



PROGRAMA_INTERREG MAC 2014-2020
CÓDIGO DE PROYECTO_ MAC2/3.5b/314

PROYECTO_HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y
GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL DESARROLLO DE ECONOMÍAS COSTERAS
RESILIENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ÁFRICA OCCIDENTAL

ACTIVIDAD 2.2.1_ PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA RESILIENTE EN ÁREAS COSTERAS

DOCUMENTO_ESTUDIOS DE SOLUCIONES DE PROTECCIÓN COSTERA BASADAS EN
LA NATURALEZA EN LA LANGUE DE BARBARIE/ SENEGAL

FECHA_DICIEMBRE/ 2023

VOLUMEN 04
ANEXOS II

Interreg

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



MAC 2014-2020
Cooperación Territorial



itc
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CANARIAS

 Gobierno
de Canarias

 **ULPGC**

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE
TURISMO Y DESARROLLO
ECONÓMICO SOSTENIBLE

 **Tides**

URSCAPES

CETECIMA
CENTRO TECNOLÓGICO CIENCIAS MARINAS

 **GRAFCAN**

Cofradía de Pescadores
de Castillo del Romeral



PROGRAMA_INTERREG MAC 2014-2020
CÓDIGO DE PROYECTO_ MAC2/3.5b/314

PROYECTO_HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y
GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL DESARROLLO DE ECONOMÍAS COSTERAS
RESILIENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ÁFRICA OCCIDENTAL

ACTIVIDAD 2.2.1_ PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA RESILIENTE EN ÁREAS COSTERAS

DOCUMENTO_ESTUDIOS DE SOLUCIONES DE PROTECCIÓN COSTERA BASADAS EN
LA NATURALEZA EN LA LANGUE DE BARBARIE/ SENEGAL

FECHA_DICIEMBRE/ 2023

VOLUMEN 04
ANEXOS

Interreg

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



MAC 2014-2020
Cooperación Territorial



itc
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CANARIAS



ULPGC

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE
TURISMO Y DESARROLLO
ECONÓMICO SOSTENIBLE



URSCAPES



CETECIMA
CENTRO TECNOLÓGICO CIENCIAS MARINAS



Cofradía de Pescadores
de Castillo del Romeral

EDICIÓN FINANCIADA POR
PROGRAMA INTERREG-MAC 2014-2021
con fondos FEDER

PUBLICACIÓN REALIZADA POR
Grupo de Investigación Reconocido (GIR) URSCAPES
Instituto Universitario de Turismo y Desarrollo Económico Sostenible.
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Primera edición, diciembre 2023
© de la edición, sus autores
© del texto, sus autores
© de sus imágenes, sus autores

EDICIÓN FINANCIADA POR
PROGRAMA INTERREG-MAC 2014-2021
con fondos FEDER

Maquetación y Diseño
Jin Taira

ISBN [Obra Completa] 978-84-09-41674-5. ISBN [Volumen 04] 978-84-09-59269-2

El “copyright” y todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial sobre el contenido de esta edición son propiedad de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. No está permitida la reproducción total y/o parcial de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, por fotocopia o por registro u otros medios, salvo cuando se realice con fines académicos o científicos y estrictamente no comerciales y gratuitos, debiendo citar en todo caso a la ULPGC y el ITC.

Descargo de responsabilidad

El proyecto RESCOAST (nº contrato: MAC2/3.5b/314) está cofinanciado por el Programa de cooperación territorial Interreg MAC 2014-2020. El presente documento refleja únicamente el punto de vista del autor o autores y el Programa financiador no es responsable por ningún uso que pueda ser hecho de la información que contiene.

www.ulpgc.es
www.itccanarias.org
www.tides.ulpgc.es



EQUIPO REDACTOR
Investigador Principal ULPGC:
Jin Taira, TIDES

Investigadores ULPGC:
Flora Pescador, TIDES
Vicente Mirallave, TIDES
Francisco Martínez, TIDES
Robin Houterman, TIDES
Antonio I. Hernández, IOCAG
Ignacio Alonso, IOCAG
Fidel García, SIANI
Guayre R. Macías, ULPGC

Arquitectos contratos
Santiago González
Carlos Peñate
Jacob de la Cruz
Javier Portilla

Equipo Asesor

WET
LNEC (Portugal)
HKV (PAÍSES BAJOS)
IEOCI (España)
BCIS (Senegal)
TROPIS (Senegal)
Rodrigo Martínez, Arquitecto.

Ingeniería:
Raley Estudios Costeros

Gestión Beneficiario Principal:
Baltasar Peñate, ITC
Javier Acerete, ITC

índice

VOLUMEN 1/ MEMORIA

VOLUMEN 2/ PLANOS

VOLUMEN 3/ ANEXOS

VOLUMEN 4/ ANEXOS

VOLUMEN 4/ ANEXOS

4.1 ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS/ LNEC [010]

Resumen ejecutivo

Tabla de contenido

Lista de Figuras

Lista de tablas

4.1.1 Introducción

4.1.1.1 Presentación y objetivos

1.2 Organización del informe

4.1.2 Sitio de Estudio

4.1.2.1 Identificación

4.1.2.2 Características morfológicas

4.1.2.3 Sedimentos

4.1.2.4 Líneas costeras

4.1.2.5 Clima de olas

4.1.2.6 Cambio del nivel del mar y régimen de mareas

4.1.3 Modelo de evolución del litoral

3.1 Descripción y limitaciones del modelo

4.1.3.2 Configuración y parametrización del modelo

4.1.4 | Soluciones propuestas

4.1.5 | Resultados

4

- 4.1.5.1 Fase de calibración
- 4.1.5.2 Fase de explotación
 - 4.1.5.2.1 Caso de referencia
 - 4.1.5.2.2 Soluciones blandas
 - 4.1.5.2.3 Soluciones duras e híbridas
- 4.1.5.3 Análisis comparativo y discusión
- 4.1.6 Conclusiones y Recomendaciones

Referencias

ANEXOS

ANEXO I Datos del lugar de estudio

ANEXO II Parámetros más relevantes del Litoral

4.2 ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS/ HKV [074]

- 4.2.1 Introduction
 - 4.2.1.1 Background
 - 4.2.1.2 Objectives
 - 4.2.1.3 Proposed designs
 - 4.2.1.4 Definitions
 - 4.2.1.5 Reading guide
- 4.2.2 Methodology
 - 4.2.2.1 Modelling software: XBeach
 - 4.2.2.2 Modelling methodology
 - 4.2.2.3 Geometry
 - 4.2.2.4 Hydraulic conditions
- 4.2.3 Simulations and results
 - 4.2.3.1 Coastline without island - 100 year return period
 - 4.2.3.2 Reference design v01
 - 4.2.3.3 Alternative designs
 - 4.2.3.4 Animations
- 4.2.4 Conclusions and recommendations
 - 4.2.4.1 Conclusions
 - 4.2.4.2 Recommendations
- 4.2.5 References

4.3 ESTUDIO DEMOGRÁFICO Y DE INFRAESTRUCTURAS/ BCIS [110]

4.4 ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO/ TROPIS [140]

4.5 ESTUDIO PARAMÉTRICO/ R. MARTÍNEZ [164]

4.5.1. Introducción

- a. Entender el problema

4.5.2. Información y conceptos

4.5.3. Metodología

- a. Descripción general

4.5.4. Definición de las fases 1 y 2

- a. Fase 1: Parametrización y optimización lineal
- b. Fase 2: Optimización Multi-Objetivo
 - Consideraciones iniciales de los Parámetros
 - Algoritmo Evolutivo:

4.5.5. Resultados de la propuesta

- a. Fase 1: Parametrización y optimización lineal
- b. Fase 2: Optimización Multi-Objetivo

4.5.6. Conclusiones y Oportunidades

4.6 ESTUDIO CONSTRUCTIVO/ ACCIONA [188]

4.6.1. Objeto de este documento.

4.6.1.2. Información de partida.

4.6.1.3. Descripción del proyecto.

4.6.1.4. Solución adoptada.

4.6.1.5. Sistemas constructivos de la solución adoptada.

4.6.1.5.1 Acceso rodado a la obra.

4.6.1.5.2 Sistema de previsión y alarma de oleaje.

4.6.1.5.2.1 Predicción de las condiciones meteorológicas.

4.6.1.5.2.2 Descripción en planta de la predicción del oleaje y del viento.

4.6.1.5.2.3 Definición de umbrales de riesgo.

4.6.1.5.2.4 Protocolo de seguridad.

4.6.1.5.2.5 Implementación de alarmas.

4.6.1.5.3 Realización de la obra en campañas de verano.

4.6.1.5.4. Realización de morros de invernada.

4.6.1.5.5 Aplicación de equipos marítimos para la construcción.

4.6.1.6. Instalaciones de obra.

4.6.1.6.1 Canteras.

4.6.1.6.2 Puerto auxiliar.

4.6.1.6.3 Planta de prefabricación de bloques de hormigón.

4.6.1.7. Proceso constructivo.

6

- 4.6.1.7.1 Núcleo de todo uno y capas de filtro con medios terrestres.
- 4.6.1.7.2 Núcleo de todo uno y capas de filtro con medios marítimos.
- 4.6.1.7.3 Colocación de los bloques de hormigón del manto principal.
- 4.6.1.7.4 Formación de la isla.

