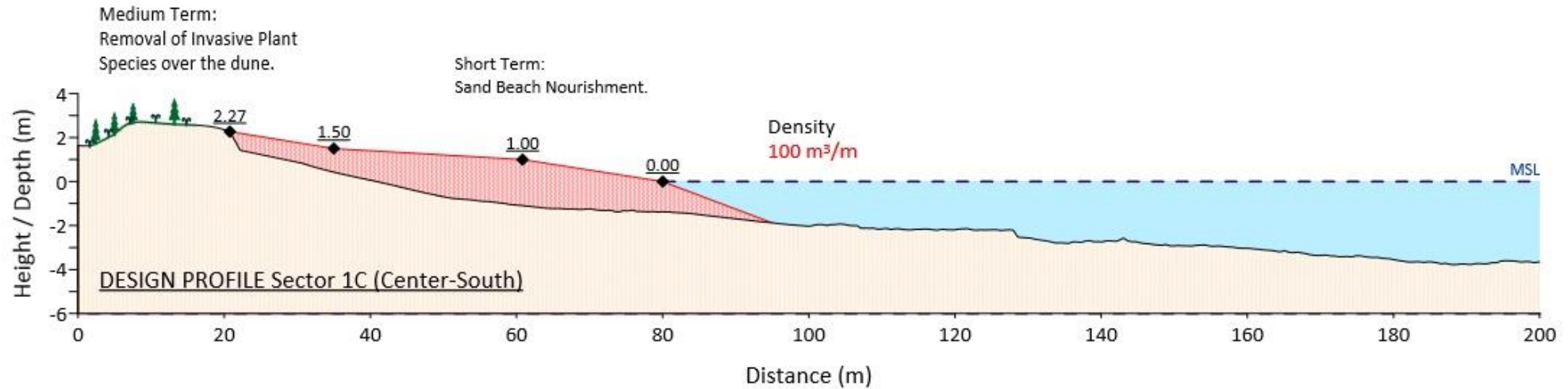
Sector	M (mm)	M (ϕ)	Desv Stand (ϕ)	Clasif.	Abscisa Ordenada	RA
1	0.212	2.235	0.772	Fine Sand	-2.17 1.94	1.02
2 y 3	0.198	2.334	0.594	Fine Sand	-2.98 2.52	1.04
4	0.647	0.629	1.306	Coarse Sand	-0.31 1.03	1.00
NW	0.677	0.563	1.497	Coarse Sand		
Centro	0.855	0.226	1.339	Coarse Sand		



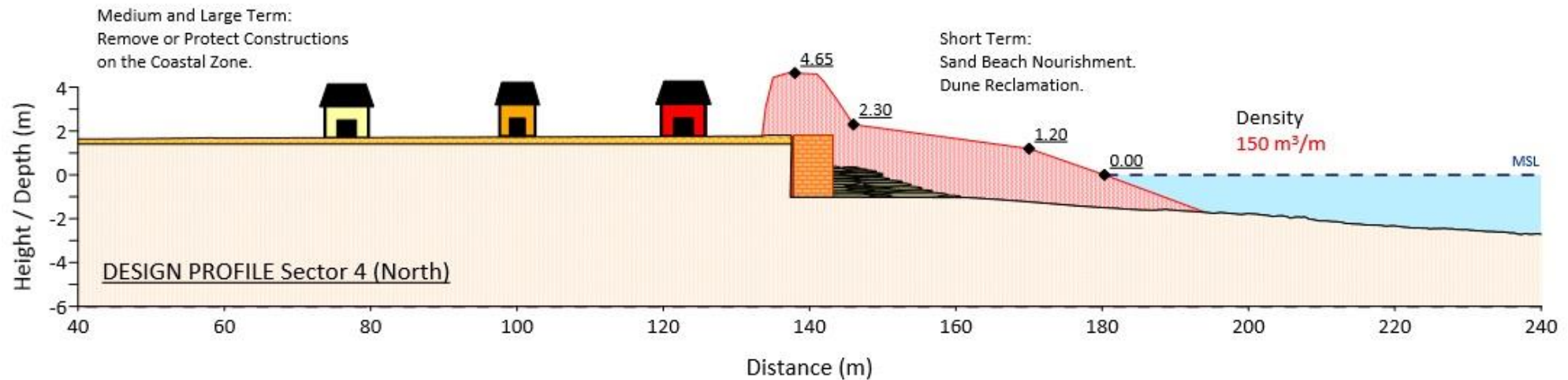
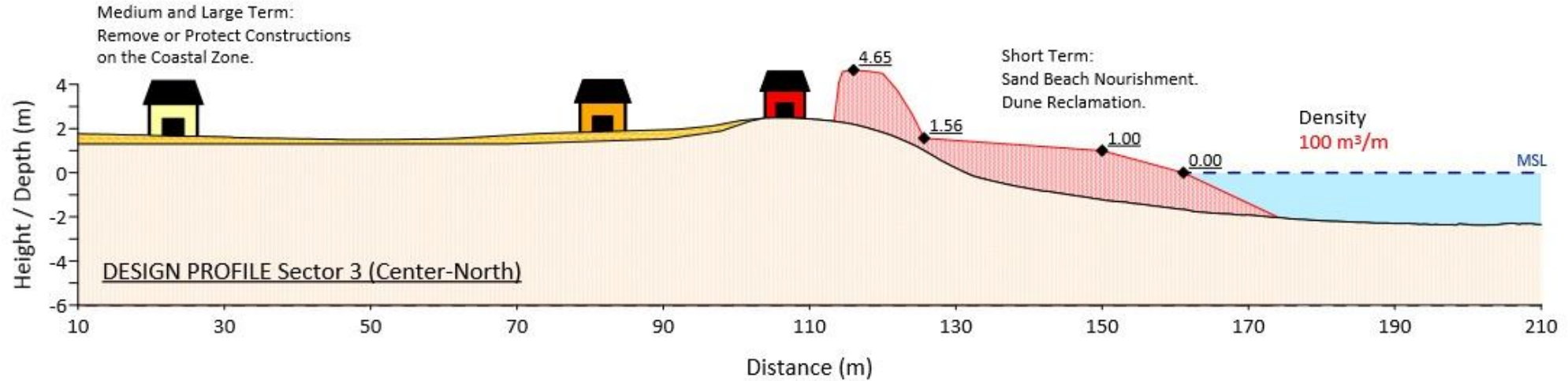
Design Profiles (South 1A - 1B)



Design Profiles (Center 1C - 2)



Design Profiles (North 3 - 4)



Fill Volume per Sector

Runaway Bay Beach	Beach Length	Dean Method Application (m ³ /m)	Dune Reclamation (m ³ /m)	Breakwater undercut (m ³ /m)	Final Density (m ³ /m)	Volume of Sand (m ³)
<i>Sector 1</i>	500	100.0	-	-	100.0	50000
<i>Sector 2</i>	220	75.0	25.0	55.0	155.0	34100
<i>Sector 3</i>	200	75.0	25.0	-	100.0	20000
<i>Sector 4</i>	200	125.0	25.0	-	150.0	30000
RBB	1120					134100

Estimation of Nourishment Effectiveness

Runaway Bay Beach	Sand Fill Volume (m ³)	Beach Width Achieved (m)	Annual Td (m/year)	Loss 50% of the Width Achieved (Years)	Loss 100% of the Width Achieved (Years)
<i>Sector 1</i>	50000	30	-1.134	13.2	26.5
<i>Sector 2</i>	34100	30	-1.134	13.2	26.5
<i>Sector 3</i>	20000	30	-1.134	13.2	26.5
<i>Sector 4</i>	30000	25	-1.134	11.0	22.0

ACTION GUIDELINES

(Long Term)

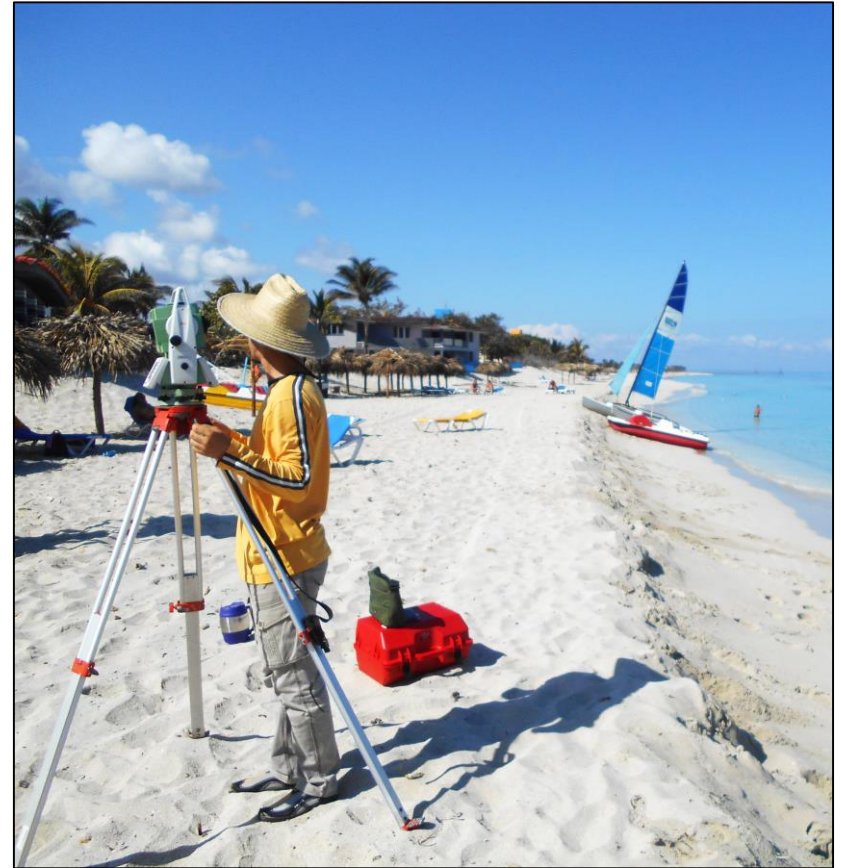
- Creation of the institutional and legal framework that promotes and guarantees the implementation of strategies and actions, aimed at the gradual restitution of the beach natural conditions, eliminating the anthropogenic elements that contribute to its erosion.



ACTION GUIDELINES

(Long Term)

- Monitoring of the effectiveness of the executed actions that make up the short and medium term strategy, and in general, of the beach evolution, to define when new actions are required



ACTION GUIDELINES

(Long Term)

- Periodic application of Artificial Sand Nourishment to solve, almost immediately, the deficit in the input of sediment volume required by the beach to reach its dynamic equilibrium.



ACTION GUIDELINES

(Long Term)

- Others actions, such as those directed to the maintenance and protection of the dune and its vegetation coverage, or of the works to protect the foundations of the buildings that remain in the area, will be evaluated, designed and executed as appropriate.



Proyecto ejecutivo para la rehabilitación de la playa de Bonasse, Cedros Bay. Trinidad y Tobago.

AUTORES:

MSc. Miguel Izquierdo Álvarez

Ing. Cesar Osvaldo Núñez

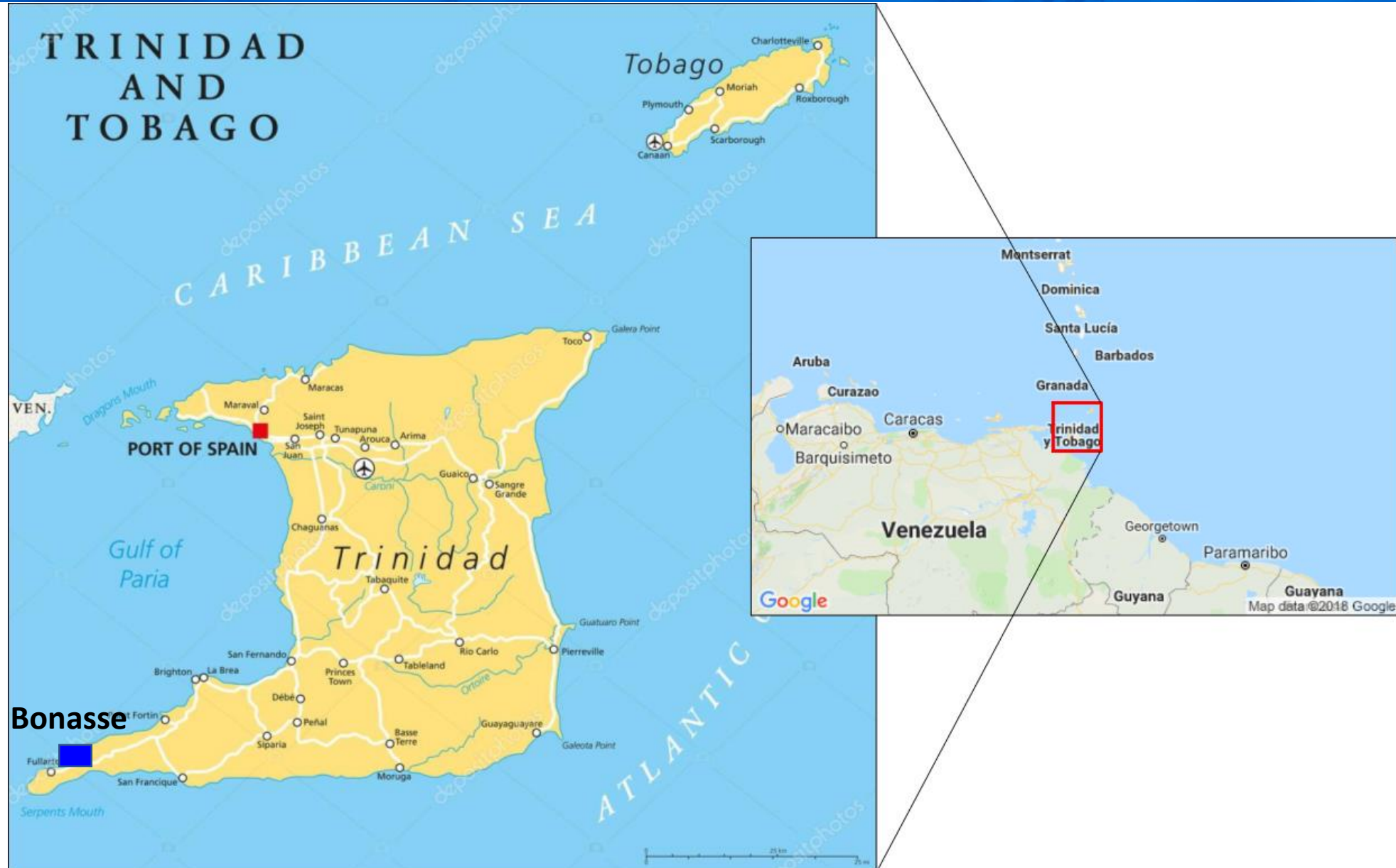
Ing. Raciél González Escalona

Téc. Beatriz Castro Acosta

Lic. Linnet Busutil



Ubicación general





C e d r o s B a y

FULLERTON

BONASSE



Recorridos por la Zona Costera



ETAPA 2

Trabajos de campo

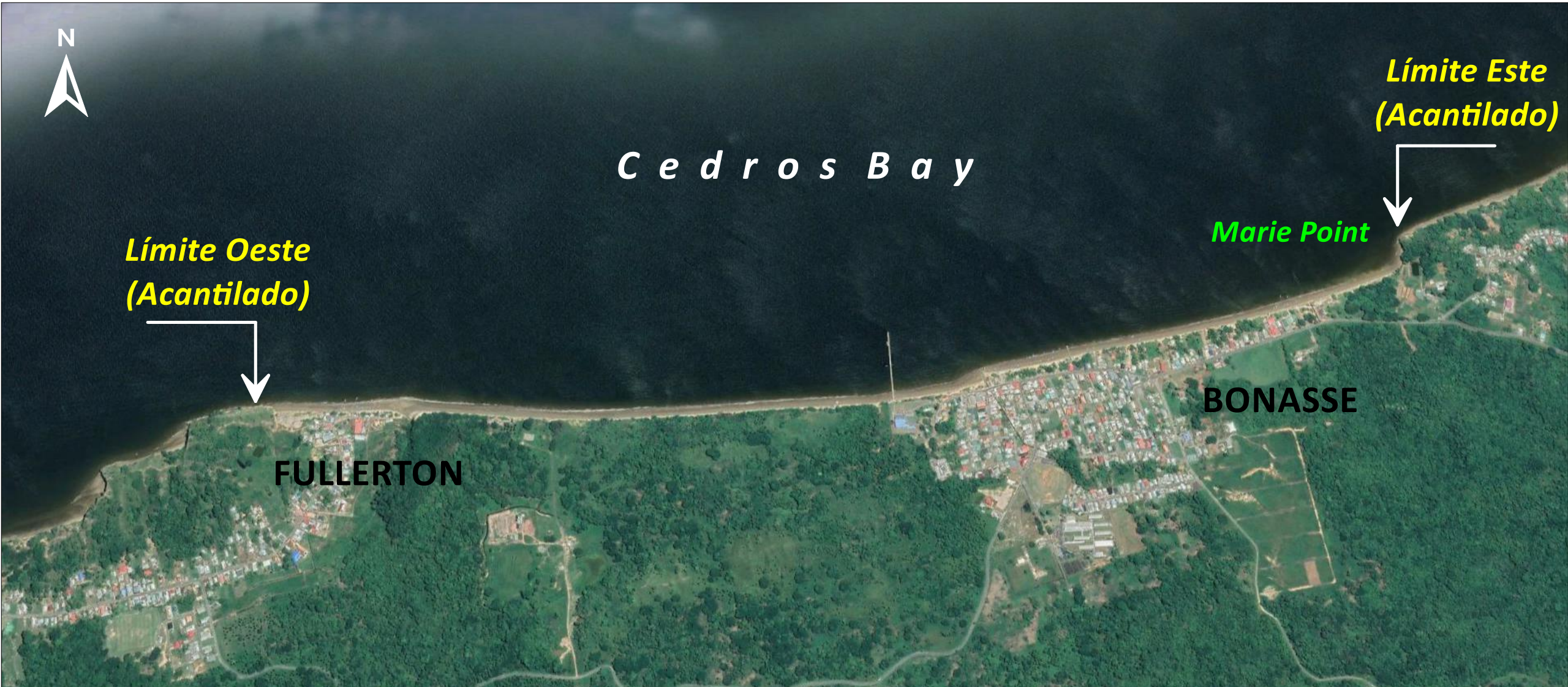
Recorridos por la Zona Costera



Muestreo preliminar ejecutado durante el reconocimiento



Establecimiento de los límites de la playa





Marie Point, acantilado que limita al Este la playa de Bonasse.

Acantilado en Fullerton que limita al Oeste la playa de Bonasse.

Intercalaciones de limos, arcillas y areniscas en las paredes de los acantilados.



Marie Point, acantilado que limita al Este la playa de Bonasse.



Acantilado en Fullerton que limita al Oeste la playa de Bonasse.

Material producto de derrumbe al pie del acantilado.

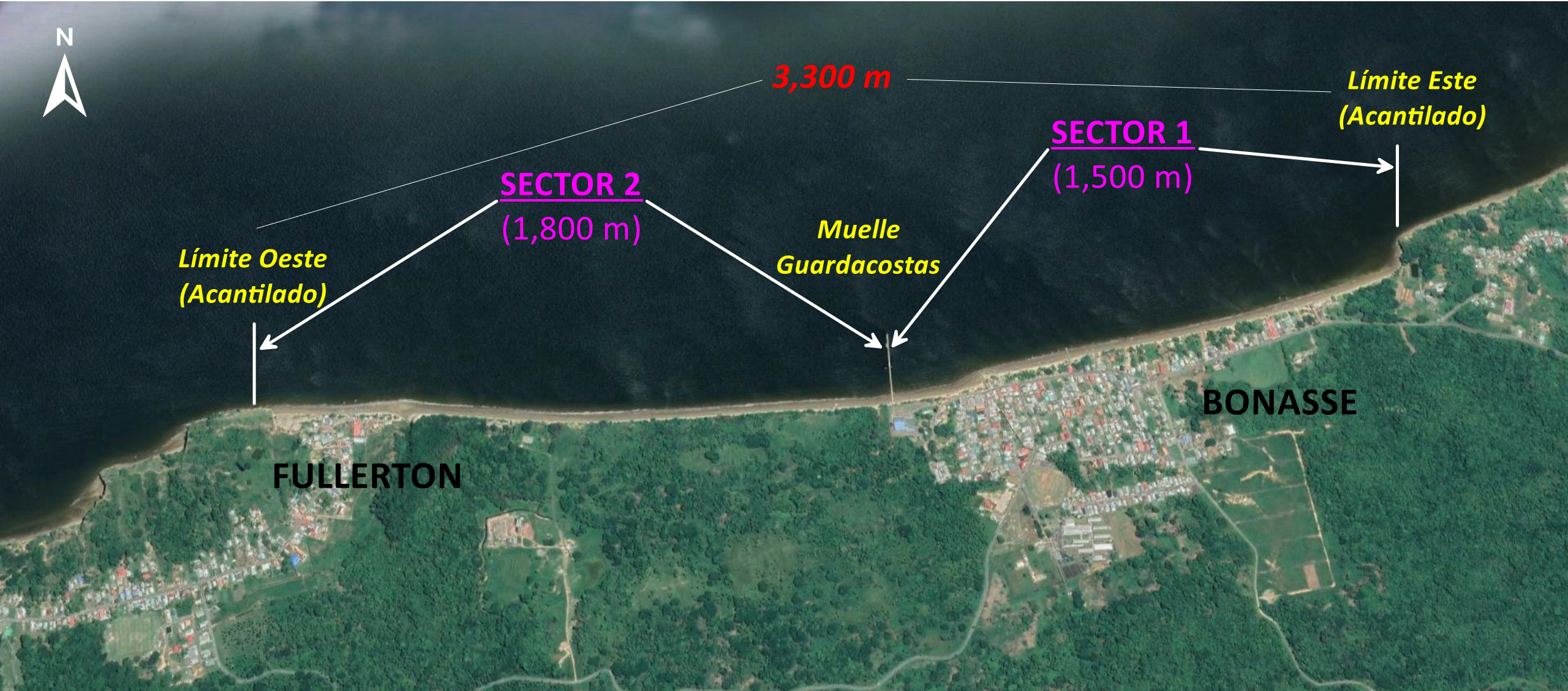


Marie Point, acantilado que limita al Este la playa de Bonasse.



Acantilado en Fullerton que limita al Oeste la playa de Bonasse.

Sectorización de la playa de acuerdo a la presión antrópica



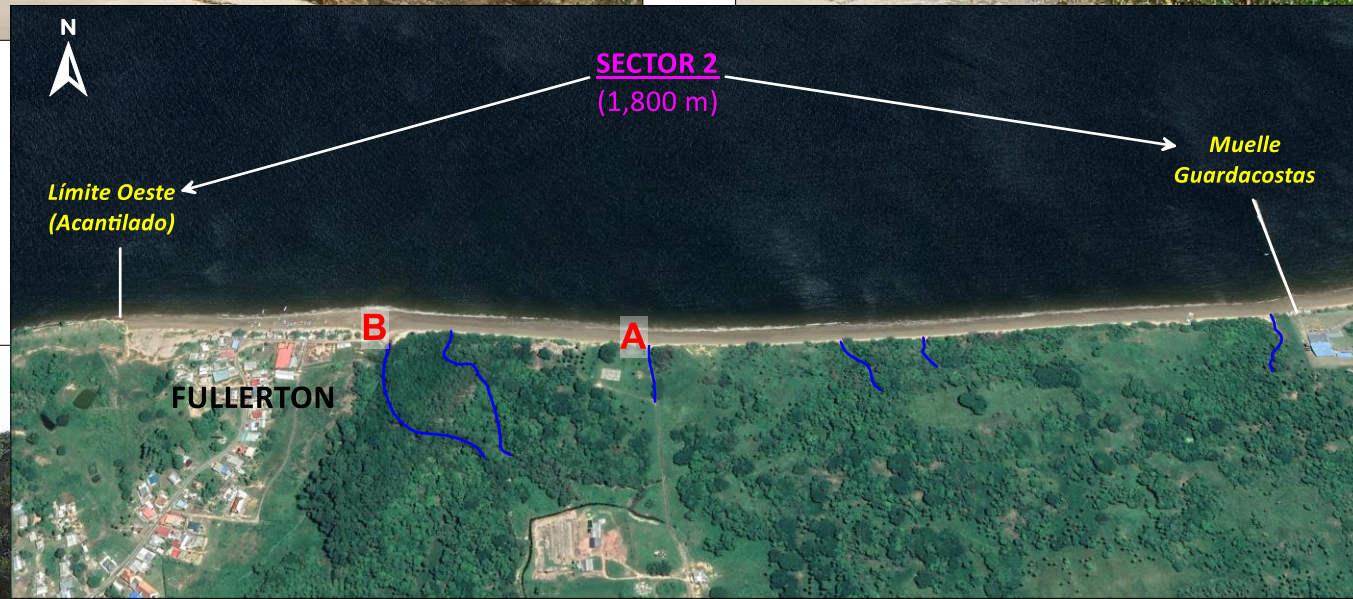


S
E
C
T
O
R
1





S
E
C
T
O
R
1



SECTOR 2





SECTOR 2



Trabajos topográficos

Coordenadas de los puntos de referencia del IMA utilizados para el levantamiento topográfico

Punto	Coordenadas UTM, Zona 20N (WGS-84)		
	Este	Norte	Altura
HUB1209	624349.512	1115875.088	9.207
Cedros01	624755.011	1115984.361	2.387

ETAPA 2

Trabajos de campo



IPReM
Greater Caribbean 2023
CONTINUATION | PROTECTION | RESTORATION | MANAGEMENT
JUNE 28th-30th, PANAMA

Trabajos topográficos



ETAPA 2

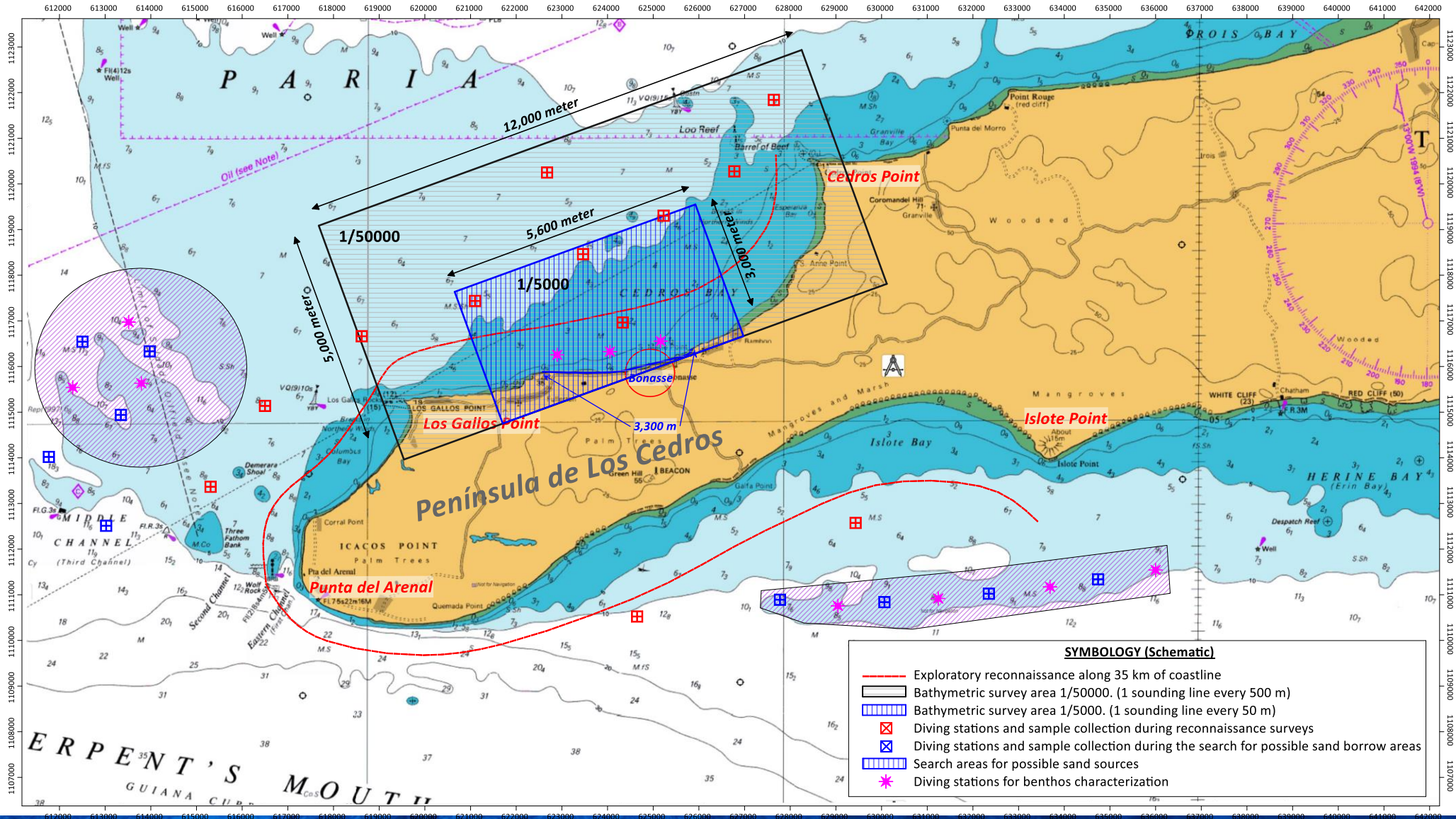
Trabajos de campo



Coordenadas de las cabezas de los perfiles establecidos durante los trabajos topográficos

Perfil	Coordenadas UTM, Zona 20N (WGS-84)		
	Este	Norte	Altura
Bonasse-1	622917.670	1115834.242	1.988
Bonasse-2	623216.440	1115844.097	2.053
Bonasse-3	623918.458	1115853.275	3.626
Bonasse-4	624491.019	1115919.843	2.541
Bonasse-5	624754.790	1115985.861	2.361
Bonasse-6	625186.846	1116065.828	4.238
Bonasse-7	625600.808	1116156.267	2.639

Programa de trabajo para la exploración de la plataforma insular de la Península de Los Cedros