4.7 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL/ ULPGC [240]

- 4.7.1. Contexto geográfico
- 4.7.2. El ámbito de estudio: la desembocadura del río Senegal
 - 4.7.2.1. Características generales
 - 4.7.2.2. Funcionamiento hidrológico
 - 4.7.2.3. Dinámica eólica
 - 4.7.2.4. Geomorfología
- 4.7.3. Características de los procesos geomorfológicos y ecosistemas relevantes en la desembocadura del río Senegal
 - 4.7.3.1. Erosión de Langue de Barbarie
 - 4.7.3.2. Sistemas de dunas de la desembocadura del río Senegal
 - 4.7.3.3. Características de los manglares
 - 4.7.3.3.1. Flora y ecología de los manglares
 - 4.7.3.3.2. Manglares de Senegal y del delta del río Senegal
- 4.7.4. Propuestas de actuación: recreación de ambientes naturales
- 4.7.5. Modelo hipotético de colonización de la flora y fauna de la isla artificial

Bibliografía

Páginas web

ANEXO I. Especies de mangles localizadas en el delta del río Senegal

ANEXO II. Especies vegetales identificadas en el parque nacional de Langue de Barbarie

ANEXO III. Especies de aves identificadas en el parque nacional de Langue de Barbarie

ANEXO IV. Especies de mamíferos identificadas en el parque nacional de Langue de Barbarie

ANEXO V. Especies de reptiles identificadas en el parque nacional de Langue de Barbarie

ANEXO VI. Especies de anfibios identificadas en el parque nacional de Langue de Barbarie





PROGRAMA_INTERREG MAC 2014-2020
CÓDIGO DE PROYECTO_MAC2/3.5b/314

PROYECTO_HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y
GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL DESARROLLO DE ECONOMÍAS COSTERAS
RESILIENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ÁFRICA OCCIDENTAL

ACTIVIDAD 2.2.1_ PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA RESILIENTE EN ÁREAS COSTERAS

DOCUMENTO_ESTUDIOS DE SOLUCIONES DE PROTECCIÓN COSTERA BASADAS EN
LA NATURALEZA EN LA LANGUE DE BARBARIE/ SENEGAL

FECHA_DICIEMBRE/ 2023

VOLUMEN 04
ANEXOS

Interreg

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



EUROPEAN UNION



MAC 2014-2020
Cooperación Territorial



itc

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA



Gobierno
de Canarias

ULPGC

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE
TURISMO Y DESARROLLO
ECONÓMICO SOSTENIBLE



URSCAPES



CETECIMA
CENTRO TECNOLÓGICO CIENCIAS MARINAS

GRAFCAN

Cofradía de Pescadores
de Castillo del Romeral

MESS
10



[FOTO: JIN TAIRA]

4.1. ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS/ LNEC

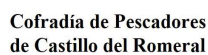




**SOFT COASTAL PROTECTION MEASURES FOR
LANGUE DE BARBARIE AND SAINT LOUIS, SENEGAL**
Dynamics and potential long-term evolution
of the proposed solutions

12

REPORT 37/2024 – DHA/NEC



Executive summary

The city of Saint-Louis, Senegal, is located near the mouth of the Senegal river and is separated from the sea by the *Langue de Barbarie*, a sandy spit at risk of erosion. This spit is an extremely mobile coastal barrier, spanning a width of 100 to 400 meters. Throughout the past century, its length has exhibited fluctuations ranging from 10 to 30 kilometres, and it has been subject to recurrent breaches. The breaches affect the whole lower Senegal river dynamics and shore-installed communities, calling for a sensible and effective management. Given this coastal erosion risk and the challenges associated with climate change, the project “*RESCOAST: Infrastructure Planning and Risk Management Tools for the Development of Climate-Change-Resilient Coastal Economies in western Africa*” was born to anticipate and respond to climate change effects at the coastal and fishing communities of some countries, including Senegal.

Hence, the “*Fundación Canaria Parque Científico Tecnológico de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria*” (ULPGC) commissioned the “*Laboratório Nacional de Engenharia Civil*” (LNEC) to perform a study of the dynamics and potential long-term evolution of coastal protection solutions for the *Langue de Barbarie* and the city of Saint-Louis. The solutions proposed by ULPGC considered four designs of an artificial island or a peninsula/spit connected to the mainland. The objective of the present study was to evaluate the sediment dynamics, long-term evolution, and sand trap behaviour of the proposed designs.

The study contemplated the following activities: i) collection of local hydrodynamic, sedimentary and morphologic information, ii) preparation of the wave time series and other model inputs; iii) set-up and calibration of the shoreline evolution model *ShorelineS* (Roelvink et al., 2020); iv) simulations of the potential medium-term coastal evolution for the proposed interventions; v) critical and comparative analysis of the results for the four solutions in terms of erosion/accretion, breaching patterns, and sand trap behaviour.

The shoreline model was initiated and validated against Satellite Derived Shorelines (SDS). These were extracted using LNEC’s Coastline Detection online service WORSICA (<https://worsica.incd.pt/index/>). The interface between the land and the sea, computed by the Normalized Difference Water Index (NDWI) from satellite Sentinel 2 images, was obtained for three images dating from 25th November 2015, 20th October 2019, and 26th June 2023. The shorelines from 2015 and 2019 were used for validation purposes, whilst the 2023 shoreline was taken as the initial condition for predictive simulations. Hindcasted wave time series from 1980 onwards were used as representative of the coming wave climate.

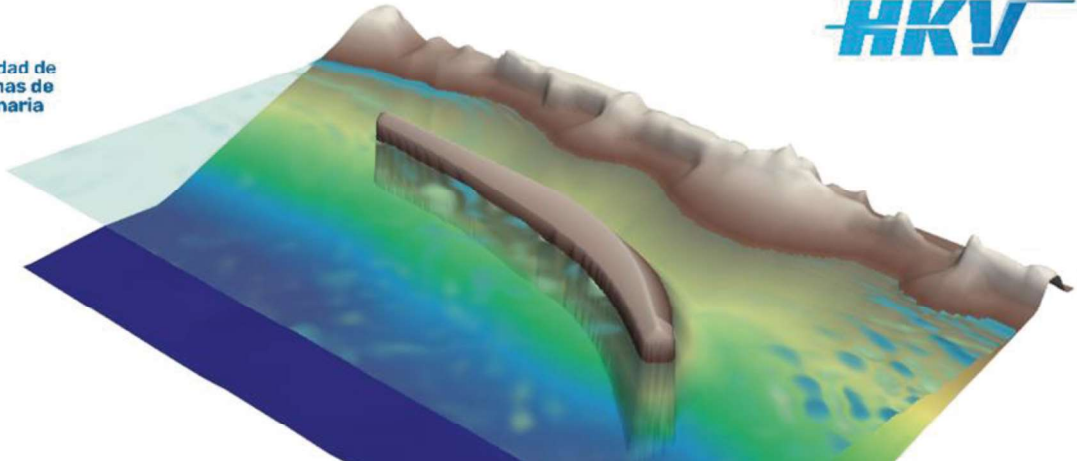
ShorelineS (Roelvink et al., 2020) is a recent, open-source, free-form coastline model that can describe drastic coastal transformations, allowing for coastline curvatures and spit formation at high-angle wave incidence. This model was selected and applied in this project, using a beta-version provided by the developer (updated relative to the public version). Despite the recent improvements, the model can be considered as in development, meaning that some modules lack further assessment. In general, the



[FOTO: JIN TAIRA]

A coastal scene with waves breaking on a sandy beach. In the background, a person is visible in a small boat on the water. The sky is clear and blue. A seagull is standing on the sand in the foreground.

4.2 ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS/ HVK



Feasibility study of an artificial island as a Nature-based Solution at Saint-Louis, Senegal

Morphodynamic response during storm events

HKV

Client

 **ULPGC**
 Universidad de
 Las Palmas de
 Gran Canaria

Table of contents

1	Introduction	1
1.1	Background	1
1.2	Objectives	1
1.3	Proposed designs	2
1.4	Definitions	3
1.5	Reading guide	4
2	Methodology	5
2.1	Modelling software: XBeach	5
2.2	Modelling methodology	5
2.3	Geometry	6
2.4	Hydraulic conditions	9
3	Simulations and results	15
3.1	Coastline without island - 100 year return period	15
3.2	Reference design v01	17
3.3	Alternative designs	21
3.4	Animations	25
4	Conclusions and recommendations	27
4.1	Conclusions	27
4.2	Recommendations	31
5	References	33

1 Introduction

1.1 Background

The project RES-COAST is an initiative to promote the adaptation to climate change, risk reduction and management of coastal economies in Western Africa, as part of the Interreg Programme MAC 2014 – 2020. More specifically, RES-COAST aims to respond and anticipate the effects of climate change on the coastal and fishing areas in the Canary Islands, Mauritania, and Senegal. The RES-COAST-team looks at effective Nature-based Solutions (NBS) at Saint-Louis, Senegal. The city of Saint-Louis is built on a number of islands which are highly exposed to the sea and suffer from coastal erosion. Coastal erosion takes place along the coastline following prevailing north-south winds and waves. The wider study, of which this study forms a part, investigates the feasibility and effect of potential NBS, namely sand trap islands, to mitigate coastal erosion mitigation in Saint-Louis, Senegal (Figure 5).

In our study, we have evaluated the morphodynamic response of such islands during storm events.

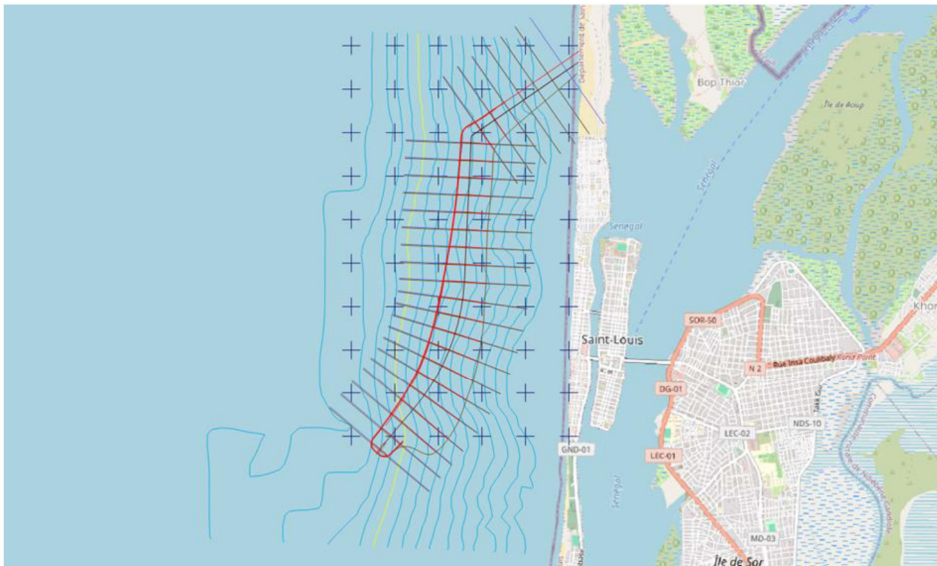


Figure 5 Overview of the project location and one of the proposed island designs. The figure shows an overlay of an AutoCAD design drawing on top of an OpenStreetMap background.

1.2 Objectives

The objective of our study is to investigate the short-term morphodynamic response of the proposed designs. This is different from another study, performed by the Portuguese National Laboratory for Civil Engineering (LNEC), which focuses on the long-term (interannual) morphological development. That study provides answers to questions regarding the large-scale along-the-shore development of the island and the adjacent coastlines. Our study, on the contrary, concerns the



short-term (i.e. due to individual storm events) cross-shore transformation of the island and nearby coasts. The analysis provides answers to the following questions:

1. What is the effect of the island on the coastline behind?
2. How far does the present coastline retreat during storms?
3. What parts of the island and nearby coasts are morphologically active during storms?
4. What is the effect of slope revetments on the morphological stability of the island during storms?

The current study is intended as an explorative study to provide information on the feasibility of the proposed designs. This means that our focus is on answering questions regarding the functioning of the island for its intended purpose (protection of the Saint-Louis coast) and its stability with regard to storm events during its lifetime. We are not occupied with detailed designing and optimisation of the design. Our work can, however, be easily extended for such purposes in later stages of the wider project.

1.3 Proposed designs

Throughout the project, four designs of the island were proposed (Figure 6). They are similar with respect to the size, position, and elevation of the island. Also, in all designs a reinforced revetment is foreseen on the western, seaward slope of the island.

The islands consist of an elongated shape that bends seaward towards the south. The seaward face consists of a steep slope with a revetment that reaches from the local bathymetry to a height of 1,8 m+MSL. The elevation then increases to a height of 3,5 m+MSL with a gentler slope and then gently decrease at the landward side towards the bathymetry level. The smooth landward slope creates a discontinuity with the leeward sides of the island where revetment is present (which is steeper).

The designs differ in the exact shape of the islands. Design v02 includes -compared to the reference design v01- a connection to land at the north side of the island. The slope of the dam is protected until approximately the -5 m+MSL depth contour (visible by the thicker red line in the top left panel of Figure 6).

Design v03 divides the reference design v01 into three smaller islands by means of small gaps. The gaps are connect by a submerged dam with a crest level of -3,5 m+MSL (private communication, not visible in the drawing). Most of the dam connection with land (as in design v02) is not present, although a small stretch is still present.

The latest design has only one gaps in the main island, but has a different alignment compared to the other designs. The northern part arcs towards the sea instead of the other way around, creating a larger area behind the island. The islands are again connected by a submerged dam with a crest level of -3,5 m+MSL (private communication, not visible in the drawing). The dam connection with land is present (as in design v02).



[FOTO: JIN TAIRA]



4.3 ESTUDIO DEMOGRÁFICO Y DE INFRAESTRUCTURAS/ BCIS



REALISATION D'UNE ETUDE DEMOGRAPHIQUE ET DES INFRASTRUCTURES DE LA LANGUE DE BARBARIE



RAPPORT FINAL

Jun 2023

SOMMAIRE

DEFINITION DE QUELQUES TERMES	30
INTRODUCTION	31
I. PRÉSENTATION DU PROJET ET CONSISTANCE DE LA MISSION	32
1.1. PRÉSENTATION DU PROJET	32
1.2. CONSISTANCE DE LA MISSION	32
Figure 1: Objectifs Général, Objectifs Spécifiques	32
II. RAPPEL DE LA MÉTHODOLOGIE DE LA MISSION.....	33
Figure 2 : Les différentes activités de la mission	33
III. CONTRAINTES NOTEES DANS LA MISE EN ŒUVRE.....	33
IV. LES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE.....	33
4.1. L'ANALYSE DE LA DÉMOGRAPHIE DE LA LANGUE DE BARBARIE.....	33
4.1.2. <i>Nombre de ménage par concession</i>	34
Tableau N° 2 : Répartition du nombre de ménage par concession	34
4.1.3. <i>Nombre de bâtiments par concession</i>	34
Tableau N° 3 : Répartition du nombre de bâtiments par concession.....	34
Tableau N 4 : Nombre de pièces recensées dans les concessions	35
4.1.4. <i>Statut de propriété</i>	35
Graphique N° 1 : Représentation du statut de propriété des ménages enquêtés	35
4.2. LES SOURCES DE REVENUS	36
Graphique N° 2 : les différentes sources de revenus des ménages	36
4.3. L'ACCÈS AUX INFRASTRUCTURES SOCIALES DE BASE	36
4.3.1. <i>L'accès à l'éducation</i>	36
Tableau N 5 : Typologie des infrastructures scolaires.....	37
4.3.2. <i>Accès à la santé</i>	37
Graphique N° 3 : Niveau de satisfaction de l'accès aux services sanitaires.....	38
Tableau N 6 : Typologie des infrastructures sanitaires.....	38
4.3.3. <i>Accès à l'eau</i>	38
Tableau N° 7 : Niveau de satisfaction de l'accès à l'eau	39
4.3.4. <i>Accès à l'électricité</i>	39
4.3.5. <i>Accès à l'assainissement</i>	39
Graphique N° 4 : Le niveau d'accès à l'assainissement.....	39
4.4. LA GESTION DES DÉCHETS	40
4.5. CATÉGORISATION ET IMPACTS DES MÉNAGES TOUCHÉS PAR L'ÉROSION CÔTIÈRE	41
4.6. CONFIGURATION SPATIALE DES HABITATIONS	42
4.7. PRÉSENTATION DES DONNÉES TRAITÉES.....	42
Tableau N° 8 : Répartition des personne enquêtés par quartier selon le sexe.....	42
Tableau N° 9 : Répartition des personne enquêtés selon l'âge et le sexe	42
Tableau N° 10 : Répartition des personne enquêtés selon le statut matrimonial	42
Tableau N° 11: Répartition des personnes enquetées selon le niveau d'instruction	43
Tableau N° 12 : Répartition des personnes enquetées selon la situation professionnelle	43
Tableau N° 13 : Répartition des personnes enquêtées selon le revenu net du ménage de l'année dernière.....	43
Tableau N° 14 : Répartition des personnes enquêtées selon le revenu net du chef de ménage de l'année dernière	44