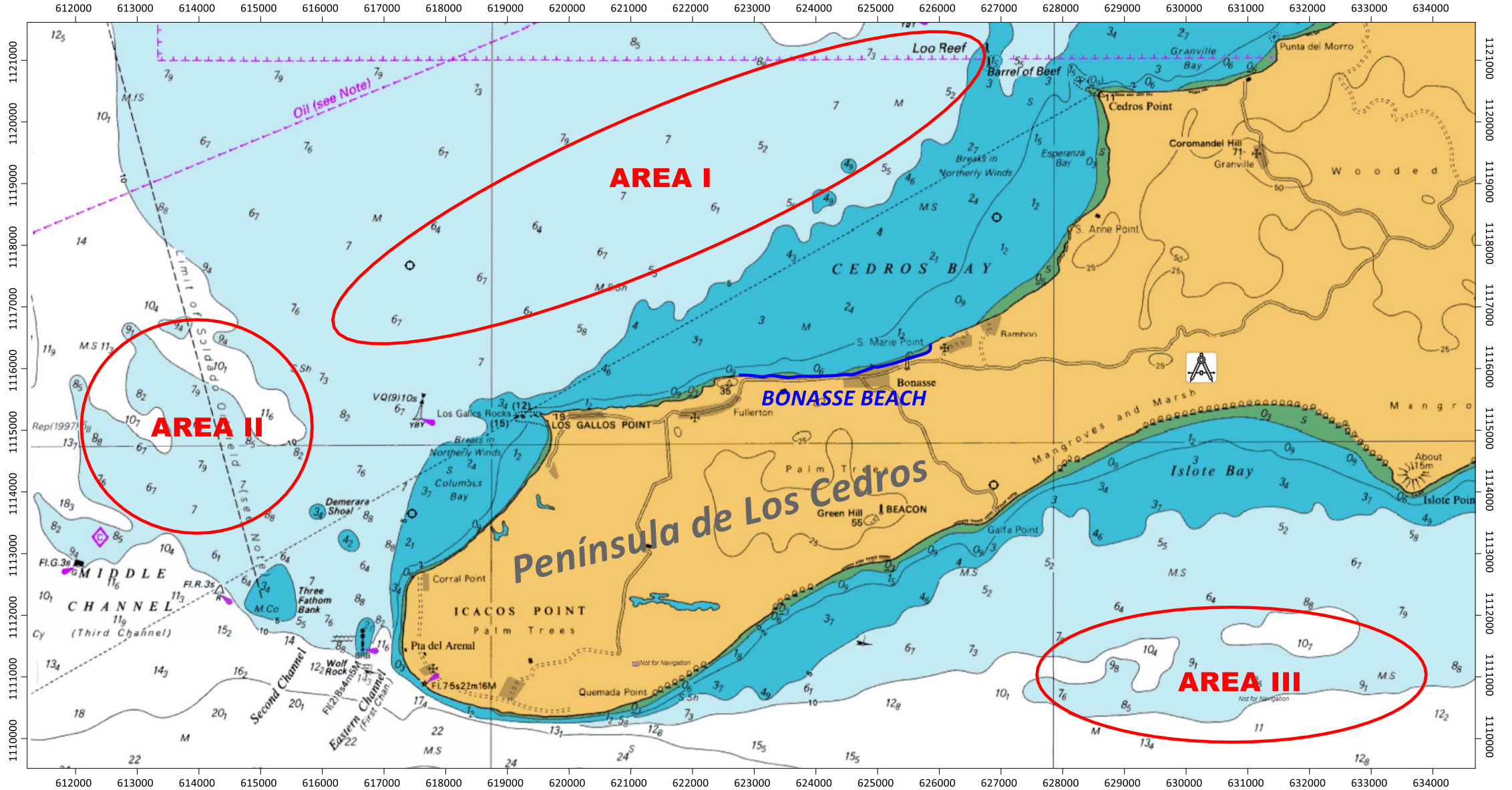


ETAPA 2

Trabajos de campo



Exploración de áreas potenciales como zonas de préstamo de arena



ETAPA 2

Trabajos de campo



Reunión de información y colaboración entre especialistas de GAMMA e IMA con la Guardia Costera de Bonasse



ETAPA 2

Trabajos de campo



Apoyo de embarcaciones de la guardia costera durante los trabajos de prospección geológica y levantamiento batimétrico en el Área III.

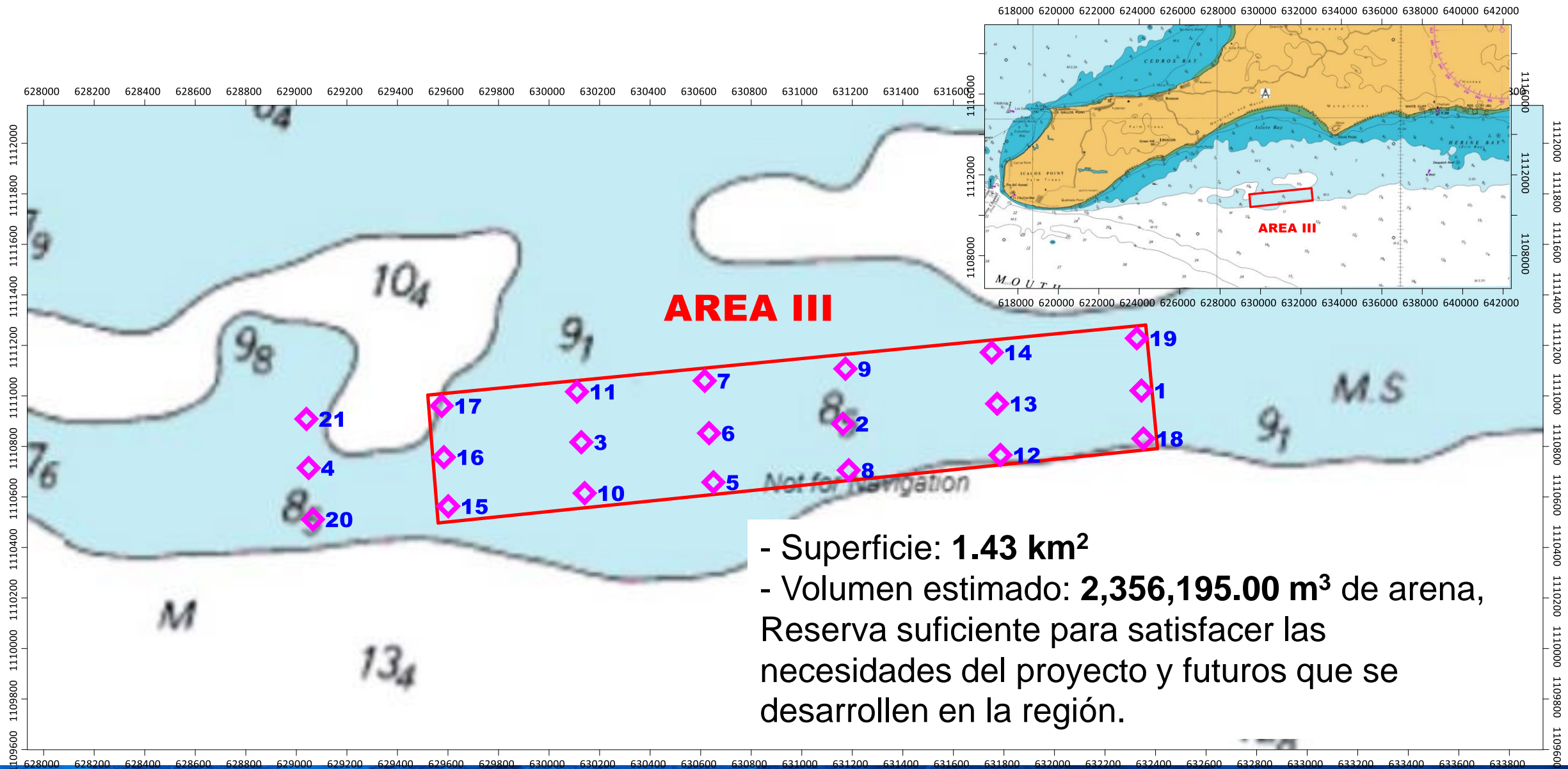


ETAPA 2

Trabajos de campo

Trabajos de prospección geológica y levantamiento batimétrico en el Área III.





ETAPA 3

Trabajos de laboratorio



Estufa Memmert Be20 utilizada para el secado de las muestras



Muestras de arena secadas en el horno durante 24 horas

Medios técnicos del laboratorio de sedimentología del IMA

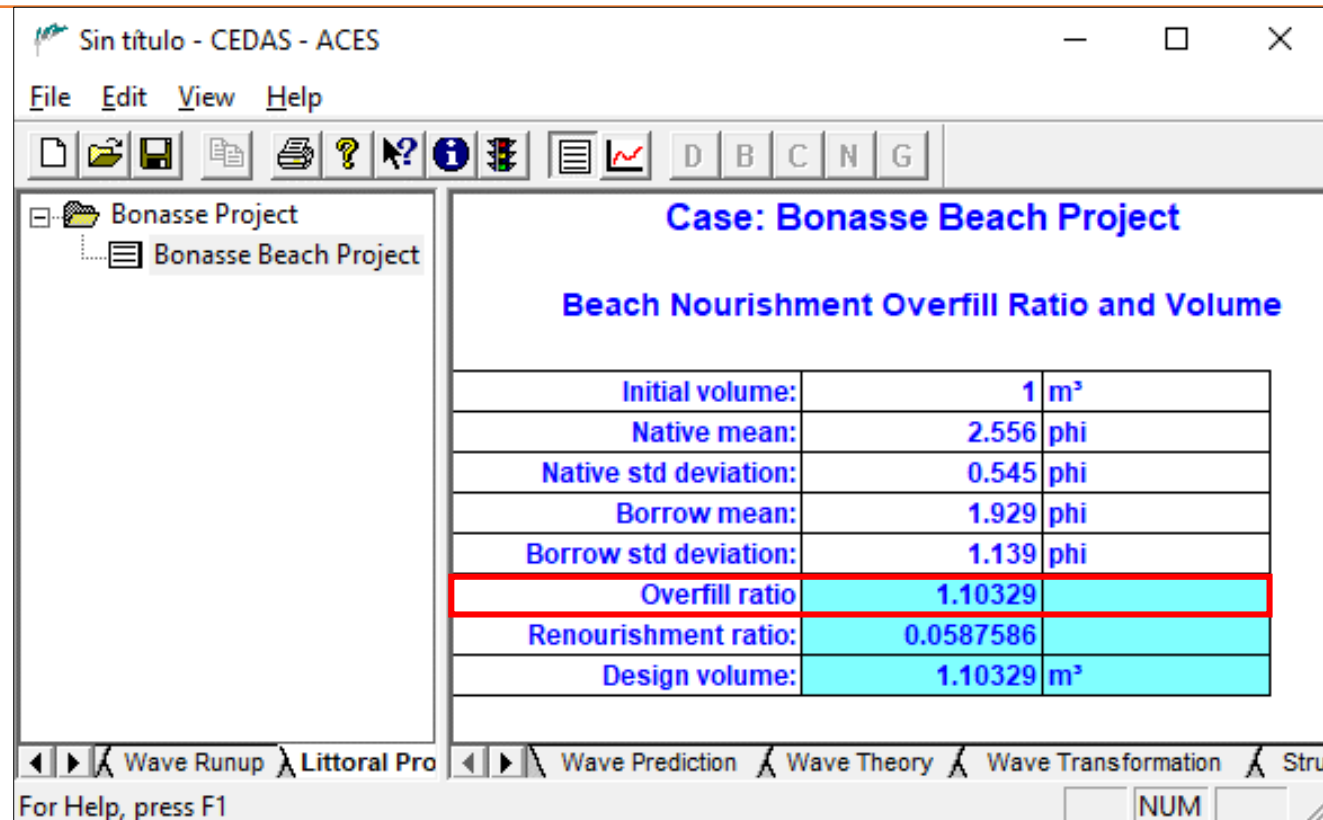


Juego de tamices utilizados para el tamizado de las muestras



Tamizadora Endecotts Octagon con juego de tamices

Muestra tipo playa				Muestra tipo zona de préstamo			
M (mm)	M (ϕ)	Desv. Stand (ϕ)	Clasif.	M (mm)	M (ϕ)	Desv. Stand (ϕ)	Clasif.
<u>0.170</u>	2.556	0.545	Arena Fina	<u>0.216</u>	1.929	1.139	Arena Fina



Sin título - CEDAS - ACES

File Edit View Help

Bonasse Project
Bonasse Beach Project

Case: Bonasse Beach Project

Beach Nourishment Overfill Ratio and Volume

Initial volume:	1	m ³
Native mean:	2.556	phi
Native std deviation:	0.545	phi
Borrow mean:	1.929	phi
Borrow std deviation:	1.139	phi
Overfill ratio	1.10329	
Renourishment ratio:	0.0587586	
Design volume:	1.10329	m ³

Wave Runup Littoral Pro Wave Prediction Wave Theory Wave Transformation Stru

For Help, press F1

NUM

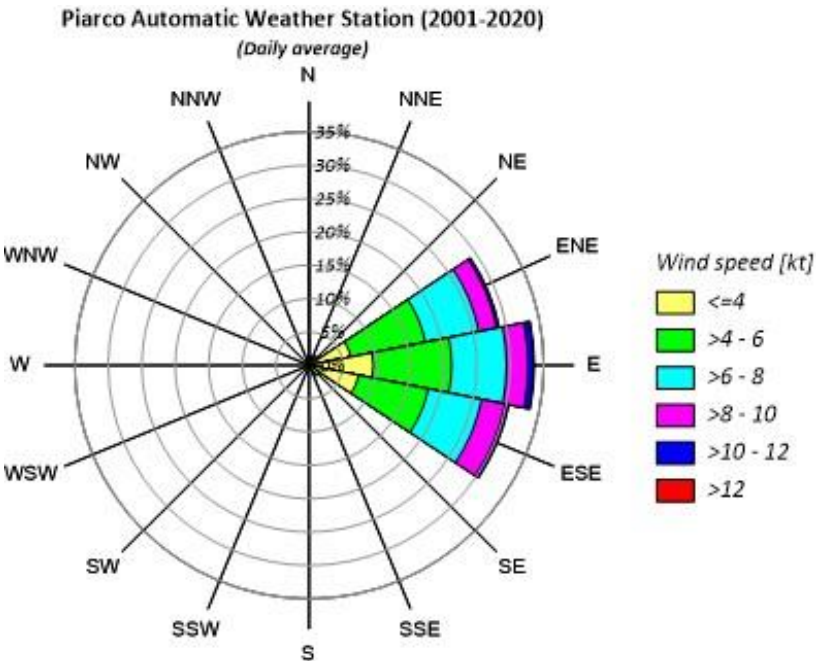
¿Por qué hay erosión en la playa si por su localización esta no debería existir?