Tableau N° 15 : Répartition des chefs de ménage par quartier selon le sexe	44
Tableau N° 16 : Répartition des chefs de ménage enquêtés selon l'âge et le sexe	44
Tableau N° 17 : Répartition des chefs de ménage selon leurs ethnies	45
Tableau N° 18 : Niveau de satisfaction de l'accès à l'eau	45
Tableau N° 19 : Répartition des personnes enquêtées selon le niveau d'instruction de l'école française	45
Tableau N° 20 : Répartition des chefs de ménage selon le statut matrimonial	46
Tableau N° 21 : Statut d'occupation du chef de ménage	46
Tableau N° 22 : Taille du ménage selon l'âge et le sexe	46
Tableau N° 23 : Activité principale du chef de ménage par quartier	46
Tableau N° 24 : Activités de pêche menées par le chef de ménage	47
Tableau N° 25 : Performances réalisées avec la pêche les cinq dernières années	47
Tableau N° 26 : Formalisation de l'activité du chef de ménage	47
Tableau N° 27 : Membre d'une organisation professionnelle dans votre filière d'intervention	48
Tableau N° 28 : Source de revenu des femmes du ménage	48
Tableau N° 29 : Répartition des ménages qui ont accès à l'eau potable selon le quartier	48
Tableau N° 30 : Répartition des ménages qui ont accès à l'assainissement selon le quartier	49
Tableau N° 31 : Répartition des ménages qui ont accès à l'électricité selon le quartier	49
Tableau N° 32 : Répartition des ménages qui ont accès à l'éclairage public selon le quartier	49
Tableau N° 33 : Appréciation de l'accès au service de santé	49
Tableau N° 34 : Enfants en âge de scolarisation qui ne vont pas à l'école	50
Tableau N° 35 : Exode rural / Migration	50
Tableau N° 36 : Typologie des autres infrastructures	50
Tableau N° 37 : Typologie des infrastructures hydrauliques et d'assainissement	50
V. LIMITES DE L'ETUDE	51
ANNEXES DU RAPPORT	52
5.1. OBSERVATIONS / RÉPONSES	53
5.2. PHOTOTHÈQUE	28

DEFINITION DE QUELQUES TERMES

Concession : On entend par « concession » l'ensemble des structures physiques contiguës dont les limites sont bien définies et abritant les membres d'une famille. Une concession est composée par un ou plusieurs ménages.

Ménage : On entend par « ménage » l'ensemble des individus qui consomment ensemble les fruits de leur travail sous l'autorité d'une personne (homme ou femme) reconnue par tous comme chef de ménage

Nombre de pièces dans un ménage : Le nombre de pièces dans un ménage est assimilé au nombre de chambres du ménage

Un centre social et culturel est un lieu de proximité à vocation globale, familiale et intergénérationnelle, qui accueille toute la population en veillant à la mixité sociale. Il est ouvert à l'ensemble de la population à qui il offre un accueil, des activités et des services; par là même il est en capacité de déceler les besoins et les attentes des usagers et des habitants. C'est un lieu de rencontre et d'échange entre les générations, il favorise le développement des liens familiaux et sociaux.

Un foyer des jeunes est une infrastructure ayant pour mission de faciliter l'accès des jeunes aux loisirs, à la culture et au sport.

Une Mutuelle d'Epargne et de Crédit : C'est une structure de micro-finance qui facilite l'accès au crédit en permettant l'ouverture de « comptes » avec un investissement initial assez faible. Elle vise également à encourager l'épargne et l'investissement en milieu rural. Elle contribue à la réalisation de projets de développement, par l'intermédiaire du crédit, dans divers domaines.

INTRODUCTION

La ville coloniale de Saint-Louis, classée au patrimoine mondial de l'UNESCO, est construite sur une île de l'estuaire du fleuve Sénégal. A cet endroit, le fleuve longe la côte vers le Sud et n'est séparé de l'océan que par une mince flèche de sable de quelques centaines de mètres de large, la Langue de Barbarie, qui protège la cité de l'assaut des vagues. Jusqu'en 2003, elle empêchait une évacuation rapide des eaux du fleuve lors des crues car elle s'allongeait sur environ trente kilomètres au sud de la ville.

Par ailleurs depuis quelques années, sur le littoral, l'érosion côtière est le fruit d'une longue modification des courants marins, conséquences de phénomènes naturels et anthropiques. Citons par exemple le creusement d'un port de haut fond en Mauritanie, à Nouakchott, à 300 km au nord de Saint-Louis, sans oublier le prélèvement continu du sable de la plage qui ourlait la Langue de Barbarie. Des enjeux halieutiques, de baisse de la ressource en poisson par surpêche ou de modification des fonds marins apportent un niveau de complexité dont il faudrait tenir compte également.

Les phénomènes liés aux changements climatiques sont de plus en plus notés ces dernières années. La ville de St Louis de par sa position géographique subit de plein fouet les conséquences de ce phénomène. Ainsi, près de 10 000 sinistrés déjà déplacés du fait de l'érosion côtière ou comptant parmi les plus vulnérables et résident actuellement dans la zone de 20 mètres considérée comme très exposée au risque d'inondation.

En effet, la ville de Saint-Louis du Sénégal, bâtie sur le plan physique sur un site qui lui confère son caractère amphibie, est depuis une décennie fortement exposée aux catastrophes naturelles. Celles-ci se manifestent par l'avancée de la mer favorisée par les phénomènes d'érosion côtière.

A Saint-Louis, la langue de Barbarie, constituée de villages traditionnels de pêcheurs comme Guet Ndar, Gokhou Mbath, est la première zone exposée. Parmi eux, les mareyeurs, les femmes transformatrices et plusieurs autres acteurs liés à la pêche. Il est question de déterminer la manière d'encadrer et accompagner le secteur afin de trouver un modèle d'adaptation pour ces pêcheurs. En effet, l'activité de pêche est une tradition pour la communauté vivant sur la Langue de Barbarie qui est une flèche littorale sableuse de la région septentrionale du Sénégal : Saint-Louis. Elle s'étire sur une trentaine de kilomètre, prise en étau par l'océan Atlantique et le fleuve Sénégal. Elle est ainsi, l'objet de nombreuses convoitises. Plusieurs activités et usages s'y développent. Ces derniers doivent cohabiter dans un milieu complexe et fragile où la création d'activités alternatives est limitée. Cette pression de fonctions a pour conséquences une réduction et une compétition accrue. Ce qui non seulement prépare le terrain à des conflits d'intérêts mais aussi pèsent sur l'environnement littoral.

Ainsi, il faut comprendre que rallier le secteur privé pour qu'il contribue à la création d'infrastructures résilientes au changement climatique et à la réalisation des objectifs de développement en général n'est pas chose aisée. Pour atténuer la pauvreté et atteindre les objectifs de développement durable, il faut des infrastructures adaptées, efficaces et résistantes. En d'autres termes, il faut produire de la connectivité, de l'énergie, des ports, des routes, des réseaux de transport urbain et des voies fluviales, tout en maîtrisant l'empreinte environnementale de ces infrastructures.



[FOTO: JIN TAIRA]

4.4 ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO/ TROPIS





RESCOAST

Etude socio-économique de la Langue de Barbarie au Sénégal

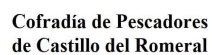
142

Livable 1

Document de méthodologie et plan de travail



© TROPIS / avril 2023



Sommaire

1.	INTRODUCTION	3
a)	Cadre de de la mission	3
	* Objectifs de la mission	3
	* Taches à réaliser	3
b)	Changements observés depuis le début de la mission	Erreur ! Signet non défini.
c)	Le projet RESCOAST	Erreur ! Signet non défini.
d)	Zone d'intervention	3
e)	Plan général du ROM	4
2.	DEMARCHE GENERALE DE LA MISSION DE COLLECTE DES DONNEES DANS LE SECTEUR DE LA PECHE	4
2.1.	Démarrage de l'étude	4
a)	Mobilisation du consultant	5
b)	Réunion de démarrage	5
c)	Revue documentaire	5
d)	Élaboration du rapport d'orientation méthodologique	5
2.2.	Inventaire des acteurs	5
2.3.	Collecte des données d'enquête	5
	Le mise en œuvre d'un formulaire sur la plateforme Kobotoolbox	5
a)	Les entretiens individuels	7
b)	Les groupes de discussion	7
3.	ORGANISATION DE LA MISSION	7
4.	LIVRABLES	7
5.	PLAN DE TRAVAIL	7

1. Introduction

La « la réalisation de l'étude socio-économique de la Langue de Barbarie » entre dans le cadre du projet RESCOAST. Il est financé par le programme INTERREG MAC 2014-2020 à hauteur de 85% et il vise à développer des actions qui consistent à améliorer l'accès à l'eau, à l'énergie, le traitement des déchets et la planification urbaine dans les milieux côtiers de pêche traditionnelle au Sénégal et en Mauritanie afin de faire face au changement climatique. Le Cabinet Tropis SARL, bureau d'étude sénégalais, a été attributaire de la dite mission.

a) Cadre de de la mission

La principale mission assignée à TROPIS porte sur la collecte de données du secteur de la pêche au niveau de la Langue de Barbarie.