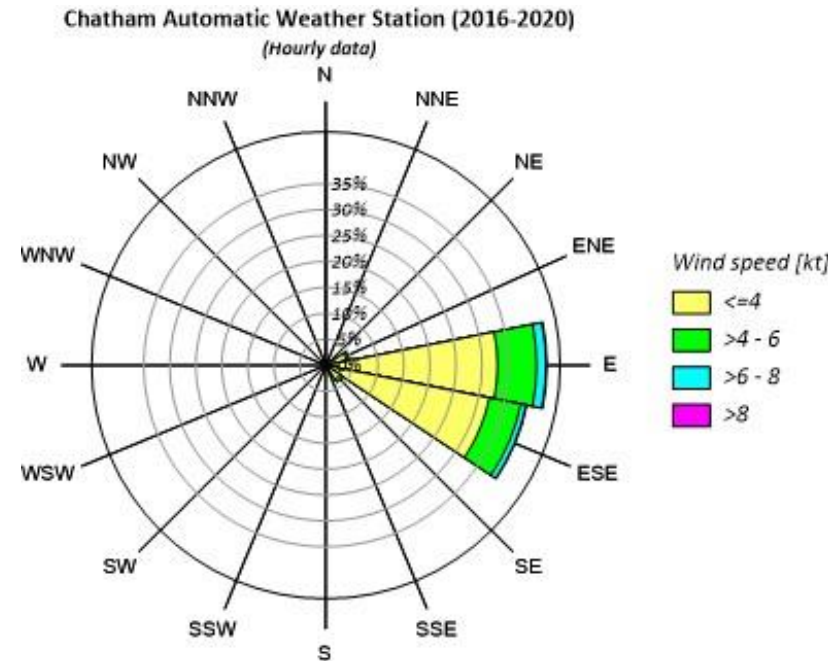
Google Earth

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image Landsat / Copernicus

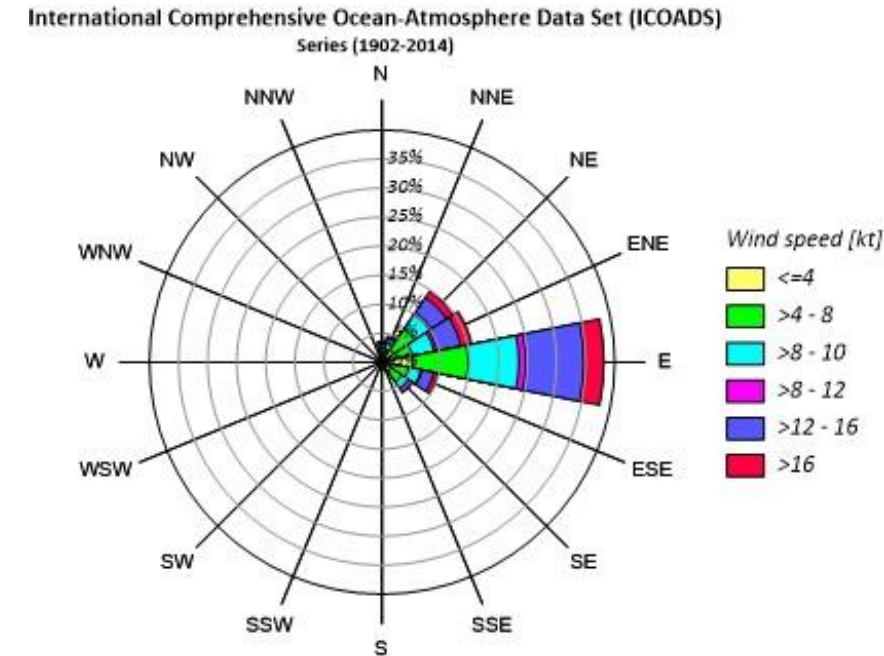
Características del régimen hidrodinámico: Vientos en la región y la zona de estudio



Rosa de vientos para todos los rumbos. Estación automática de Piarco. Periodo de medición 2001-2020



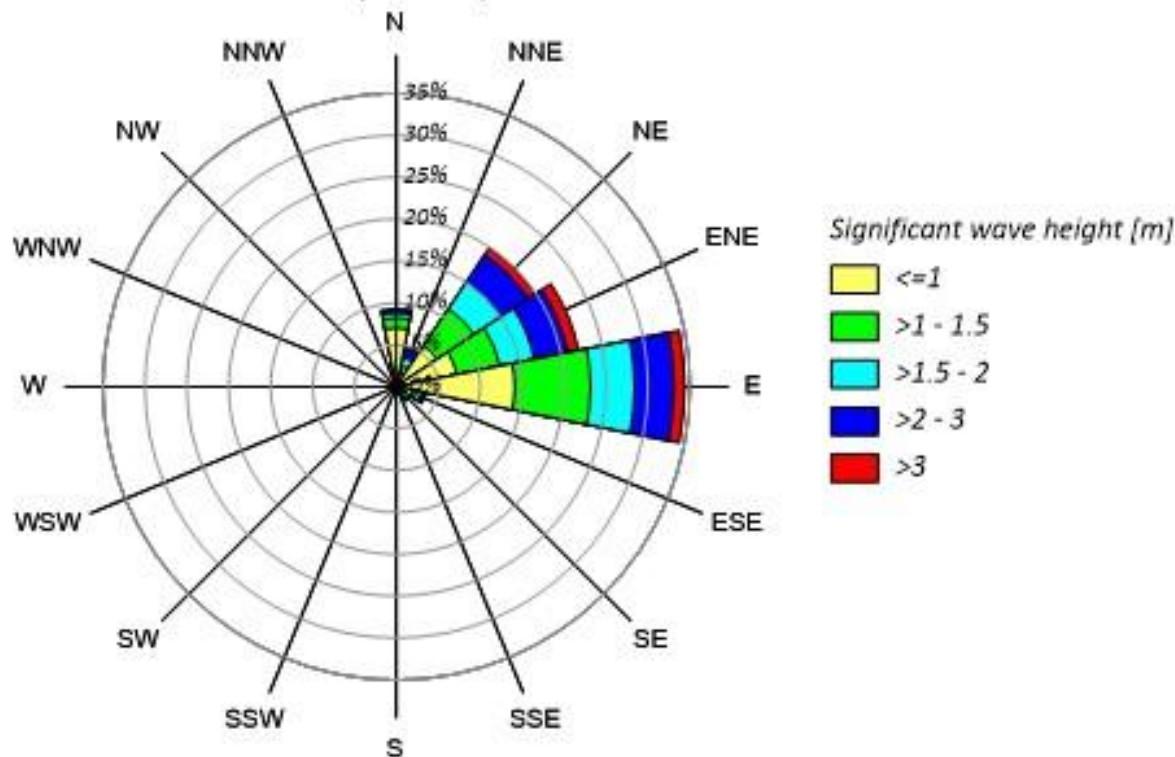
Rosa de vientos para todos los rumbos. Estación automática de Chatham. Periodo de medición 2016-2020



Rosa de vientos para todos los rumbos. Serie ICOADS 1902-2014, con información de buques en ruta y plataformas petroleras en el Golfo de Paria

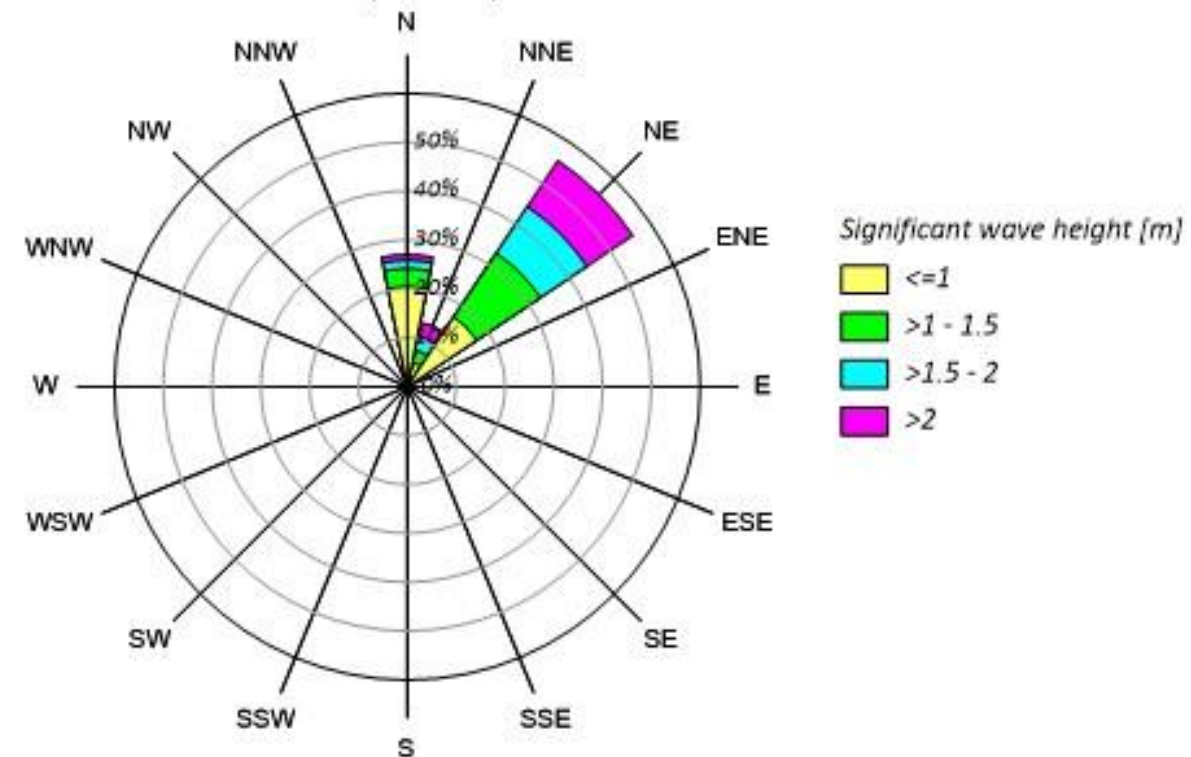
Características del régimen hidrodinámico: Oleaje Habitual.

International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (ICOADS)
Series (1902-2014)



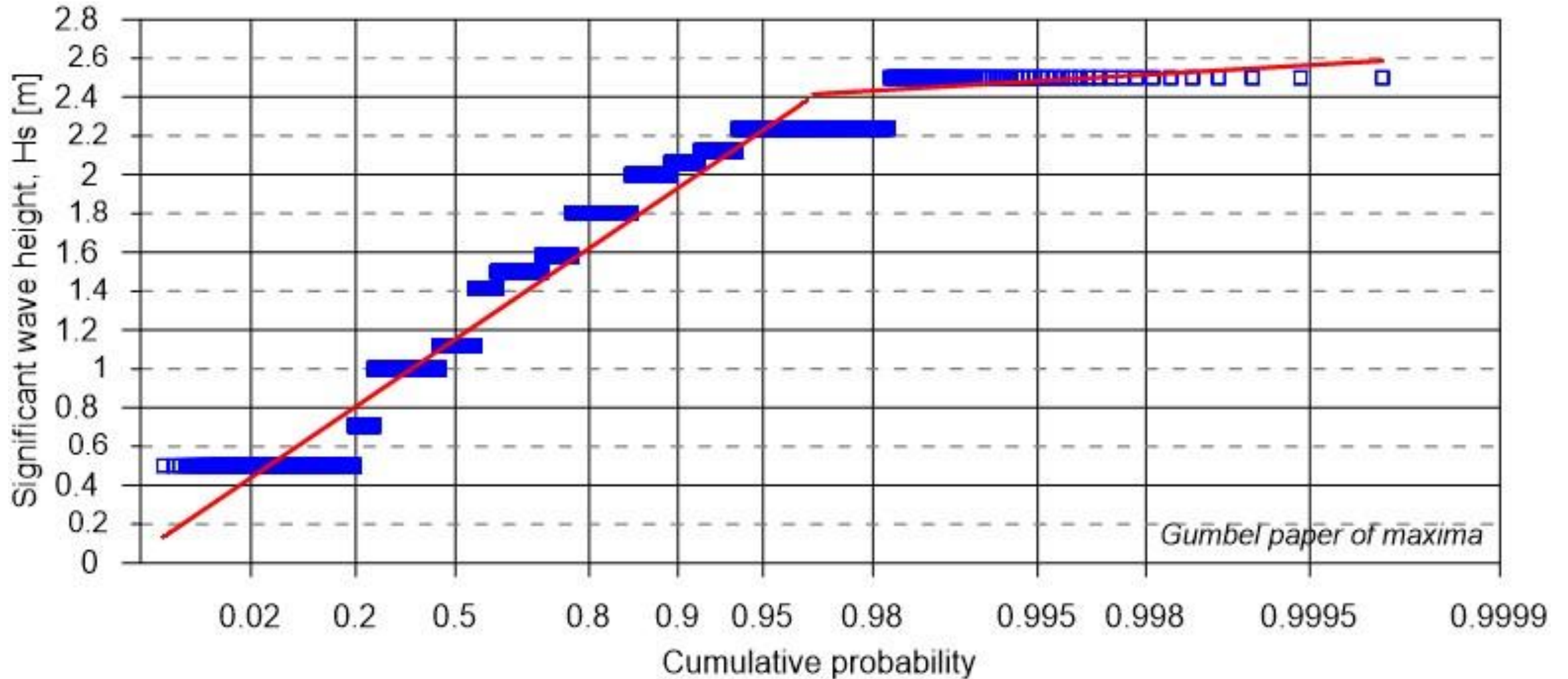
Rosa de oleaje para todos los rumbos. Serie ICOADS 1902-2014, con información de buques en ruta y plataformas petroleras en el Golfo de Paria.

International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (ICOADS)
Series (1902-2014)



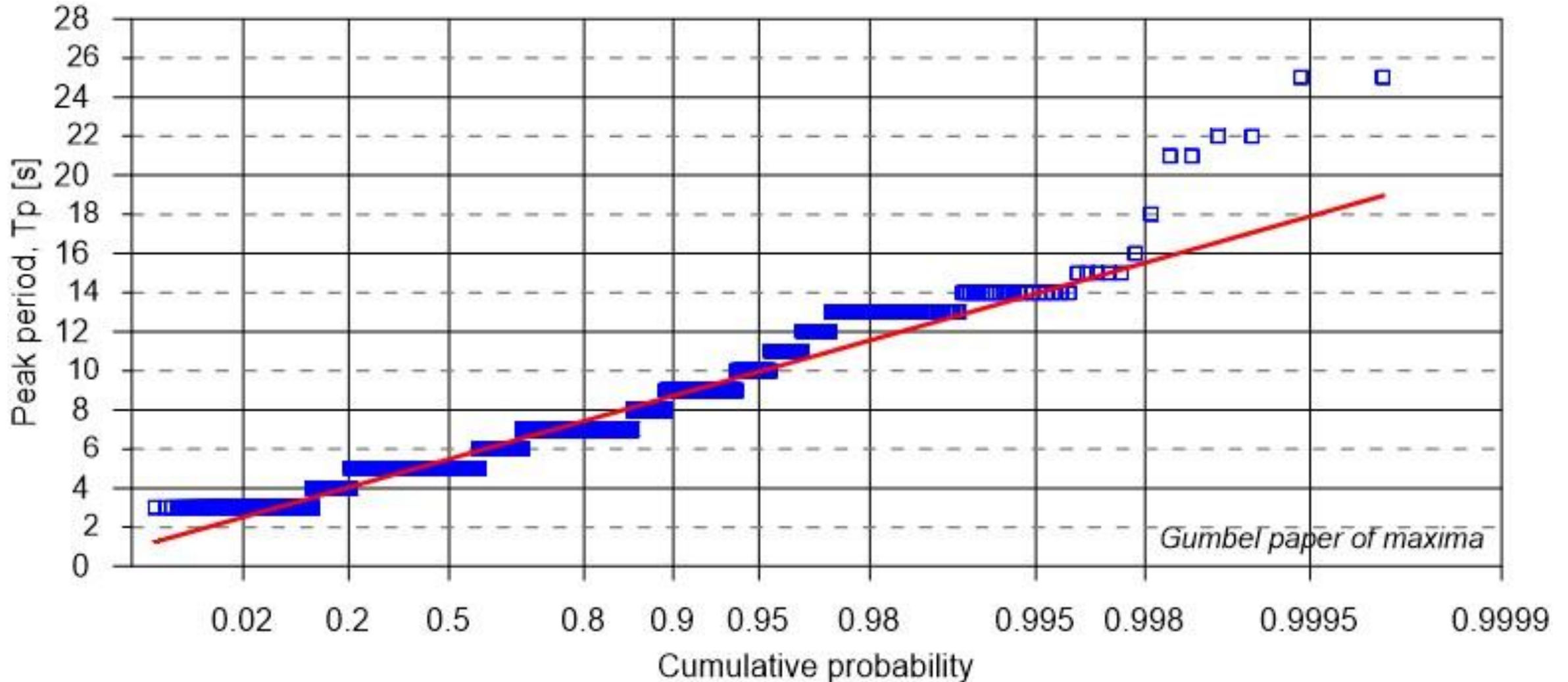
Rosa de oleaje para rumbos de interés. Serie ICOADS 1902-2014, con información de buques en ruta y plataformas petroleras en el Golfo de Paria

Características del régimen hidrodinámico



Régimen medio de altura de oleaje significativo (H_s) para profundidades indefinidas en el Golfo de Paria. Serie ICOADS 1902-2014

Características del régimen hidrodinámico



Régimen medio de periodo de pico (T_p) para profundidades indefinidas en el Golfo de Paria. Serie ICOADS 1902-2014.

Características del régimen hidrodinámico

Lista de tormentas históricas que han afectado a Trinidad y Tobago entre el 1851 – 2021.

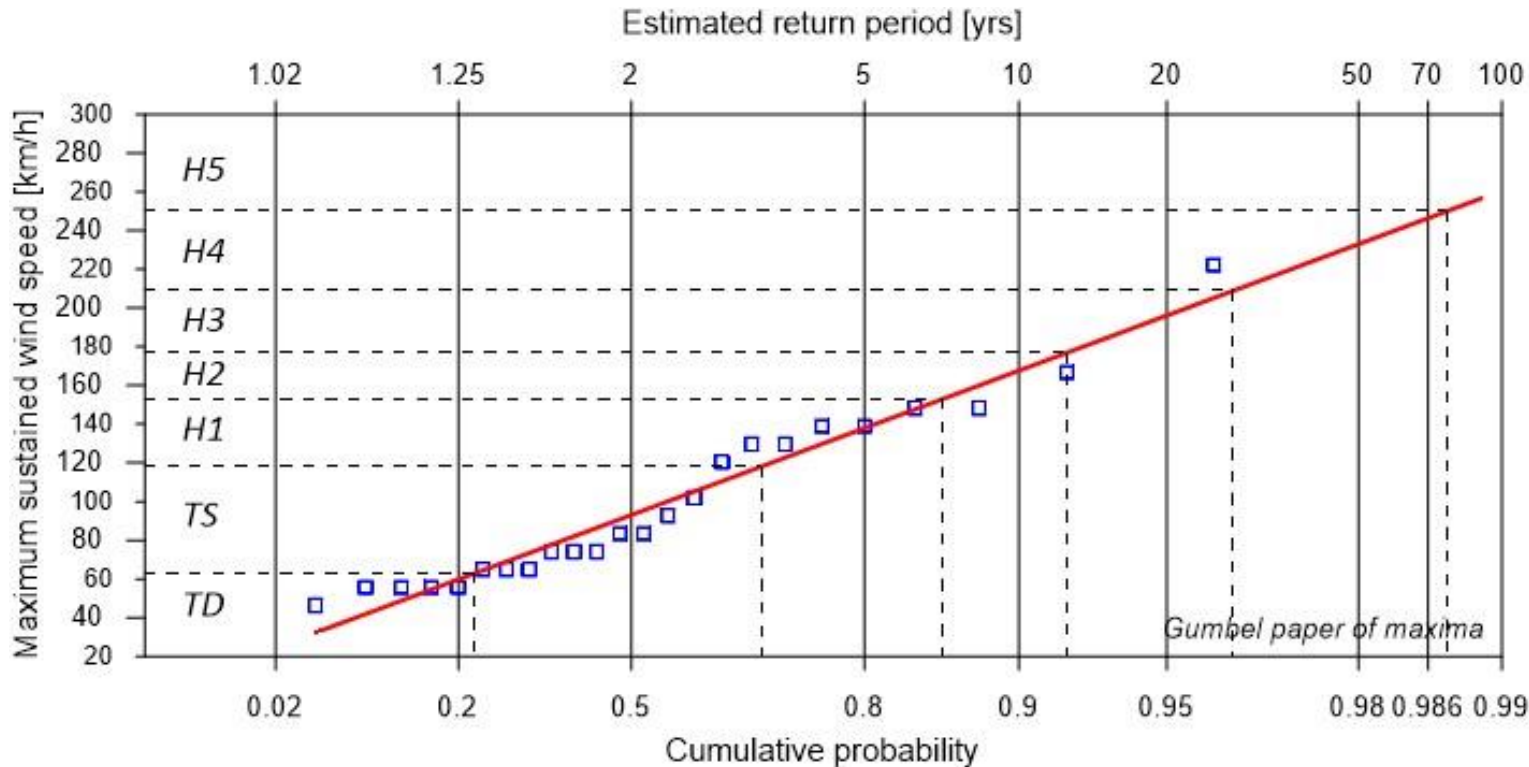
Mes	TD	TS	H1	H2	H3	H4	H5	Total
Junio	-	1	1	-	-	-	-	2
Julio	1	1	1	-	-	-	-	3
Agosto	3	5	1	-	-	-	-	9
Septiembre	1	2	2	1	-	1	-	7
Octubre	-	-	2	-	-	-	-	2
Noviembre	-	1	-	-	-	-	-	1
Totales	5	10	7	1	0	1	0	24
Porcentaje	21%	42%	29%	4%	0%	4%	0%	100%

Facilitada por el Servicio Meteorológico de Trinidad y Tobago, a través del IMA, la cual fue verificada y ampliada con información disponible en el sitio web del US National Hurricane Centre.

Características del régimen hidrodinámico

Trinidad y Tobago históricamente ha sido afectado por 24 eventos ciclónicos: 5 casos con la categoría de depresión tropical (TD), 10 casos con la categoría de tormenta tropical (TS) y 9 con la categoría de huracán (H), de ellos 7 huracanes de categoría 1 (H1), 1 huracán de categoría 2 (H2) y 3 huracanes de categoría 4 (H4), de acuerdo a la escala Saffir-Simpson (Simpson, 1974), durante el período 1851-2021

Características del régimen hidrodinámico

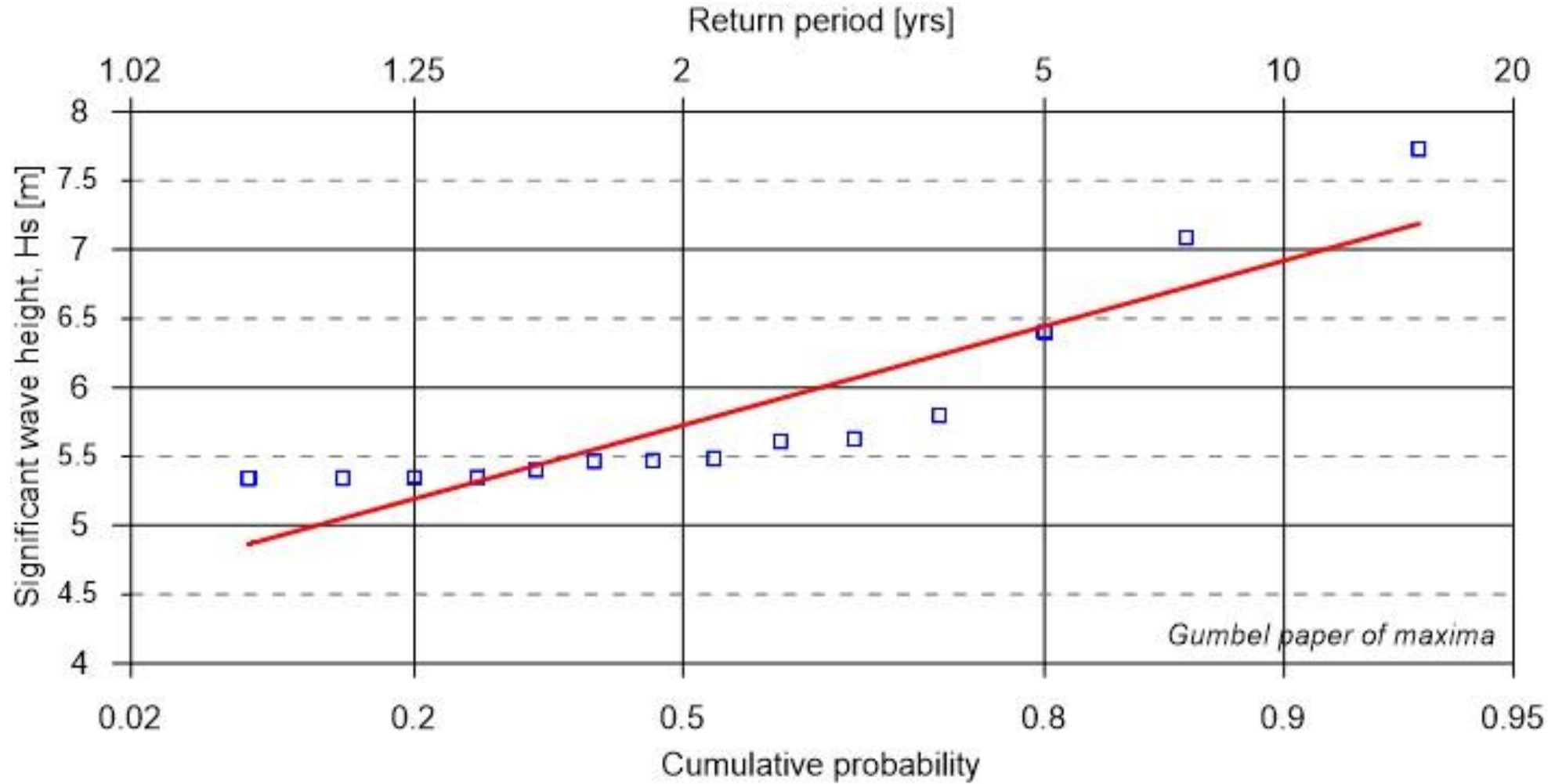


Categoría	Periodo de retorno (Años)	Probabilidad (%)
TD	1.04	96%
TS	1.29	77%
H1	3.24	31%
H2	7.07	14%
H3	12.57	8%
H4	27.35	4%
H5	76.45	1%

Representación del periodo de retorno de las tormentas tropicales por categorías para Trinidad y Tobago. Distribución Gumbel de máximos.

Periodo de retorno y probabilidad de excedencia asociada, para ciclones tropicales que afectaron a Trinidad y Tobago, desde la categoría TD a la categoría H5 de la escala Saffir-Simpson

Características del régimen hidrodinámico: Oleaje extremal



Régimen extremal de altura de ola significativa (H_s) en profundidades indefinidas, asociado a tormentas tropicales frente a las costas de Trinidad y Tobago. Distribución Gumbel de máximos.

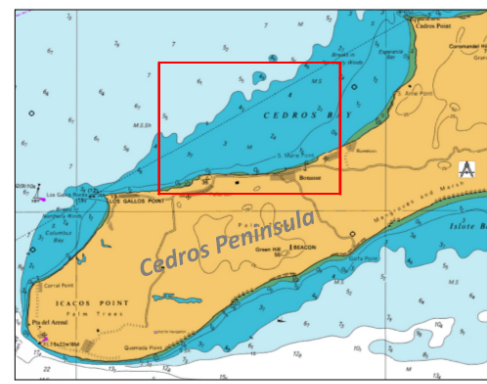
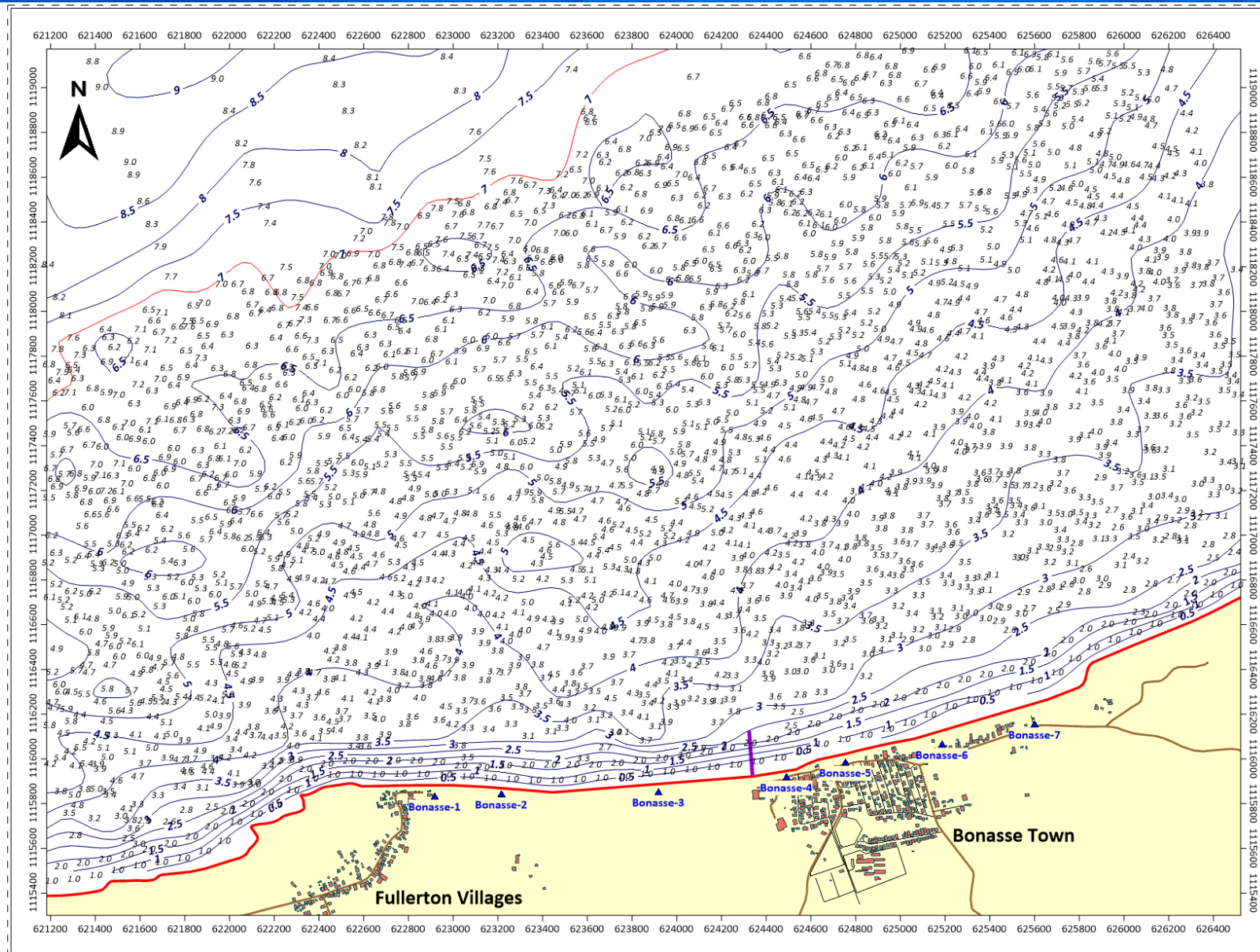
Características del régimen hidrodinámico

Escenarios y parámetros para la modelización de las olas

Parámetro	Escenarios (Oleaje)	
	Habitual	Depresión Tropical
Altura significativa (Hs)	1.20 m	4.86 m
Periodo de pico (Tp)	6 s	9 s
Direcciones	N, NNE, NE	NW, N, NE

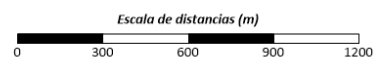
ETAPA 4

Trabajos de gabinete



Simbología:

- 4.0 — Isobatas
- 7.0 — Isobata de 7 m
- 3.7 — Profundidades
- ▲ Bonasse-2 — Perfiles de playa
- — Línea de costa
- — Espigón



Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
 Datum: World Geodetic System 1984
 Sistema de Coordenadas UTM zona 20N WGS84

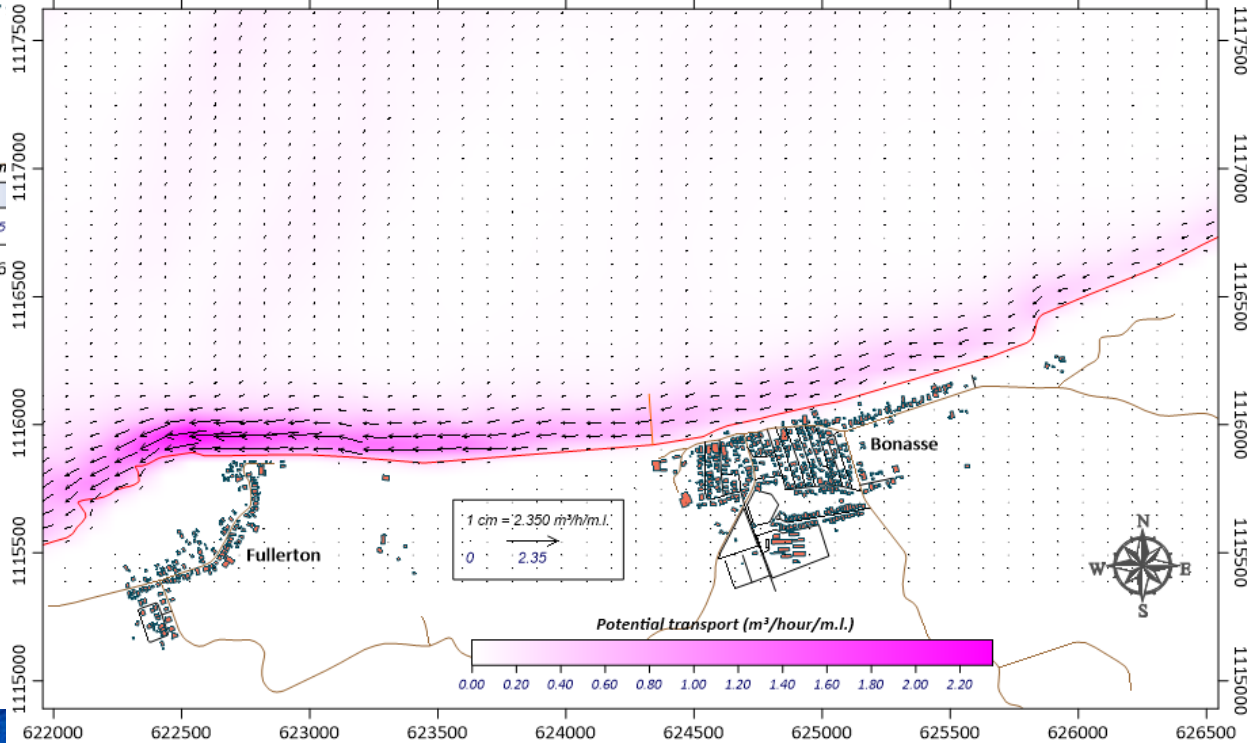
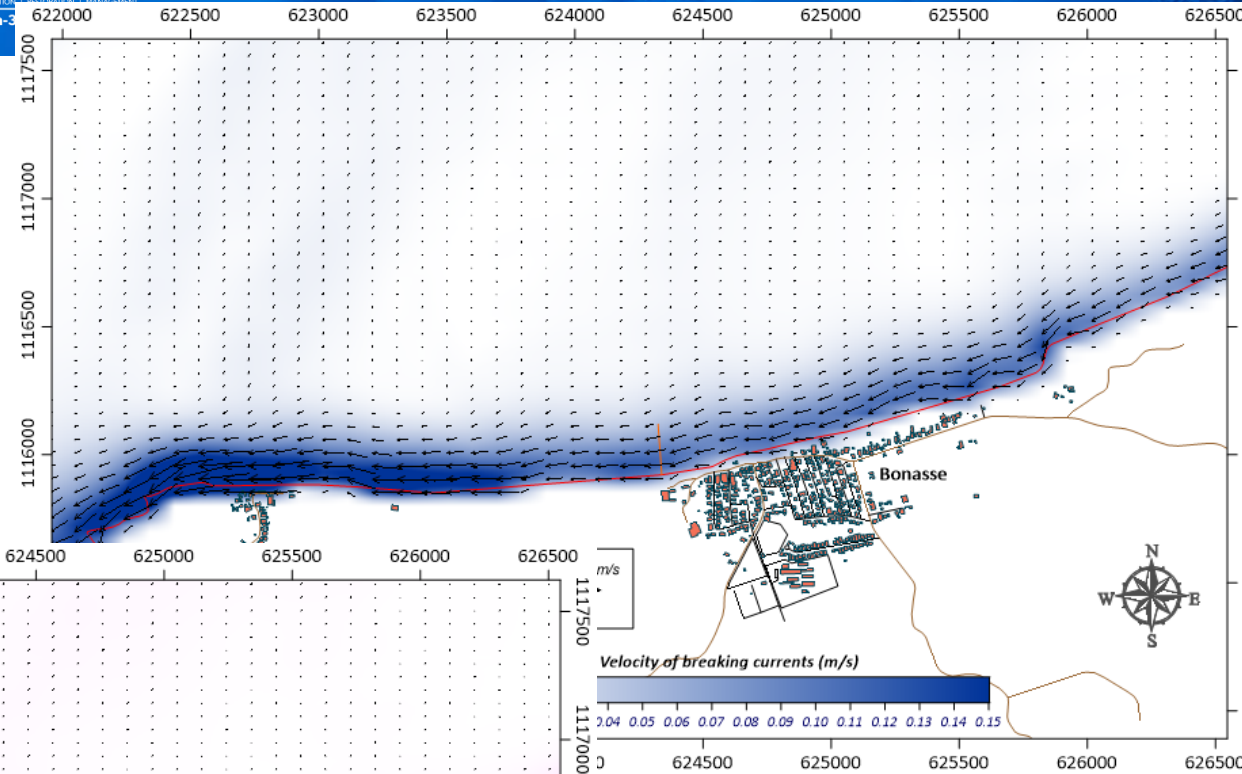
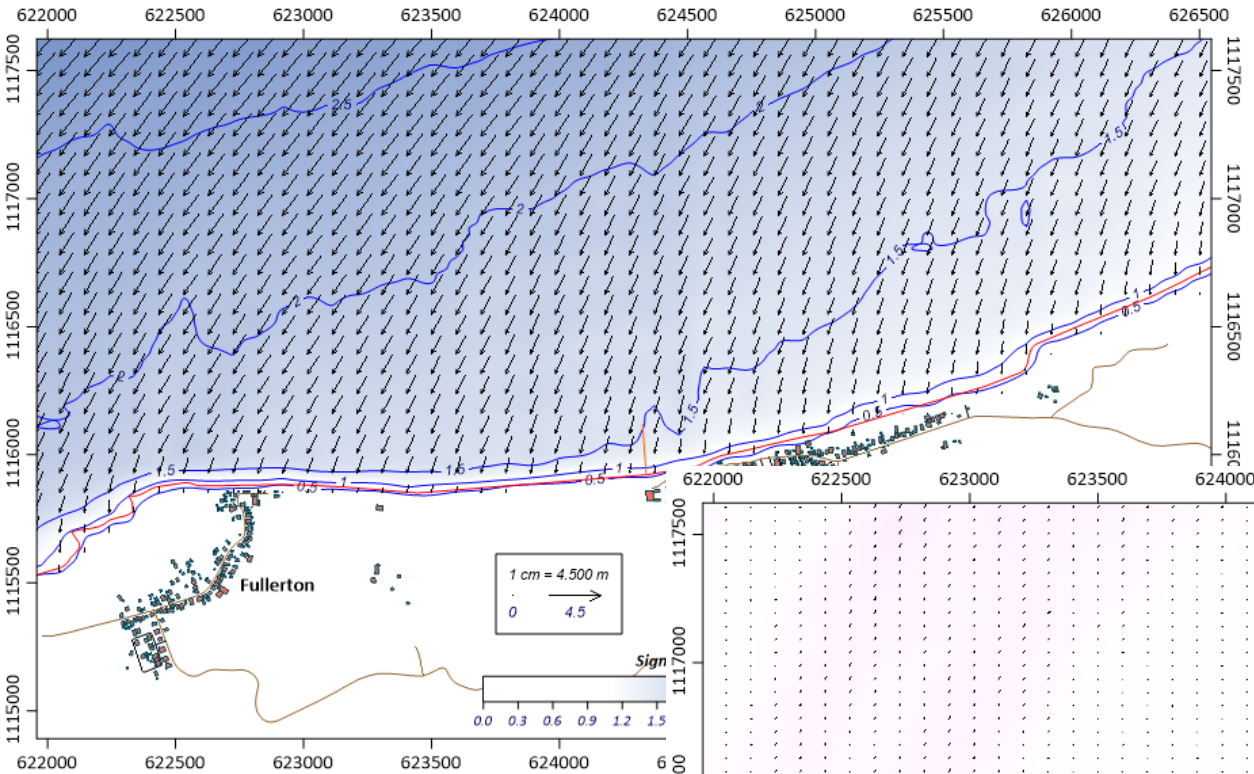
Profundidades en metros, referidas al nivel medio del mar
 Isobatas cada 0.50 m.

NO USAR como Carta Náutica

		MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE DE CUBA	
JEFE DE PROYECTO: MSc. Miguel Izquierdo Álvarez		PROYECTO: PROYECTO PARA LA REHABILITACION DE LA PLAYA DE BONASSE, CEDROS BAY TRINIDAD Y TOBAGO	
ELABORADO POR: MSc. Miguel Izquierdo Álvarez		TÍTULO: BATIMETRÍA DE LA ZONA COSTERA DE LA PLAYA DE BONASSE	
REVISADO POR: MSc. Leonel I. Peña Fuentes		ESCALA: 1: 13000 PLANO: 1	
FECHA: Agosto 2022			

ETAPA 4

Trabajos de gabinete



Sistema de Modelado Costero (SMC)

(Universidad de Cantabria, España)

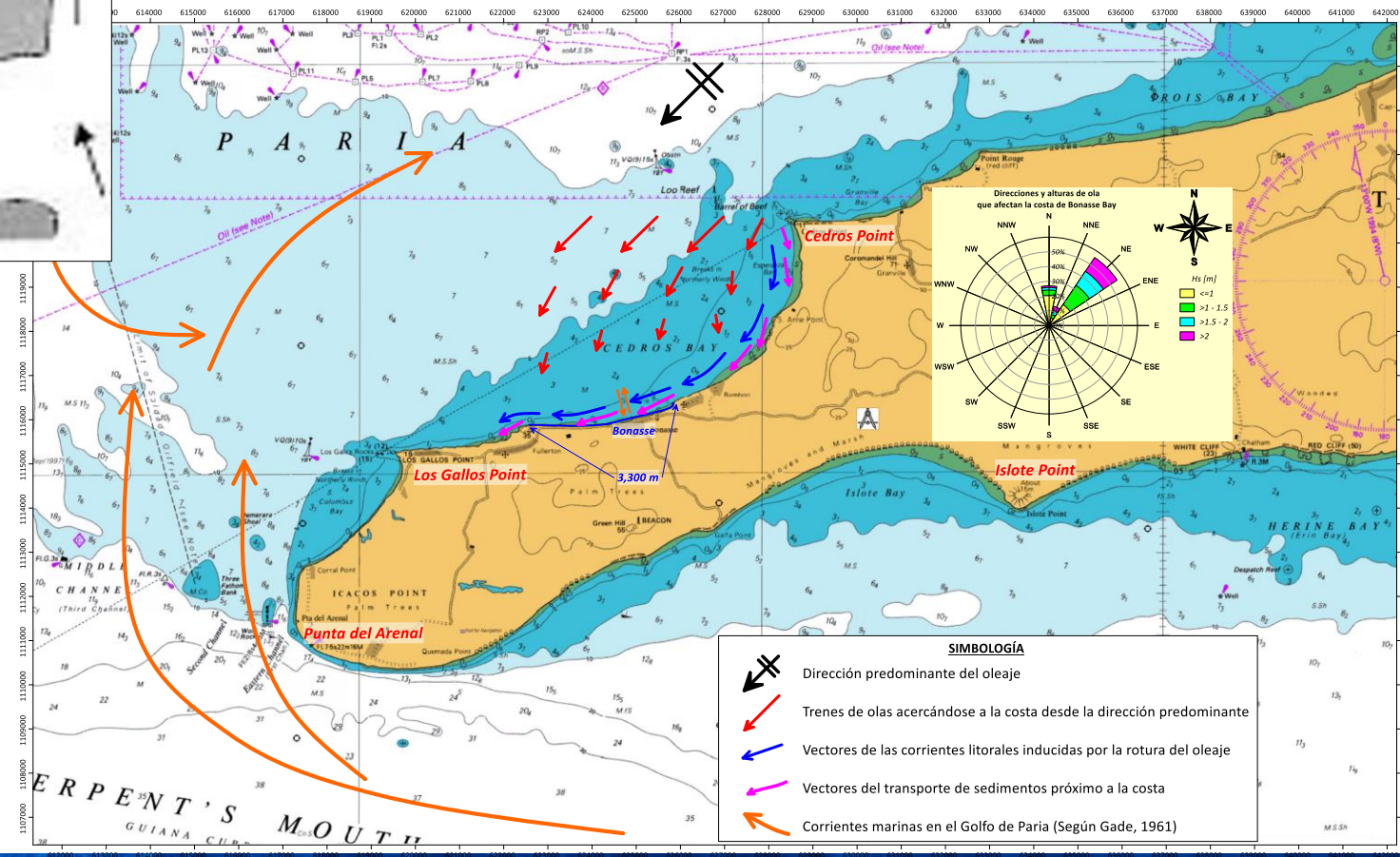
ETAPA 4

Trabajos de gabinete



Patrones de las corrientes en el Golfo de Paria (Gade 1961).

Esquema morfodinámico de funcionamiento de la playa de Bonasse.



CAUSAS DE LA EROSIÓN

Las causas de la erosión son, fundamentalmente naturales, asociadas al desbalance sedimentario de la playa, producto del déficit en los aportes de sedimentos provenientes de los acantilados aguas arriba, lo cual provoca que sean mayores los sedimentos que escapan de la playa por las corrientes litorales, que aquellos sedimentos que ingresan a la playa desde los acantilados, marcando una tendencia erosiva irreversible de manera natural.

Resulta comprensible que las actuaciones para solucionar los problemas de erosión, se orienten a la eliminación y/o mitigación de las causas que los generan y a la ejecución de trabajos que permitan la rehabilitación de los sectores de playa erosionados.