* Objectifs de la mission

- Collecter les données socioéconomiques de la Langue de Barbarie
- Collecter les données sur le secteur de la pêche au niveau du quartier de Guet Ndar

* Taches à réaliser

Les tâches à réaliser pour la mission sont :

1. procéder à une cartographie des acteurs intervenant dans le secteur de la pêche et des changements climatiques,
2. collecter des données actuelles socio-économiques de la Commune de Saint-Louis et celles de la Langue de Barbarie en particulier afin de comparer la dynamique par rapport à l'île de Saint-Louis et Sor,
3. collecter les données socio-économiques par quartier au niveau de la Langue de Barbarie,
4. Réalisation et supervision de la collecte de données d'enquêtes (les entretiens, les visites de sites et le diagnostic acteurs)

b) Zone d'intervention

La zone de l'intervention correspond aux quartiers de Goxumbathie, de Guet Ndar, Ndar-toute, Guet Ndar, Hydrobase de la Langue de barbarie de localisé dans la carte ci-dessous

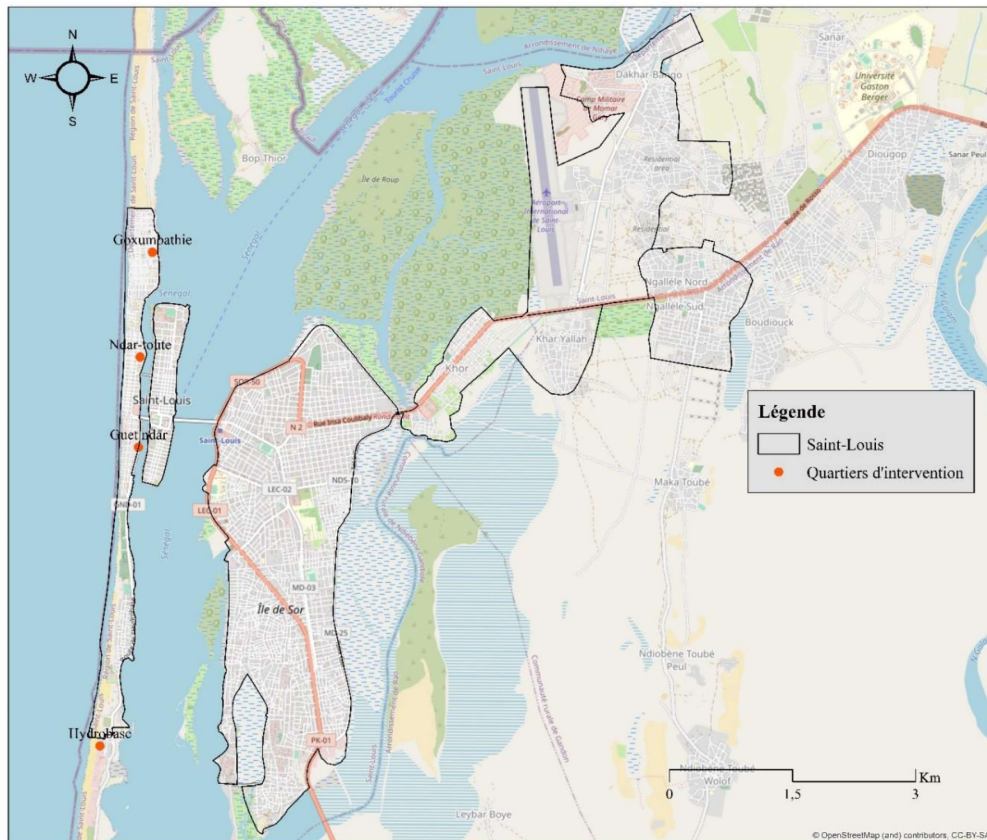


Figure 1. Carte de la zone d'étude

c) Plan général du rapport méthodologique

Le Rapport Méthodologique revient sur le cadre général de l'étude. Il présente la démarche, les moyens, les étapes, le calendrier et les livrables de la mission le matériel et les méthodes ainsi que les interventions nécessaires pour réaliser les résultats attendus de l'étude.

2. Démarche générale de la mission de collecte des données dans le secteur de la pêche

2.1. Démarrage de l'étude

L'objectif dans cette étape est de réunir les meilleures conditions d'exécution du travail demandé. Quatre (4) principales activités seront réalisées : (1) la mobilisation du consultant, (2) l'organisation d'une réunion de démarrage de la mission et des conditions de mise en œuvre de l'étude, (3) la revue et la synthèse documentaire et (4) l'élaboration du rapport méthodologique.



[FOTO: JIN TAIRA]



4.5 ESTUDIO PARAMÉTRICO/ R. MARTÍNEZ



Proyecto Rest-Coast: Isla de St Louis

Estudio paramétrico de soluciones formales, y volumétrico de las diferentes propuestas para el proyecto RES_COAST.

Author: **Rodrigo Martínez Pérez**
 Collaborator: **Giuseppe Borgia**

Indice:

1. Introducción
 - a. Entender el problema
2. Información y conceptos
3. Metodología
 - a. Descripción general
4. Definición de las fases 1 y 2
 - a. Fase 1: Parametrización y optimización lineal
 - b. Fase 2: Optimización Multi-Objetivo
 - Consideraciones iniciales de los Parámetros
 - Algoritmo Evolutivo:
5. Resultados de la propuesta
 - a. Fase 1: Parametrización y optimización lineal
 - b. Fase 2: Optimización Multi-Objetivo
6. Conclusiones y Oportunidades

1.Introducción:

El proyecto tiene como objetivo aumentar la disponibilidad de información sobre las propuestas y potenciar nuevas herramientas para el desarrollo de sistemas innovadores en áreas costeras en respuesta al cambio climático. Este trabajo contribuye a tomar el control de todas las soluciones propuestas mediante la paramerización y la optimizacion inicial en base a los criterios propuestos y consolidar la resiliencia climática de la zona.

1.1 Entender el problema:

- **Impacto del cambio climático:** La zona costera de Senegal y la isla de St. Louis enfrentan desafíos e impactos significativos debido al cambio climático. Existe la necesidad de abordar y anticipar estos impactos para mejorar la resiliencia y la gestión de estos riesgos en la región. Desarrollar estrategias para mitigar los riesgos asociados con el cambio climático es crucial para el desarrollo de las poblaciones locales y los ecosistemas.
- **Desarrollo social resiliente:** El estudio tiene como objetivo mejorar y definir una propuesta que brinde una solución controlada a las poblaciones locales contra el cambio climático. Esto implica no solo comprender los posibles impactos, sino también desarrollar soluciones que puedan explicarse con magnitudes. Proporcionar conceptos, parámetros y herramientas a la comunidad local para crear un sistema adaptable con el tiempo.
- **Control de la información:** Aumentar la información disponible es un objetivo clave, resaltando la necesidad de recopilar, analizar y difundir datos. Controlar toda la información sobre nuestra propuesta para consolidar cualquier nuevo paso hacia la próxima solución es crucial en el proceso. El acceso a información precisa es esencial para la toma de decisiones en la planificación y para que la gestión sea efectiva.
- **Creacion de herramientas :** El proyecto reconoce la necesidad de desarrollar nuevas herramientas que puedan ayudar en este proceso. En particular, las herramientas paramétricas implementan un proceso iterativo que permite ajustes y optimizaciones rápidas, en base a los criterios elegidos, lo que resulta en soluciones más adaptables y perdurables en el tiempo.

168

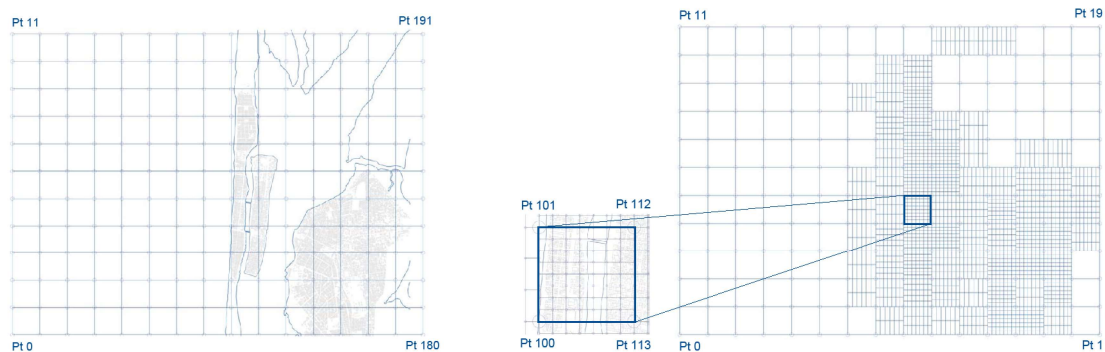


Imagen 01 e Imagen 02. La costa de Senegal controlada por la reticula y sus puntos de referencia en la trama urbana

2. Información y conceptos:

Para la abstracción de los parámetros definidos se ha desarrollado un mapa conceptual que refleja como la propuesta puede ser concebida y que trayectoria podría describir, en base al estudio local.