ESTRATEGIA PARA LA RECUPERACIÓN Y PROTECCIÓN DE LA PLAYA

El conjunto de medidas propuesto se puede clasificar como:

- 1- Medidas a corto plazo (<3 años)
- 2- Medidas a mediano plazo (3-7 años)
- 3- Medidas a largo plazo

MEDIDAS A CORTO Y MEDIO PLAZO

Acciones de manejo

- 1- Limpieza y saneamiento del litoral
- 2- Gestión de drenajes
- 3- Eliminación de estructuras rígidas

Acciones ingenieras

- 1- Alimentación artificial de arena
- 2- Restauración sistema dunar
- 3- Revegetación de dunas

ETAPA 4

Trabajos de gabinete



ETAPA 4

Trabajos de gabinete

Tutor de Ingeniería de Costas - [SED 3.2 Regeneración de playas]

Archivo Ver Ventana Ayuda

DINÁMICAS

- PROCESOS LITORALES
 - 1. Propiedades de los sedimentos
 - 2. Transporte de sedimentos
 - 3. Perfil de playas
 - 3.1 Perfil de equilibrio
 - 3.2 Regeneración de playas
 - 4. Forma en planta
 - 5. Estados morfodinámicos
 - 6. Procesos litorales en estuarios
- OBRAS
- IMPACTO AMBIENTAL

Entradas

Tipo de ejecución

Calcular volumen de relleno

Avance línea de costa:

Calcular avance de la línea de costa

Volumen de relleno:

Características de los sedimentos

Diámetro material nativo:

Diámetro material de relleno:

Pendiente natural arena:

Profundidad de corte:

Cota de la berma:

Factor K (A=K·W^{0.44}):

Caso de ejecución

Perfil completo

Perfil con laja

Profundidad de la laja:

Perfil con muro

Prof. a pie de muro:

Perfil con laja y muro

Profundidad de la laja:

Prof. a pie de muro:

Resultados

Volumen de relleno: **105.13**

Avance línea vertido: **46.19**

Distancia muro-origen:

Coeficientes de Dean

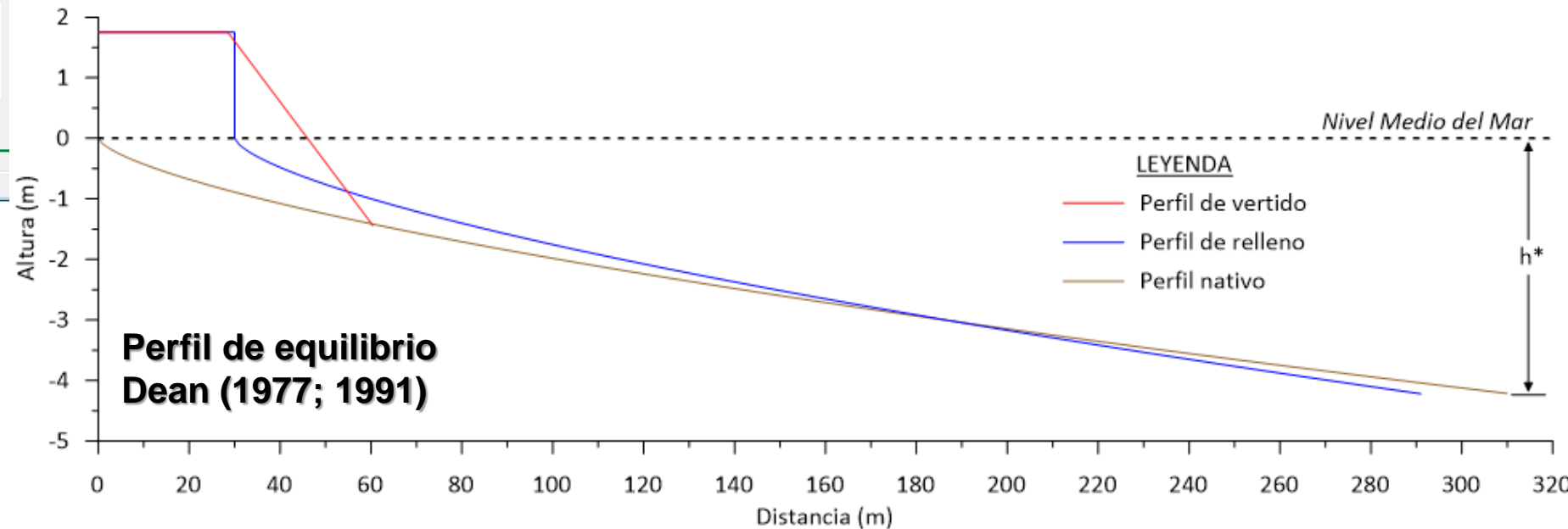
Coef. A material nativo: **0.09**

Coef. A material de relleno: **0.10**

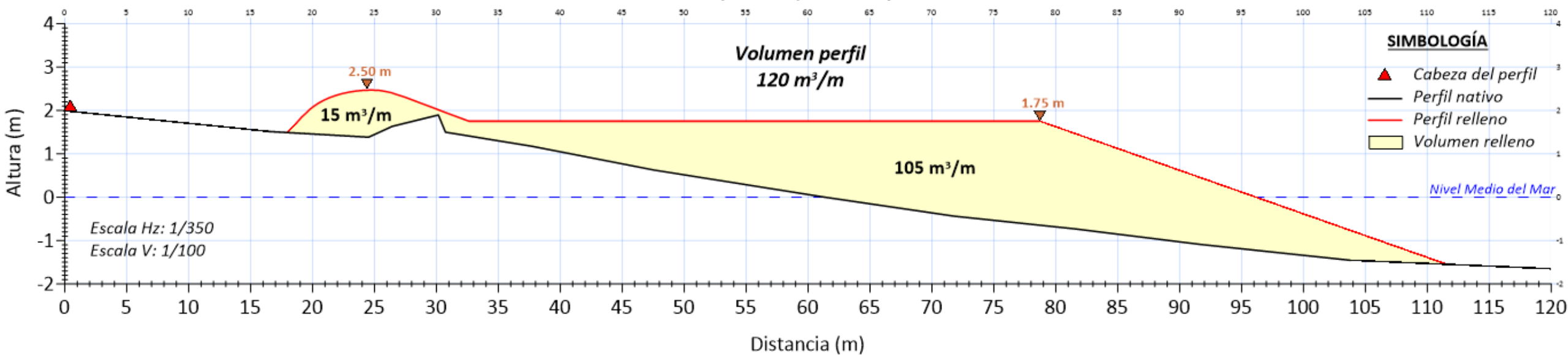
Sistema de Modelado Costero (SMC)

(Universidad de Cantabria, España)

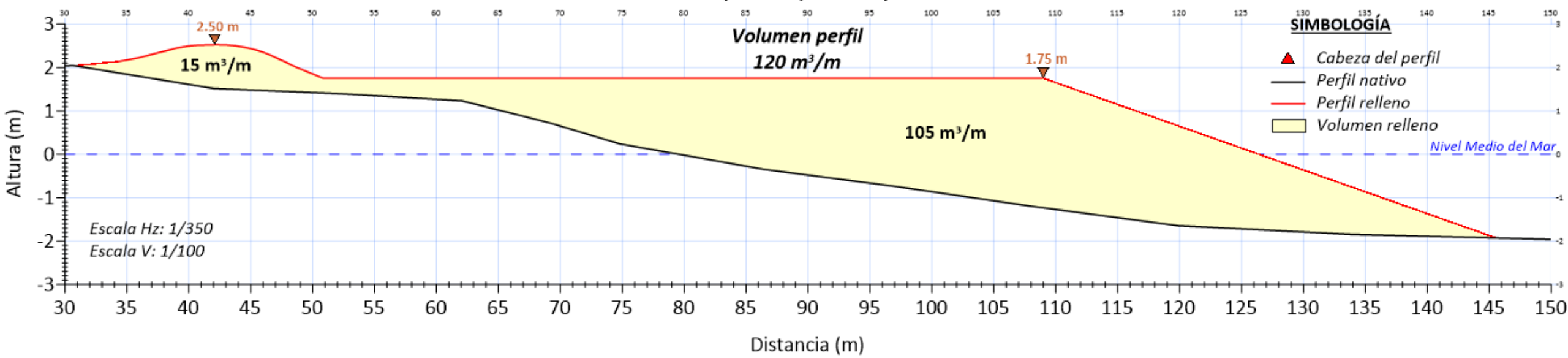
Gráfico de perfiles



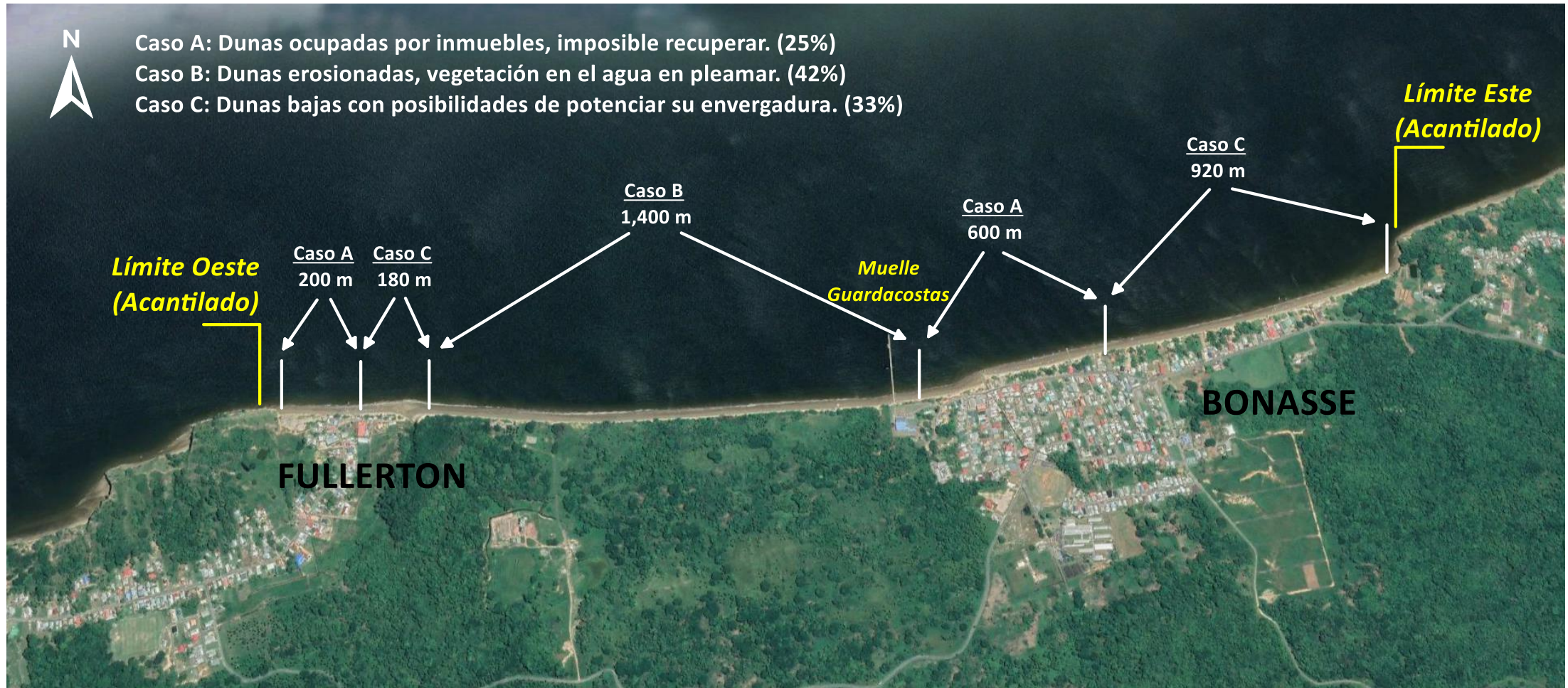
Perfil de Diseño "Bonasse 1" (Sector 2, Fullerton)



Perfil de Diseño "Bonasse 7" (Sector 1, Bonasse)



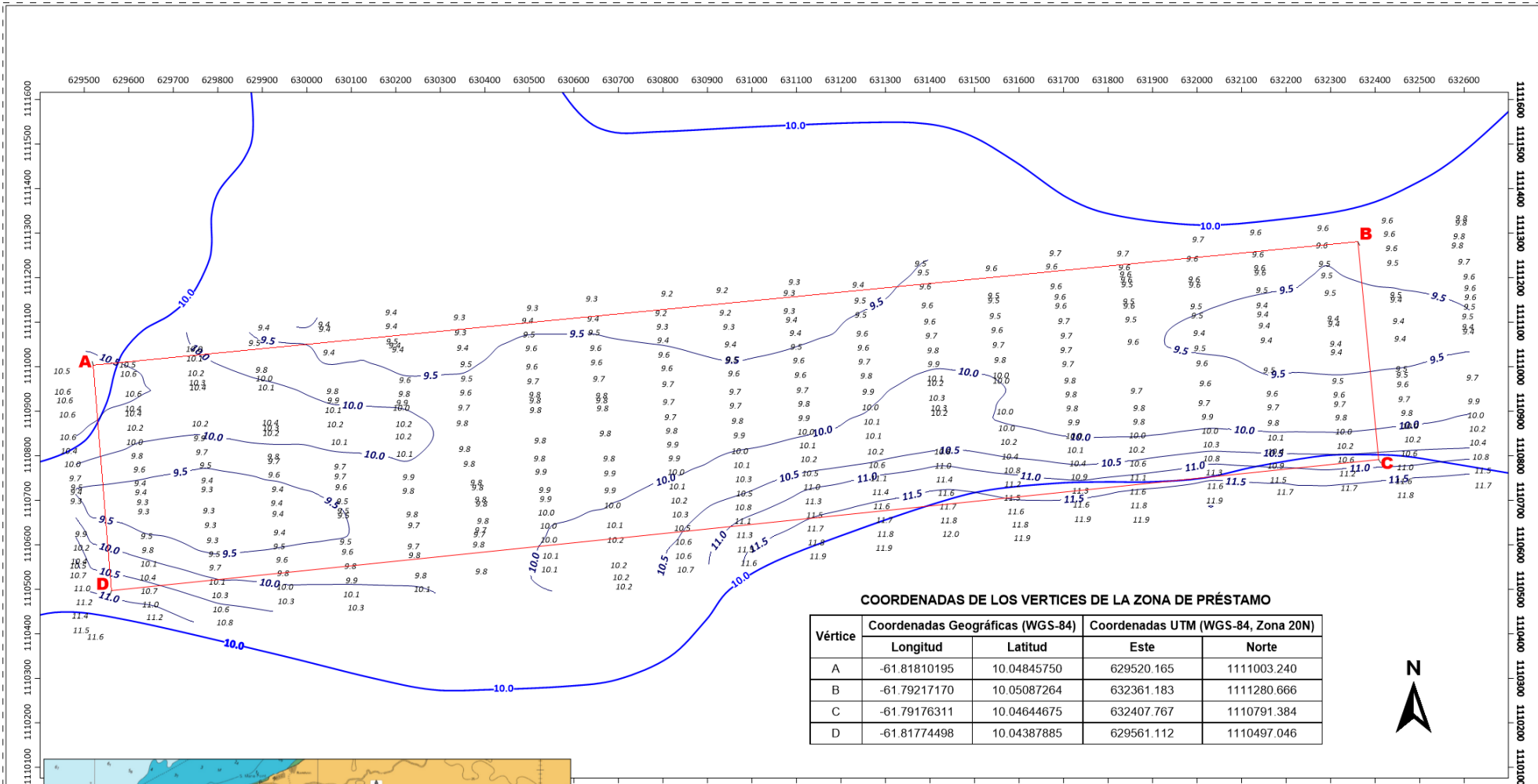
Zonación de las dunas para la aplicación de acciones durante el vertimiento de arena



El volumen de arena necesario para la rehabilitación y protección de la playa de Bonasse es de 397,650 m³ de arena.