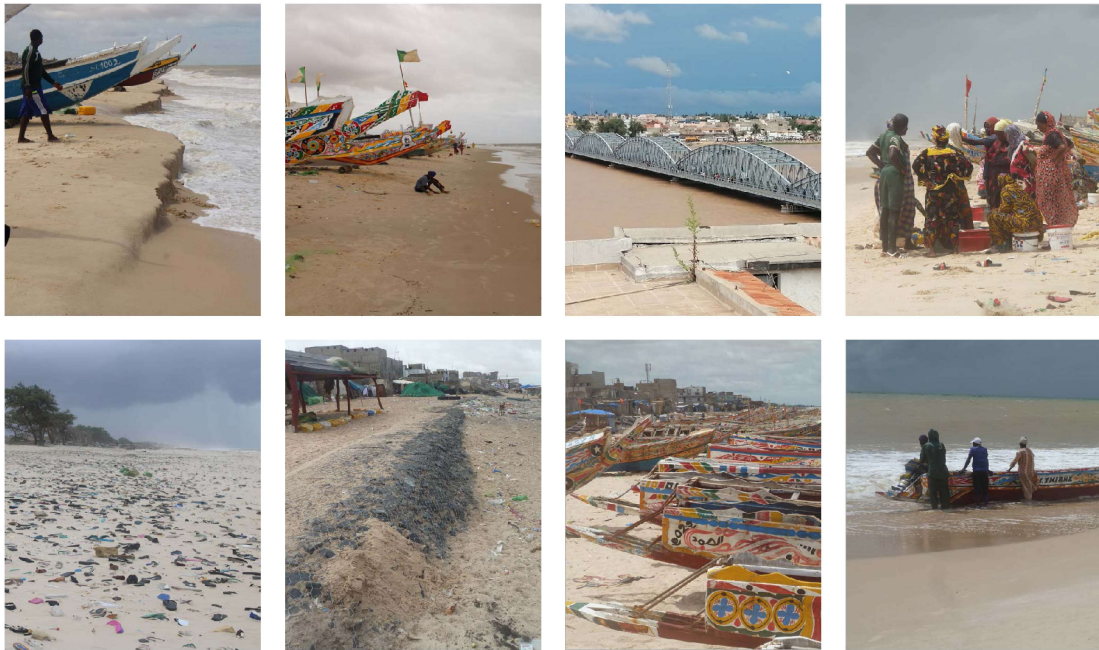


Imagen 03. Imágenes tomadas del lugar

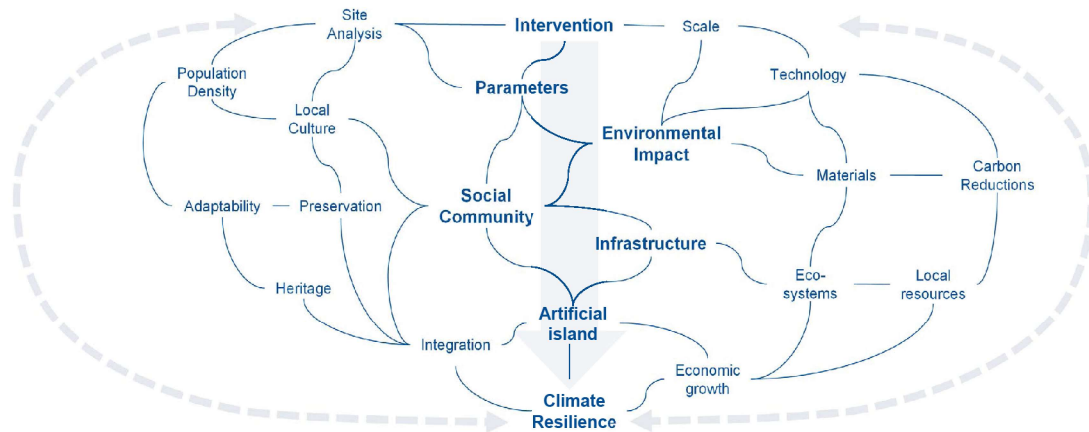


Imagen 04. Mapa conceptual de la propuesta



[FOTO: JIN TAIRA]



4.6 ESTUDIO DE CONSTRUCCIÓN/ ACCIONA

DOSSIER DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DEL PROYECTO REST-COAST

190



Consultor: Ingeniería Especializada Obra Civil e Industrial **Diciembre 2023**

33423021 Ingeniería Especializada Obra Civil e Industrial

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETO DE ESTE DOCUMENTO	1
3.	EXPERIENCIAS EN SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA	1
3.1	DRAGADO DE PROFUNDIZACIÓN DE LA CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE CÁDIZ	3
3.2	PROYECTO DE DRAGADO DE LA DÁRSENA DE ESCOMBRERAS. CARTAGENA	5
3.3	REGENERACIÓN DEL BORDE COSTERO DE LAS PLAYAS DE LAS DELICIAS, BUENOS AIRES Y HUANCHACO (PERÚ)	7
3.4	SUPERVISIÓN DEL DRAGADO DEL EMBALSE DE TABLACHACA (PERÚ)	8
3.5	REGENERACIÓN Y ADECUACIÓN AMBIENTAL DE LA BAHÍA DE PORTMAN. MURCIA	9
3.6	PROLONGACIÓN DEL DIQUE, DRAGADO DE LA DÁRSENA DE LAS AZUCENAS. PUERTO DE MOTRIL	11
4.	INFORMACIÓN DE PARTIDA	12
5.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	12
6.	SOLUCIÓN ADOPTADA	17
7.	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	18
7.1	ACCESO RODADO A LA OBRA	19
7.2	SISTEMA DE PREVISIÓN Y ALARMA DE OLEAJE	20
7.2.1	Predicción de las condiciones meteorológicas	20
7.2.2	Descripción en planta de la predicción del oleaje y del viento	21
7.2.3	Definición de umbrales de riesgo	21
7.2.4	Protocolo de Seguridad	21
7.2.5	Implementación de alarmas	21
7.3	REALIZACIÓN DE LA OBRA EN CAMPAÑAS DE VERANO	22
7.4	REALIZACIÓN DE MORROS DE INVERNADA	23
7.5	APLICACIÓN DE EQUIPOS MARÍTIMOS PARA LA CONSTRUCCIÓN	24
8.	INSTALACIONES DE OBRA	25
8.1	CANTERAS	25
8.2	PUERTO AUXILIAR	27
8.3	PLANTA DE PREFABRICACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN	28
9.	PROCESO CONSTRUCTIVO	32
9.1	NÚCLEO DE TODO UNO Y CAPAS DE FILTRO CON MEDIOS TERRESTRES	32
9.2	NÚCLEO DE TODO UNO Y CAPAS DE FILTRO CON MEDIOS MARÍTIMOS	35
9.3	COLOCACIÓN DE LOS BLOQUES DE HORMIGÓN DEL MANTO PRINCIPAL	39
9.4	FORMACIÓN DE LA ISLA	41

10. CRONOGRAMA DE OBRA.....43

IMÁGENES

Imagen 1. Duques de alba en el puerto de Puerto del Rosario..... 3
 Imagen 2. Situación actual de la dársena de Cádiz 4
 Imagen 3. Situación de la futura Fase IV (trama amarilla) 4
 Imagen 4. Planta de dragado final..... 5
 Imagen 5. Planta de dragado final..... 6
 Imagen 6. Acumulación de sedimento al sur del puerto de Salaverry. Fuente: Google Earth 7
 Imagen 7. Dragas de succión y tuberías flotantes dragando el embalse 8
 Imagen 8. Disposición de las tuberías de vertido..... 8
 Imagen 9. Panorámica de la Bahía de Portman antes de los vertidos. Fuente. DGSCyM..... 9
 Imagen 10. Situación anterior al proyecto 9
 Imagen 11. Situación actual de la ejecución del proyecto 10
 Imagen 12. Situación final: prolongación del dique y regeneración de la playa 11
 Imagen 13. Carta náutica de la zona de Saint-Louis (Fuente: Almirantazgo inglés) 13
 Imagen 14. Solución isla tipo gancho 15
 Imagen 15. Solución tipo isla 15
 Imagen 16. Solución grupo de 3 islas exentas..... 16
 Imagen 17. Solución grupo de 2 islas unidas a tierra en gancho 16
 Imagen 18. Sección tipo de la protección costera 17
 Imagen 19. Alternativas de acceso rodado a la obra. (Fuente: Google Earth)..... 19
 Imagen 20. Rosa de oleaje media anual en el nodo SONEL (Fuente: Documento [4]) 22
 Imagen 21. Rosa de oleaje media de verano en el nodo SONEL (Fuente: Documento [4])..... 23
 Imagen 22. Morro de invernada del dique de la ampliación del puerto de Gijón. Fuente: Google Earth..... 24
 Imagen 23. Línea de -5,00, separación entre vertidos terrestres y marítimos 25
 Imagen 24. Frente de cantera 26
 Imagen 25. Posibles emplazamientos para el puerto auxiliar. (Fuente: Google Earth)..... 27
 Imagen 26. Cargadero de gánguiles. (Fuente: Puertos del Estado) 28
 Imagen 27. Planta de prefabricación de bloques del puerto exterior de A Coruña (Fuente: Google Earth). 29
 Imagen 28. Vibradores montados en una retro (Fuente: Puertos del Estado) 30
 Imagen 29. Manipulación de bloques de hormigón con pinza (Fuente: Puertos del Estado) 31
 Imagen 30. Manipulación de bloques de hormigón con ganchos (Fuente: ACCIONA)..... 31
 Imagen 31. Esquema del desfase entre capas de protección 33

Imagen 32. Colocación de capa filtro con retroexcavadora.....	34
Imagen 33. Colocación con grúa y bandeja.....	35
Imagen 34. Gánguil de apertura por fondo (Fuente: Puertos del Estado).....	36
Imagen 35. Gánguil de vertido lateral. (Fuente: Dravosa).....	36
Imagen 36. Pontonas flotantes colocando escollera (Fuente: Puertos del Estado).....	37
Imagen 37. Secuencia de construcción de la parte sumergida con medios marítimos.....	38
Imagen 38. Colocación de bloques del manto principal con grúa. Fuente: ACCIONA.....	39
Imagen 39. Retirada de grúa de colocación de bloques ante un temporal.....	40
Imagen 40. Draga de succión en marcha (Fuente: Boskalis).....	41
Imagen 41. Vertido de arena con sistema rainbow. (Fuente: DEME).....	42

1. INTRODUCCIÓN

La Fundación Parque Científico Tecnológico de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, está desarrollando el proyecto MAC19/REST-COAST (en adelante “el Proyecto”), cofinanciado por el Programa de Cooperación Interreg MAC 2014-2020, dentro del Eje 3 “Promoción de la adaptación al cambio climático y la prevención y gestión de riesgos”.

Dentro de las tareas del Proyecto se encuentra la redacción de un Dossier de sistemas constructivos, tarea que fue adjudicada a Ingeniería Especializada Obra Civil e Industrial, S. A., empresa que dispone de un Departamento de Obras Marítimas dotado con recursos y equipo técnico especializado en ingeniería portuaria, marítima y costera.

2. OBJETO DE ESTE DOCUMENTO

Su objeto es la descripción de los métodos y sistemas constructivos necesarios para el desarrollo de las soluciones previstas en el Proyecto, concebidas con el criterio de aplicación de soluciones basadas en la naturaleza.

3. EXPERIENCIAS EN SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

Ingeniería Especializada Obra Civil e Industrial, S. A. aporta una gran experiencia en el diseño de infraestructuras portuarias y marítimas y, en particular, en dragados en todo tipo de terreno.

En todos estos proyectos se intenta aplicar los criterios que se preconizan en las Soluciones Basadas en la Naturaleza, siguiendo la Bibliografía técnica sobre este asunto y en particular el Report N° 176 de PIANC “Guide for applying Working with Nature to navigation infraestructura projects”.

El dragado es especialmente crítico y sensible en muchos proyectos por lo que siempre se buscan soluciones de gestión de esos materiales de manera que puedan valorizarse y minimizar su impacto sobre la naturaleza. En el cuadro siguiente se ofrecen algunas de las referencias más destacadas en este aspecto:

TITULO	CLIENTE	FECHAS	Volumen de dragado (millones de m ³)
Dragado de profundización de la canal de navegación del puerto de la Bahía de Cádiz	AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE CÁDIZ	2016-2021	6,40
Proyecto de dragado de la dársena de Escombreras en Cartagena.	TECNOAMBIENTE	2020	0,39
Supervision and Environmental monitoring of River Training and Dredging Works on critical Sectors on The Danube River. Serbia	MINISTERIO DE CONSTRUCCIÓN, TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURAS DE SERBIA	2017-2020	0,50
Regeneración Del Borde Costero de las playas de las Delicias; Buenos Aires y Huanchaco (Perú)	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. PERU	2013-2014	1,37
Supervisión del dragado del Embalse Tablachaca (Perú)	ELECTROPERU (Empresa de Electricidad del Perú S.A.)	2015-2017	1,20
Supervisión del dragado del puerto de Salaverry (Perú)	ENAPU (Empresa Nacional de Puertos del Perú)	2014	2,08
Nueva Terminal de Contenedores de Cádiz. España	ACCIONA Infraestructuras	2012-2014	4,36
Ingeniería de detalle de asistencia a la obra del Estaleiro de Açú. Rio de Janeiro. Brasil	ACCIONA Infraestructuras	2011-2014	2,82
Proyecto del Estaleiro ENOR en Coruripe. Estado de Alagoas. Brasil	ENOR Estalerio Nordeste	2013-2014	3,96
Ampliación Sur del Muelle Ingeniero Juan Gonzalo. Puerto de Huelva. España	ACCIONA Infraestructuras	2009-2011	1,55
Regeneración y adecuación ambiental de la Bahía de Portman. Murcia. España	TRAGSATEC	2007-2013	2,65
Prolongación del Dique, Dragado de la Dársena de las Azucenas. Puerto de Motril. España	Autoridad Portuaria de Motril	2008-2013	0,87
Proyecto de dique de contención de arenas. 2ª Fase. Avilés. España	Autoridad Portuaria de Avilés	2009	0,80
Proyecto de Mejora de entrada al Puerto de Avilés y Recuperación ambiental de la Playa de San Juan-Salinas. Avilés. España	Autoridad Portuaria de Avilés y Dirección General de Costas	2000	0,55
Muelle Nº 1. Base Naval de Rota en Cádiz. Es	ACCIONA Infraestructuras	2007-2009	0,41
Muelle Nº 2. Base Naval de Rota en Cádiz. Es	ACCIONA Infraestructuras	2009-2012	0,31
Obras del extremo Este del Muelle Nº 8 de Raos. Puerto de Santander. España	Autoridad Portuaria de Santander	2003-2005	0,36
Anteproyecto de nuevo puerto deportivo en San Vicente de la Barquera. Puertos de Cantabria. España	PUERTOS DE CANTABRIA	2009	0,22
Proyecto de construcción de la prolongación del Muelle Nº 1 de la Base de Rota en Cádiz (España)	ISDEFE	2005-2005	0,16
		SUMA	24,56

195



[FOTO: JIN TAIRA]



4.7 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL/ ULPGC

1. Contexto geográfico

Senegal presenta una escasa altitud, aproximadamente el 75% del territorio está a menos de 50 m sobre el nivel del mar, oscilando entre una cota mínima de 19 m bajo el nivel del mar y una máxima de 581 m sobre el nivel del mar, esta última localizada en el macizo de Fouta-Djalón, ubicado en el sureste del país cerca de la frontera con Guinea (Centre de Suivi Écologique, 2018; figura 1). Presenta una topografía prácticamente llana, presentando el 99,26% del territorio una pendiente igual o inferior a 5° (figura 1; tabla 1). Desde el punto de vista geológico, Senegal está dominado por dos unidades. Por un lado, el basamento Precámbrico, que se localiza en el sureste del país, donde se incluyen algunos sedimentos de edad Cámbrica. Por otro lado, la mayor parte del territorio, constituido por una gran cuenca sedimentaria de edad Mesozoica a reciente (Schluter, 2006).

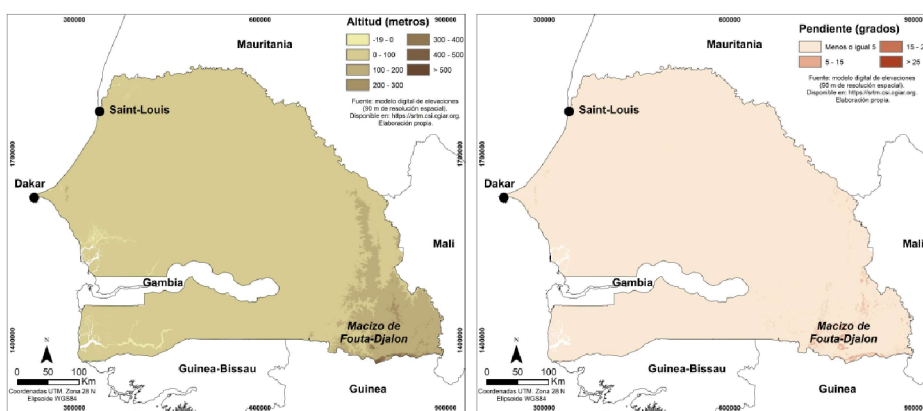


Figura 1. Distribución de la altimetría y pendientes en Senegal. Fuente: modelo digital de elevaciones (90 m de resolución espacial); Jarvis et al. (2008). Disponible en: <https://srtm.csi.cgiar.org>. Elaboración propia.

Tabla 1. Características de las pendientes en Senegal

Pendiente en grados	%	Tipo de pendiente
≤ 5	99,26	Suave
5,01-15	0,68	Moderada
15,01-25	0,05	Fuerte
> 25	0,006	Muy fuerte

Fuente: modelo digital de elevaciones (90 m de resolución espacial); Jarvis et al. (2008).
Disponible en: <https://srtm.csi.cgiar.org>. Elaboración propia.

Debido al predominio de terrenos llanos y a su escasa altitud, el clima de Senegal está condicionado fundamentalmente por la latitud. Según la clasificación de Köppen-Geiger (figura 2), en Senegal se pueden identificar tres tipos de climas principales, que se estructuran en bandas paralelas de norte a sur: BWh (árido desértico cálido), BSh (árido estepario cálido) y Aw (tropical lluvioso con invierno seco).

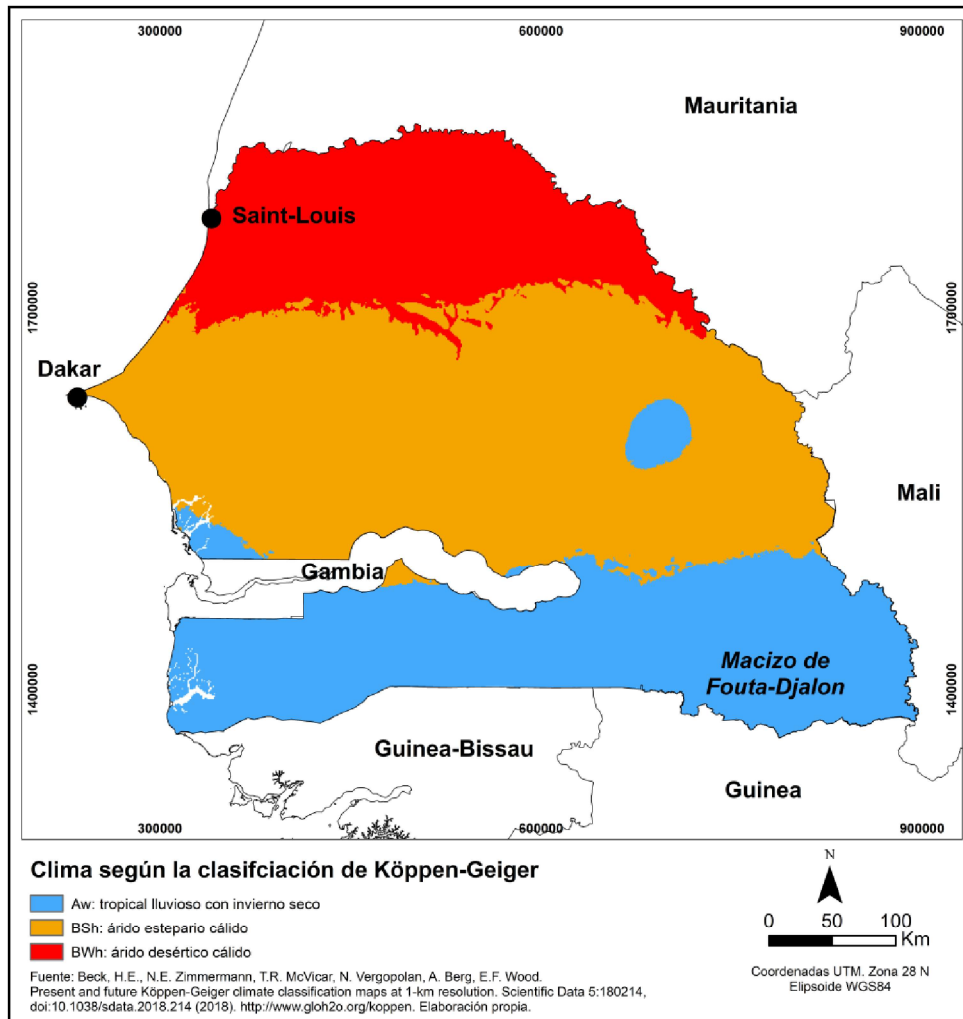


Figura 2. Distribución de los tipos de clima en Senegal.
Fuente: <http://www.gloh2o.org/koppen>. Elaboración propia.

Con temperaturas medias anuales altas para todas las zonas climáticas, superiores a los 24° C, así como temperaturas medias mensuales superiores a los 21° C (figura 3), la principal diferencia se produce en las precipitaciones, las cuales presentan una gran variabilidad espacial, existiendo un gradiente latitudinal creciente de norte a sur, oscilando entre menos de 300 mm en las zonas septentrionales y más de 1.000 mm en las meridionales. Esta distribución espacial de las precipitaciones permite dividir el país en dos regiones climáticas principales a ambos lados de la isoyeta de 500 mm (Centre de Suivi Écologique, 2018):

- Región del Sahel: localizada al norte de la isoyeta de 500 mm comprende dos regímenes de lluvia. Por un lado, el régimen del norte donde las precipitaciones totales anuales son inferiores a los 300 mm y coinciden con el clima BWh. Por otro lado, el régimen saheliano meridional con precipitaciones totales anuales entre 300 y 500 mm, que corresponde con el clima BSh.

<i>Lepus victoriae (Lepus crawshayi)</i>	Liebre de sabana africana	Sabana, matorral, herbazal, cultivos	Herbívoro
<i>Xerus erythropus</i>	Ardilla terrestre rayada	Amplia variedad de hábitats, como bosques (aunque más generalmente en bosques secundarios que primarios), bosques pantanosos, manglares, formaciones boscosas más secas, sabanas, cultivos y plantaciones	Herbívoro
<p>Fuente: adaptado de Ministère de l'environnement et du Développement Durable, Direction des Parcs Nationaux (2020).</p> <p>La información sobre el hábitat y la dieta de las especies se basa principalmente en: Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (https://www.iucnredlist.org/es).</p>			

ANEXO V. Especies de reptiles identificadas en el parque nacional de Langue de Barbarie

Nombre científico	Nombre vulgar	Hábitat	Dieta
<i>Bitis arietans</i>	Víbora bufadora	Zonas áridas, pastizales, sabanas, matorrales, en zonas cultivadas y cercanas a asentamientos humanos. En el noroeste de África existe a lo largo de la costa y en los bosques de Argán. En África occidental, se encuentra en todos los hábitats excepto en los desiertos y los bosques densos	Carnívoro
<i>Dendroaspis polylepis</i>	Mamba negra	Sabanas bien arboladas o bosques ribereños, especialmente en áreas con abundancia de colinas rocosas y árboles grandes. También se puede encontrar en matorrales costeros, sabanas y bosques húmedos y secos	Carnívoro
<i>Psammophis elegans</i>	Serpiente corredora elegante de arena	Amplias tolerancias en hábitats, que incluyen estepa, sabana y bosque seco desde el Sahel hasta la zona climática húmeda de Guinea	Carnívoro
<i>Varanus niloticus</i>	Varano del Nilo	Especie generalista altamente adaptable, que se encuentra en bosques, sabanas, bosques, matorrales, hábitats acuáticos variados, desde manglares hasta lagos y ríos, y numerosos hábitats modificados por la actividad humana. Requiere la presencia de algunas áreas abiertas para tomar el sol y típicamente se asocia con agua, particularmente en la etapa juvenil. Aunque en su edad adulta es mayoritariamente terrestre, puede trepar a árboles y rocas, y es un nadador fuerte y activo	Carnívoro
<p>Fuente: adaptado de Ministère de l'environnement et du Développement Durable, Direction des Parcs Nationaux (2020).</p> <p>La información sobre el hábitat y la dieta de las especies se basa principalmente en: Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (https://www.iucnredlist.org/es).</p>			

ANEXO VI. Especies de anfibios identificadas en el parque nacional de Langue de Barbarie

Nombre científico	Nombre vulgar	Hábitat
<i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	Rana toro coronada	Desde sabanas secas hasta bosques perturbados, y utiliza caminos forestales y ríos para penetrar profundamente en los bosques de tierras bajas. Se reproduce en aguas temporales de tamaño pequeño a mediano, pero no en aguas permanentes, ya que no puede competir con los peces

<i>Phrynobatrachus francisci</i>		Sabanas húmedas y secas y hábitats alterados, como zonas agrícolas y aldeas. Se reproduce en una variedad de hábitats acuáticos temporales, incluidos pequeños estanques y charcos temporales y zanjas en las aldeas
<i>Ptychadena pumilio</i>		Pastizales bajos y densos en toda la zona de sabana húmeda y seca, bosques secos, bosques de galería, pastizales montanos y en algunos hábitats perturbados en la zona forestal. A menudo se encuentra cerca del agua, y especialmente en las orillas de ríos y pozas. Se reproduce en estanques y acequias poco profundas, tanto permanentes como temporales
<i>Sclerophrys pentoni</i> (<i>Bufo pentoni</i>)	Sapo de Peton	Sabanas secas y semidesiertos. Se reproduce en charcos y estanques temporales
<i>Sclerophrys regularis</i> (<i>Amietophrynus regularis</i>)	Sapo común africano	Sabanas húmedas y secas, pastizales montanos, márgenes de bosques y hábitats agrícolas, a menudo en asociación con ríos. Su área de distribución parece estar restringida por la creciente aridez, y en zonas más secas, alejadas del agua permanente, es reemplazada por especies como <i>Bufo garmani</i> y <i>B. xeros</i> . Su presencia es muy irregular en la zona forestal e incluso evita los bosques secundarios, pero vive en hábitats degradados y pueblos (incluidos jardines) en la zona forestal. Se reproduce en los ríos, aprovechando zonas poco profundas en las orillas, alejadas de la corriente principal
<i>Sclerophrys xeros</i> (<i>Amietophrynus xeros</i>)	Sapo subsahariano	Ambientes muy áridos, y sabanas, bosques y matorrales estacionalmente secos. A menudo se encuentra en lechos de ríos secos y alrededor de oasis. Se reproduce en estanques temporales, oasis y estanques cerca de los lechos de los ríos. A veces se encuentra cerca de aguas permanentes y en otros lugares parece depender de inundaciones temporales para reproducirse
<i>Tomopterna cryptotis</i>	Rana toro catequera	Suelos arenosos a lo largo de líneas de drenaje en sabana seca, pastizales y en condiciones semidesérticas. En altitudes más altas se encuentra en pastizales montanos. Se reproduce en charcos temporales en zonas secas y en charcos y oasis al borde de las carreteras
Fuente: adaptado de Map of Life (https://mol.org/regions/region/species?regiontype=region&region_id=e25b737a-2b63-49e7-8805-5d5d77f582c2).		
La información sobre el hábitat de las especies se basa principalmente en: Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (https://www.iucnredlist.org/es).		