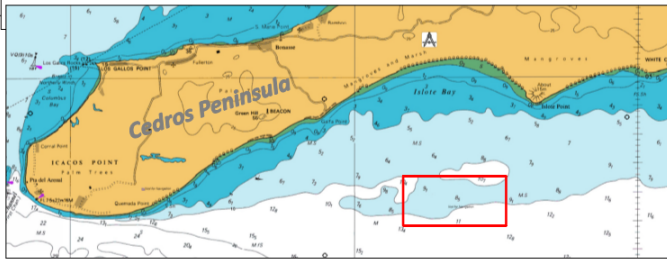
ETAPA 4

Trabajos de gabinete



COORDENADAS DE LOS VERTICES DE LA ZONA DE PRÉSTAMO

Vértice	Coordenadas Geográficas (WGS-84)		Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 20N)	
	Longitud	Latitud	Este	Norte
A	-61.81810195	10.04845750	629520.165	1111003.240
B	-61.79217170	10.05087264	632361.183	1111280.666
C	-61.79176311	10.04644675	632407.767	1110791.384
D	-61.81774498	10.04387885	629561.112	1110497.046



Simbología:

- 10.5 Isobatas
- 10.0 Isobatas Carta Náutica antigua
- 3.7 Profundidades
- ▭ Zona de préstamo

Escala de distancias (m)
0 100 200 300 400

Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: World Geodetic System 1984
Sistema de Coordenadas UTM zona 20N WGS84

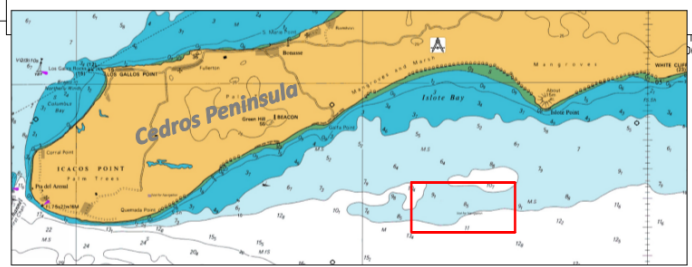
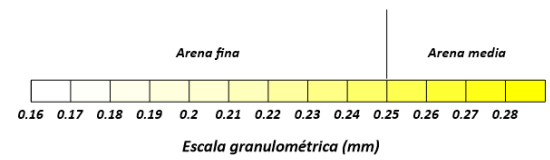
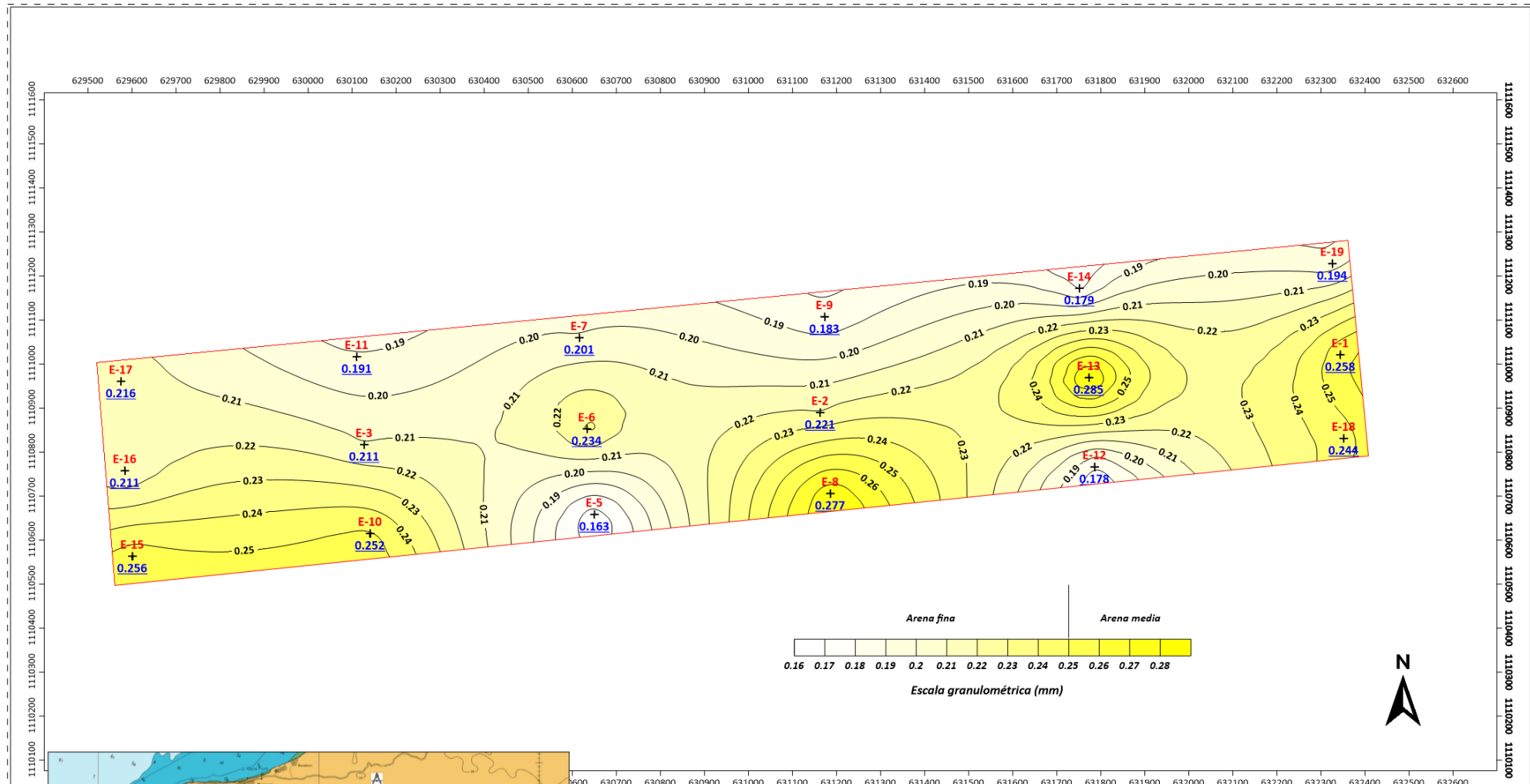
Profundidades en metros referidas al nivel medio del mar
Isobatas cada 0.50 m

NO USAR como Carta Náutica

GAMMA		MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE DE CUBA	
JEFE DE PROYECTO: MSc. Miguel Izquierdo Álvarez	PROYECTO: PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA PLAYA DE BONASSE, CEDROS BAY TRINIDAD Y TOBAGO		
ELABORADO POR: MSc. Miguel Izquierdo Álvarez	TÍTULO: BATIMETRÍA DE LA ZONA DE PRÉSTAMO		
REVISADO POR: MSc. Leonel I. Peña Fuentes	FECHA: Agosto 2022	ESCALA: 1 : 6000	PLANO: 2

ETAPA 4

Trabajos de gabinete



Simbología:

- 10.5 — Isolinéas granulométricas
- E-32 + Granulometría en la estación
- 0.163 Granulometría en la estación
- Zona de préstamo

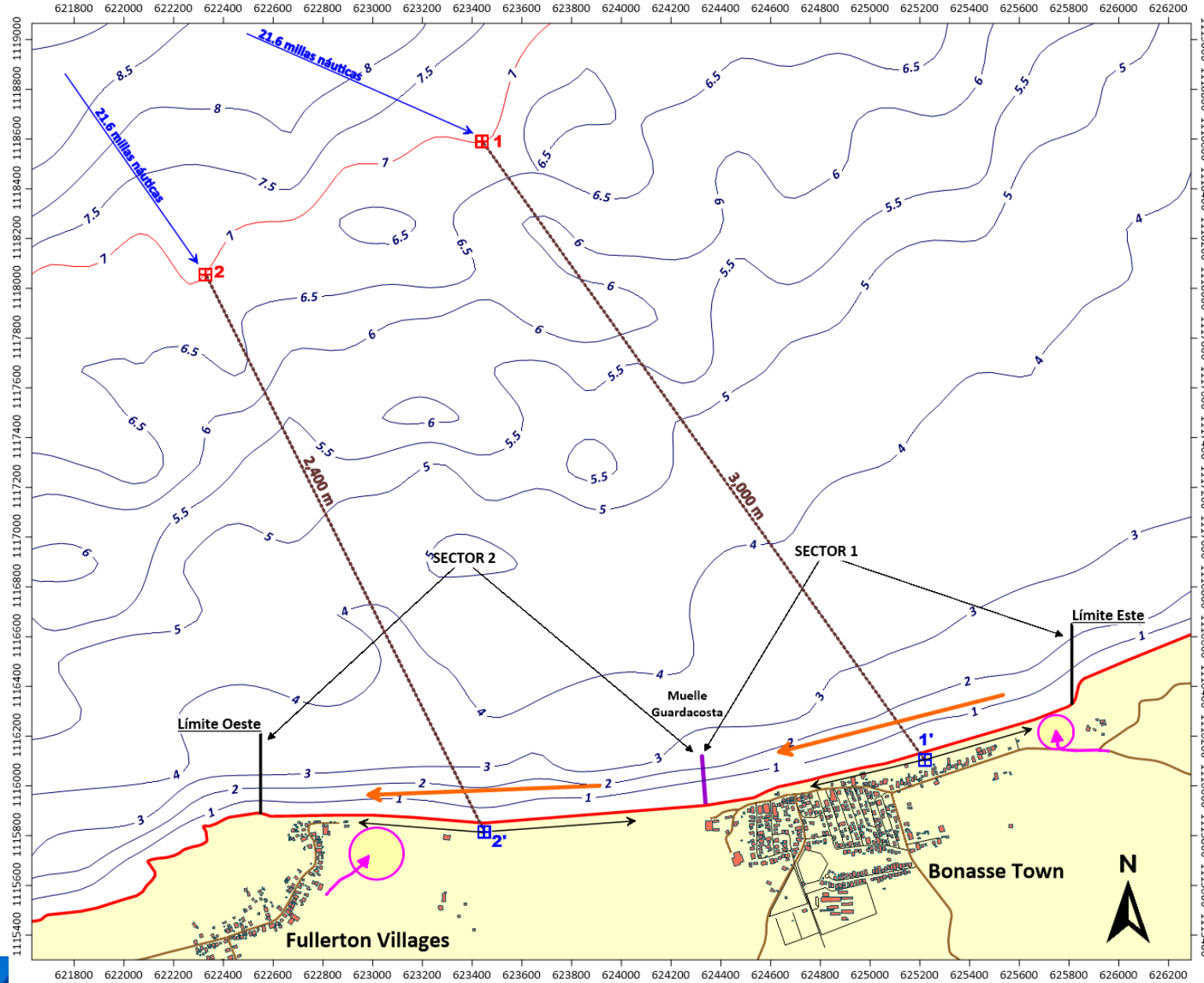
Escala de distancias (m)

Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: World Geodetic System 1984
Sistema de Coordenadas UTM zona 20N WGS84

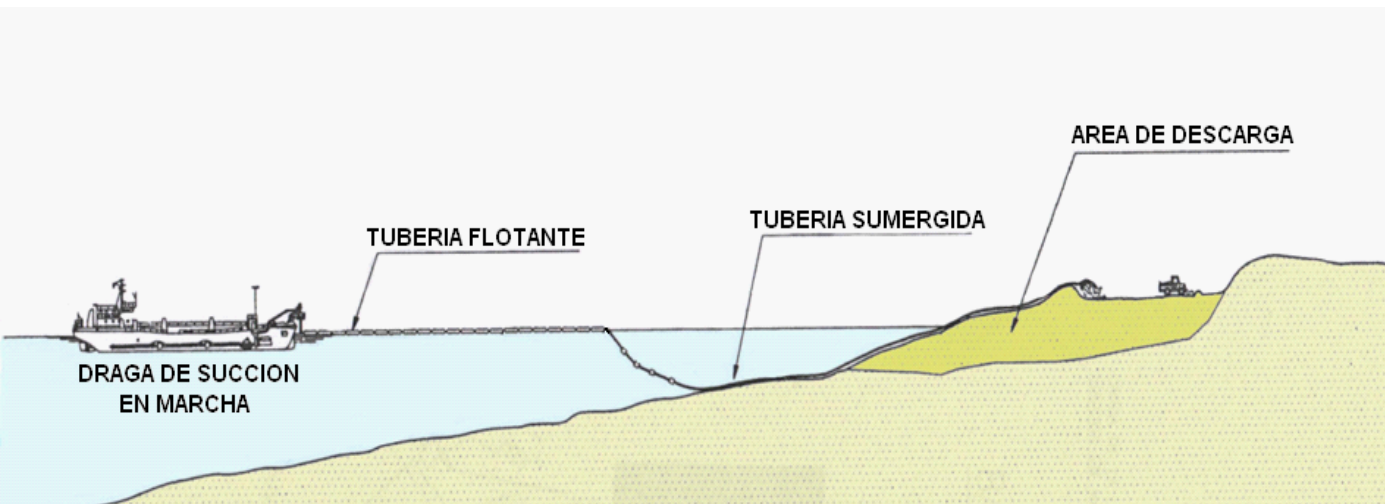
Isolinéas en milímetros

 JEFE DE PROYECTO: MSc. Miguel Izquierdo Álvarez		MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE DE CUBA
ELABORADO POR: MSc. Miguel Izquierdo Álvarez		PROYECTO: PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA PLAYA DE BONASSE, CEDROS BAY TRINIDAD Y TOBAGO
REVISADO POR: MSc. Leonel I. Peña Fuentes		TÍTULO: DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE LOS SEDIMENTOS EN LA ZONA DE PRÉSTAMO
FECHA: Agosto 2022	ESCALA: 1 : 6000	PLANO: 3

FORMA DE EJECUCIÓN



FORMA DE EJECUCIÓN



Especies de plantas por sectores a emplear en la rehabilitación de la duna.

Zona de la duna	Especie de planta
Pie de la duna al mar	Hierba de vidrio (<i>Sesuvium portulacastrum</i>)
Cara frontal de la duna	Gramma de playa (<i>Panicum amarum</i>)
Cara posterior de la duna	Boniato de costa (<i>Ipomoea pes-caprae</i>)



Vegetación herbácea, Hierba de Vidrio
(*Sesuvium portulacastrum*)



Vegetación herbácea, Gramma de Playa
(*Panicum amarum*)



Vegetación rastrera, Boniato de Costa
(*Ipomoea pes-caprae*)



Ejemplo de los resultados de un proyecto similar

**Playa El Paso
(Cuba)**

PARTIDA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	VALOR
GASTOS DIRECTOS				
Dragado, vertimiento y conformación de perfiles de diseño	USD/m ³	\$7.50	397,650.00	\$2,982,375.00
Movilización y desmovilización de draga				\$1,500,000.00
SUB-TOTAL GASTOS DIRECTOS				\$3,482,375.00
GASTOS GENERALES				
Utilidades			5%	\$224,118.75
Gastos administrativos			3%	\$134,471.25
Seguros y fianzas			2%	\$89,647.50
Liquidación trabajadores			1.5%	\$67,235.63
Pensión y jubilación			1.5%	\$67,235.63
Supervisión y control de autor			5%	\$224,118.75
Imprevistos			1%	\$44,823.75
SUB-TOTAL GASTOS GENERALES				\$851,651.25
TOTAL GENERAL				\$5,334,026.25

Gracias

**Calle 14 No.308 e/3ra y 5ta.Miramar,
La Habana Cuba.**

Telef.: (537) 204-9117 / 204-7449

Fax: (537) 204-4189

E-mail: gamma@gamma.com.cu

www.gamma.com.cu



Y GAMMA
TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE