CEAZA
Raul Bitrán 1305
Colina El Pino
La Serena, Chile

T +56512204378
www.ceaza.cl

Carta: Nº 130/2020

Mat.: Responde a solicitud

La Serena, 04 de diciembre del 2020

Señores
Alianza por la Biodiversidad
Presente

De mi consideración:

Junto con saludar y por medio de la presente, el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, se dirige a usted a través de su Director Ejecutivo, Dr. Carlos Olavarría. Atendiendo a vuestra solicitud referente a la investigación científica y los impactos en la toma de decisiones acerca del valor ambiental del Humedal El Culebrón, Coquimbo, es que se envía a usted Minuta titulada "Impactos de Infraestructura Urbana en La Costa de la Playa Changa y Humedal El Culebrón", para los usos que ustedes estimen convenientes.

Sin otro particular, se despide cordialmente,

Dr. CARLOS OLAVARRÍA BARRERA
Director Ejecutivo
CEAZA

IMPACTOS AMBIENTALES DE INFRAESTRUCTURA URBANA EN LA COSTA DE LA PLAYA CHANGA Y HUMEDAL EL CULEBRÓN, COQUIMBO
DICIEMBRE 2020

1. Antecedentes

El humedal El Culebrón es uno de los 37 humedales costeros de la Región de Coquimbo. Se ubica dentro del perímetro urbano de la ciudad de Coquimbo, es reconocido como un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad desde el año 2003 y por la ordenanza Municipal de Humedales de la Municipalidad de Coquimbo en el año 2018.

Las olas del tsunami de septiembre de 2015 destruyeron el borde de la avenida costanera, el agua entró al humedal El Culebrón y este quedó conectado al mar. Mediciones realizadas por Chávez-Villavicencio y colaboradores (2019) indican que el humedal cambió desde un cuerpo de agua angosto con extensas zonas de arena y vegetación de ribera a una zona con mayor superficie del cuerpo de agua, disminución de la vegetación y disminución y posterior recuperación de la playa de arena. Estas mediciones más observaciones directas realizadas posterior al tsunami evidencian el rol del humedal costero para la amortiguación de inundación del sector urbano Baquedano y puerto. Por esto, el Ministerio de Obras Públicas, mediante sus diversos servicios y ministerios presenta proyectos de reposición, mejoramiento y construcción de nuevas estructuras. Como, por ejemplo, el proyecto Parque Urbano Humedal El Culebrón. No obstante, algunos proyectos planificados para esta área natural no requieren de estudio de impacto ambiental y medidas de mitigación.

La Alianza por la Biodiversidad, formada por diversas organizaciones ambientales y de la sociedad civil, preocupada de la salud del ecosistema Humedal El Culebrón, solicita al centro científico CEAZA una minuta que represente la investigación científica y los impactos en la toma de decisiones acerca del valor ambiental del Humedal El Culebrón y la investigación aplicada para contribuir al desarrollo armónico entre el crecimiento urbano, mitigación de inundaciones, conservación del borde costero y planificación territorial.

A continuación, se presenta la minuta del valor ambiental, su importancia para la ciencia y los posibles impactos del borde costero de la playa Changa y Humedal El Culebrón del proyecto Muro Costanera, enfocado en la flora, fauna, hidrología y estructuras sustentables para mitigación de inundaciones y conservación de las playas redactado por los especialistas: Dr. Moisés Aguilera de la Universidad Católica del Norte, Dr. Jaime Cuevas, Dra. Paula Plaza, ambos del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas.

2. Fauna de vertebrados

A partir de datos obtenido del Estudio ambiental 2009 "Línea base terreno fiscal con alto valor en biodiversidad, Región de Coquimbo, Humedal El Culebrón" se identifican en el humedal 6 especies de peces, el más abundante entre el cuerpo de agua es un pez introducido (gambusia común -*Gambusia holbrooki*). Los anfibios son el grupo menos diverso de todo el grupo de vertebrados, con solo dos especies: el sapo de Atacama (*Rhinella atacamensis*) y el sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*). En este estudio también se reportan 2 especies de lagartijas y recientemente Chávez-Villavicencio y Rivadeneira (2020) documentaron la presencia de una lagartija endémica (*Liolaemus zapallarensis*) en las rocas y vegetación contigua al puente del Humedal El Culebrón. Si bien la especie tiene una distribución desde las regiones de Atacama a Valparaíso, la pequeña población descubierta en torno al área de intervención hace necesario tomar resguardos antes de iniciar las excavaciones. Para mamíferos, la línea base registra 6 especies como el coipo (*Myocastor coipus*) y ratas, entre estas últimas se destaca una mayor abundancia de especies introducidas, asociadas a basurales, como la rata negra, rata noruega y laucha (*Rattus rattus, R. norvergicus* y *Muss musculus*, respectivamente). A partir de la línea base, se concluye que las aves son las que aportan con mayor composición (67 %) al total de especies de vertebrados reportados (n= 57) (información anexo 1-A).

Análisis realizados en datos obtenidos de la plataforma de avistamiento ornitológico eBirdChile han permitido constatar que en el ecosistema del humedal El Culebrón se concentran un total de 132 especies de aves terrestres, acuáticas y marinas (Tabla 1, Anexo 1B).

Tabla 1. Resumen de la diversidad de aves, agrupadas bajo diferentes criterios taxonómicos, registradas en el Humedal El Culebrón.

Categoría	Número
Órden	17
Familia	37
Genero	92
Especie	132

A partir de estos registros se destaca que un 25 % del total de especies observadas frecuentemente corresponden a especies migratorias que pasan sus periodos de reposo en estas áreas, ver Figura 1. (a). Las diferentes especies de playeros (*Calidris*), chorlos (*Pluvialis*), gaviotines (*Sterna*) y gaviotas del género *Larus, Leucophaeus y Choicocephalus* son las aves migratorias más representativas y utilizan principalmente la zona de playa en la Figura 1(b). Evidencias encontradas en aves migratorias indican que las características del hábitat utilizado durante los periodos no reproductivos son importantes para el posterior desempeño durante la reproducción, además la composición del paisaje de los humedales determina el uso del hábitat y los movimientos migratorios en las especies que buscan en estas zonas refugio y alimentación (Beatty et al. 2014). Cuando se compara este ecosistema con otros humedales de la Red de Humedales Costeros de la Región de Coquimbo, se puede destacar al área como de alto valor e importancia entre estos ecosistemas a pesar de los altos niveles de amenaza antrópica que presenta (Bravo-Naranjo et al. 2019, Zuleta-Ramos et al. 2019).

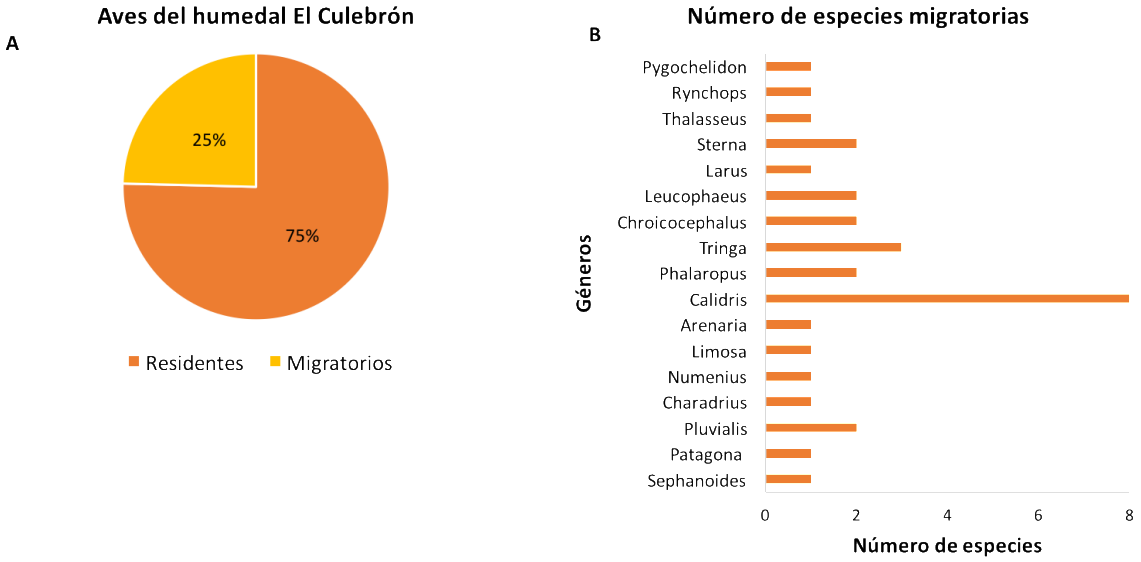


Figura 1. (a) Porcentaje de las especies migratorias y residentes observadas en el humedal El Culebrón; (b) Número de especies por genero de aves migratorias observadas en el humedal.

En conjunto se puede concluir que la fauna de vertebrados del humedal El Culebrón presenta especies con escasos registros como el coipo y otras especies, como lagartijas endémicas y aves playeras migratorias, que verían afectadas directamente las características de su hábitat por la pérdida de playa. A pesar de la degradación progresiva del humedal, las aves migratorias año a año visitan la zona durante las estaciones de primavera y verano mayoritariamente. Las características ambientales que atraen a las especies no son claras y necesitan establecerse antes de modificar las condiciones de la playa. En el caso de las ratas introducidas es importante considerar que la remoción e instalación de infraestructura puede modificar los rangos de distribución e incrementar sus abundancias. Hasta la fecha se desconocen las especies de murciélagos presentes en esta zona, observaciones directas realizadas durante horas del atardecer develan la presencia de estos mamíferos en zonas del puente. Finalmente, se sugiere promover el manejo del espacio natural bajo un plan que utilice los principios de la ecología urbana, evitar intervenciones que modifiquen drásticamente el paisaje de arena y no realizar el trabajo en la zona durante la temporada de primavera-verano ya que en este periodo es cuando hay mayor presencia de especies migratorias y de especies en estado de reproducción.

3. Comunidades intermareales

Un estudio científico publicado por Moisés Aguilera y colaboradores, en el año 2019 señalan que la construcción de obras artificiales, como muros rompeolas, modifica el patrón térmico del ambiente debido a la absorción de calor por las rocas. Su efecto fue una menor riqueza y abundancia de especies de algas y de invertebrados del ambiente intermareal, en comparación con hábitats rocosos naturales. Este efecto tendría mayor importancia en aquellas zonas en que el agua del mar golpea las barreras rompeolas.

4. Vegetación de la zona costera

Según el Zuleta & Contreras, 2019. Se identifican para el humedal El Culebrón 118 plantas, correspondiente a 48 ordenes. De estas especies vegetales, 64 son especies adventicias (introducidas de manera accidental), 40 plantas nativas, 10 plantas endémicas y 5 sin identificación.

Las plantas del ambiente costero adyacente a los humedales, como la zona costera del humedal El Culebrón y sector playa Changa se caracterizan por vivir en suelos salinos, resistentes a marejadas e inundaciones temporales, exposición solar y aridez. En esta área es posible reconocer 20 especies nativas: De la familia Aizoaceae, como *Carpobrotus chilensis* (doca); Familia Amaranthaceae, como *Chenopodium* ambrosioides (paico), *Sarcocornia* neei (sosa) y *Suaeda foliosa (vidriera)*; De la familia Apocynaceae como *Ambrosia chamissonis* (chinquihue), diversos tipos de *Baccharis* (suncho, romerillo, chilca); Familia Asteraceae como *Encelia canescens* (coronilla de fraile), *Tessaria absinthioides* (brea), *Madia* sativa (melosa), *Symphyotrichus squamatum* (Aster). También en la zona costera viven plantas de la familia Boraginaceae del genero *Heliotropium*; Familia Frankeniaceae (hierba del salitre); Familia Goodeniaceae, como *Selliera radicans* (maleza de marismas). Del grupo de las malvillas, familia Malvaceae y genero *Malva*; De los llantenes, familia Plantaginaceae, diferentes especies del genero *Plantago*; Familia Verbena, como *Verbena litoralis* (verbena azul); de la familia Cyperaceae, la especie *Eleocharis macrostachya* (juncia); Del grupo Poaceae como el género *Bromus berteroanus* (pasto largo) y *Distichlis spicata* (grama salada).

En la zona costera del humedal es posible reconocer 9 especies endémicas, siendo la familia Asteraceae las más abundantes, como: (1) *Gutierrezia resinosa* (pichanilla), (2) *Haplopappus parvifolius* (crespilla), (3) *Pleocarphus revolutus* (cola de ratón); de la familia Boraginaceae dos especies endémicas (4) *Cryptantha glomerata* (ortiguilla blanca) y (5) *Heliotropium stenophyllum* (palo negro); Del órden de las Malvas, Malvaceae como (6) *Cristaria glaucohylla* (malvilla) y (7) *Sphaeralcea obtusiloba* (malvita de cerro): Del grupo de los llantenes, *Plantago litorea* (llantén) y la flor estacional (9) *Leucocoryne coquimbensis* (huillin de Coquimbo).

La riqueza vegetacional de la zona costera del Humedal El Culebrón, está compuesta en su mayoría por especies nativas y de 10 de las especies de endémicas de todo el humedal, 9 especies se encuentran en la zona costera, presentando esta zona un gran endemismo en cobertura vegetal. En su conjunto conforman diversos microhábitats para muchos animales, como reptiles, insectos polinizadores, escarabajos costeros y para aves residentes y migratorias, brindando refugio, protección, control de la temperatura y radiación solar. Su crecimiento y floración dependen de la cantidad de espacio disponible y lluvia caída durante el invierno. La remoción del terreno de playa degrada el suelo y quita espacio para el desarrollo de las comunidades de plantas nativas y endémicas, al remover las estructuras subterráneas de las plantas (raíces, bulbos, etc.). Algunas de estas plantas no están visibles todo el año, pero permanecen latentes por mucho tiempo, incluso varios años y que en condiciones de precipitación favorable vuelven a germinar.

5. Intercambio hídrico entre aguas superficiales, subterráneas, dulces y marinas

La construcción de un muro cuya profundidad no sale señalada explícitamente en las especificaciones del proyecto consultado, puede modificar el régimen hidrológico del sector costero intervenido. Según la Figura 2, un muro intervendría el drenaje desde el humedal hacia el mar, el cual trae agua subterránea dulce. El efecto inmediato sería el alza en el nivel de la napa, que sólo podría drenar con mayor facilidad hacia los extremos de la costanera no cubiertos por el muro (ej. el puente del humedal). Dado que en el último tiempo se ha observado que la zona del humedal y contigua a ella tiene episodios de subida de la napa, se espera que este fenómeno se acreciente con la construcción de un muro que restrinja el libre curso del agua subterránea hacia y desde el mar. Dichos fenómenos de anegamiento favorecerían a aquellas plantas de hábitats más acuáticos, modificando su distribución local. Podrían afectar también a las comunidades de algueros que viven en el sector del humedal y al edificio ubicado en el extremo oeste de la costanera. El fenómeno antes señalado se puede mitigar instalando drenes bajo o a través de los muros, que permitan que el agua circule. En todo caso, es un tema que debiera ser investigado con la colocación de instrumentos de medición de niveles del agua subterránea a cada lado de la costanera, para monitorear el sistema antes, durante y después de la construcción de las obras.

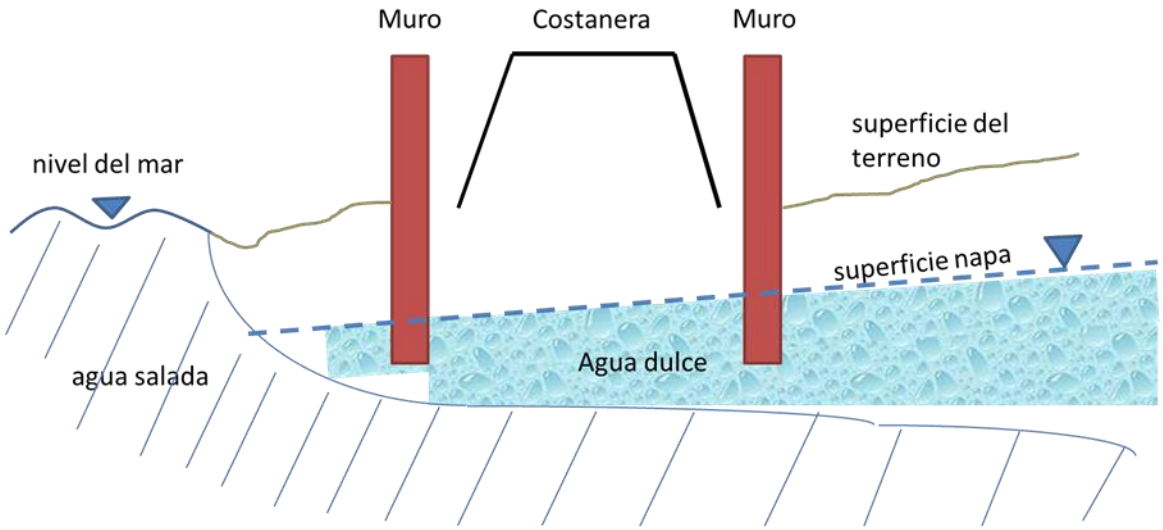


Figura 1. Esquema del impacto del muro costanera sobre el intercambio hídrico de aguas superficiales y subterráneas.

6. Desarrollo del aviturismo y educación ambiental

Actualmente el borde costero del humedal El Culebrón es un espacio para el aviturismo, utilizado por muchos observadores de naturaleza y sobre todo de aves, es posicionado como el 4° sitio de observación de aves en Ebird para la Región de Coquimbo. También es un espacio para la educación ambiental denominando por la Secretaria Ministerial Regional del Medio Ambiente y la Municipalidad de Coquimbo "Aula al aire libre". Además, la zona costera del humedal es visitada por cientos de personas a la semana que buscan recrearse en espacios naturales cercanos a la ciudad. La intervención de la obra en la playa Changa y sector playa del humedal El Culebrón perjudicará el desarrollo del turismo de naturaleza en la zona y creará una imagen de doble discurso respecto al cuidado de los espacios naturales y aula al aire libre.

7. Impactos de la infraestructura urbana en la costa (ver Anexo 2)

Se identifican tres principales impactos:

1) Distintos estudios realizados en Chile y otras latitudes, muestran efectos negativos del emplazamiento de infraestructura urbana en la costa tanto sobre especies marinas como terrestres (ver bibliografía *). La alteración del hábitat y remoción de especies en este caso, provocaría efectos negativos importantes sobre distintas especies asociadas a zonas de influencia (o "*buffer*") del humedal. Los "enrocados" además, debido a su estructura espacial, pueden acumular desechos sólidos de origen antrópico.

2) Además, asociado a la alteración de patrones hidrológicos (marejadas), la infraestructura podría afectar la dinámica de la playa de arena (erosión: tasa de renovación de arena), y del humedal (ej: flujo-reflujo de agua; hacía y desde el océano).

3) Existe amplia evidencia internacional reciente sobre la poca sustentabilidad de incluir estructuras rígidas en la costa, como los murallones de concreto u hormigón, dado los impactos que generan sobre la biodiversidad y su poca resiliencia frente a eventos extremos (*ej: tsunamis, marejadas*). En este punto, cabe recordar que el tsunami del 2015 removió completamente la infraestructura previamente emplazada en el sector, y sus escombros aún son un legado presente en la zona de influencia del humedal.

8. Recomendaciones básicas para el proyecto, y diseño alternativo (basados en "Ingeniería verde" o "*Ecological Engineering*")

A continuación, se proponen una serie de medidas para el desarrollo urbano en la zona, en base a otras investigaciones científicas y observaciones directas.

1) La amplitud de la acera peatonal y ciclovía a construir debiese ser lo más acotada posible, ya que la distancia entre la infraestructura costera y la línea de baja marea en la playa ya es mínima.

2) La infraestructura o defensa costera, si es que se construye, debiese ser del tipo "híbrida" (artificial y natural), en donde se incluya vegetación nativa (ej: *Tessaria*, *Baccharis*, etc.) detrás, en medio y/o en frente de la infraestructura (ver Anexo 1). Esto puede proveer refugio para especies endémicas *Liolaemus zapallarensis,* y/o para nidificación de algunas aves *(ej: "Pilpilén": Haematopus palliatus* comunes en el sector*).* El trasplante o incorporación de fauna endémica podría ser importante también al final del proceso de construcción.

*Cabe destacar que luego del tsunami del 2015, en los escombros del enrocado previamente construido en una porción de la playa, se asentó vegetación nativa que aún hoy persiste y que será removida nuevamente por el proyecto (Ver foto Anexo2).

3) Las obras de construcción y mayor perturbación deben ser realizadas durante los meses de otoño e invierno para asegurar que no se interrumpa la dinámica de migración y etapas de reproducción de las aves.

4) La remoción del suelo y excavación debe considerar un mitigación y reposición de las plantas nativas y endémicas propias de la costa, adyacente a los humedales y cuerpos de agua.

5) La luminaria (luz artificial) a instalar en el sector de ejercicios, propuesto en el proyecto, debiese ser de baja intensidad ya que sus impactos sobre invertebrados (ej: *Phaleria maculata*) que habitan la playa de arena han sido previamente cuantificados en el mismo sector.

Anexo 1 Lista de especies fauna humedal

Anexo 2 Resumen extendido Moisés Aguilera.

9. Referencias

Texto azul: estudios realizados en Chile

*****: muestran evidencias de los efectos negativos del emplazamiento de infraestructura urbana en la costa tanto sobre especies marinas como terrestres

*Aguilera, M. A., Arias, R. M., & Manzur, T. 2019. Mapping microhabitat thermal patterns in artificial breakwaters: Alteration of intertidal biodiversity by higher rock temperature. *Ecology and evolution*, *9*(22), 12915-12927. https://doi.org/10.1002/ece3.5776.

*Aguilera, M. A. 2018. Artificial defences in coastal marine ecosystems in Chile: Opportunities for spatial planning to mitigate habitat loss and alteration of the marine community structure. *Ecological engineering*, *120*, 601-610. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.04.021.

*Aguilera, Moisés A. Jan Tapia, Camila Gallardo, Pamela Nuñez, Katerina Varas-Belemi. 2020. Loss of coastal ecosystem spatial connectivity and services by urbanization: Naturalto-urban integration for bay management. *Journal of environmental management*. Vol. 276,111297. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111297.

*Aguilera, M.A., Broitman, B.R., Thiel, M., 2016. Artificial breakwaters as garbage bins: structural complexity enhances anthropogenic litter accumulation in marine intertidal habitats. *Environmental pollution* 214, 737–747. https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.064.

Beatty, W. S., Webb, E. B., Kesler, D. C., Raedeke, A. H., Naylor, L. W., & Humburg, D. D. (2014). Landscape effects on mallard habitat selection at multiple spatial scales during the non-breeding period. *Landscape ecology*, *29*(6), 989-1000.

*Bulleri, F., Chapman, M.G., 2010. The introduction of coastal infrastructure as a driver of change in marine environments. *Journal of applied ecology* 47, 26–35. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01751.x.

Cea, A., Martínez Tillería, K., Pasten, V., Osorio, R. 2019. Flora y vegetación de los humedales costeros de Coquimbo. En: Zuleta-Ramos, C. & Contreras-López, M. (eds.), Humedales Costeros de la Región de Coquimbo: Biodiversidad, Vulnerabilidad y Conservación. Editorial Universidad de la Serena.

*Chapman, M.G., Underwood, A.J., Browne, M.A., 2018. An assessment of the current usage of ecological engineering and reconciliation ecology in managing alterations to habitats in urban estuaries. *Ecological engineering* 120, 560–573. https://doi.org/10.1016/j. ecoleng.2017.06.050.

Bravo-Naranjo, V., Zuleta-Ramos, C. & Piñones-Cañete, C. 2019. Avifauna de los humedales costeros de la Región de Coquimbo. En: Zuleta-Ramos, C. & Contreras-López, M. (eds.), Humedales Costeros de la Región de Coquimbo: Biodiversidad, Vulnerabilidad y Conservación. Editorial Universidad de la Serena.

*Chávez-Villavicencio, C., Tabilo-Valdivieso, E., & Jofré-Pérez, C. 2019. Tsunami effects on Coquimbo Bay wetland water-bird species composition, associated with the 2015 Mw8. 4 Illapel earthquake (northern Chile). *Latin American journal of aquatic research*, *47*(5), 845-852. http://dx.doi.org/10.3856/vol47-issue5-fulltext-14.

Chávez-Villavicencio C & MM Rivadeneira. 2020. Wintry habitat selection of the Zapallaren tree iguana *(Liolaemus zapallarensis*, Müller & Hellmich, 1933) and its abundance in Changa beach, Coquimbo, northern Chile. Gayana 84: 37-45. https://gayana.cl/index.php/gn/article/view/110

*Dafforn, K.A., Glasby, T.M., Airoldi, L., Rivero, N.K., Mayer-Pinto, M., Johnston, E.L., 2015a. Marine urbanization: an ecological framework for designing multifunctional artificial structures. *Frontiers in ecology and the environment* 13, 82–90. https://doi.org/10.1890/140050.

*Dafforn, K.A., Mayer-Pinto, M., Morris, R.L., Waltham, N.J., 2015b. Application of management tools to integrate ecological principles with the design of marine infrastructure. *Journal of environmental management* 158, 61–73. https://doi.org/10.1016/j. jenvman.2015.05.001.

*Firth, L., Thompson, R.C., Bohn, K., Abbiati, M., Airoldi, L., Bouma, T.J., Bozzeda, F., Ceccherelli, V.U., Hoggart, S.P.G., Hawkins, S.J., et al. 2014. Between a rock and a hard place: environmental and engineering considerations when designing coastal defence structures. *Coastal engineering*. https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.10.015.

*González, S.A., Yañez-Navea, K., Muñoz, M., 2014. Effect of coastal urbanization on sandy beach coleoptera *Phaleria maculata* (Kulzer, 1959) in northern Chile. MARINE POLLUTION BULLETIN 83, 265–274. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.03.042.

Ministerio de Bienes Nacionales. 2009. LÍNEA DE BASE TERRENO FISCAL CON ALTO VALOR EN BIODIVERSIDAD, REGION DE COQUIMBO, HUMEDAL EL CULEBRON.

Municipalidad de Coquimbo. 2018. Ordenanza Municipal de Humedales Costeros Comuna de Coquimbo.

Piñones, A. A., Bravo, S. S., & Castillo, C. C. 2019. PERCEPCIÓN FUTURA DEL HUMEDAL "EL CULEBRÓN", COQUIMBO (CHILE): UNA EXPERIENCIA EDUCATIVA INTERDISCIPLINARIA. http://190.15.17.25/lunazul/downloads/Lunazul49_14.pdf.

Zuleta-Ramos, C., Contreras-López, M., Robles, M., Bravo-Naranjo, V. & Castillo, R. 2019. Sinopsis de los humedales costeros de la Región de Coquimbo. En: Zuleta-Ramos, C. & Contreras-López (eds.). Humedales Costeros de la Región de Coquimbo: Biodiversidad, Vulnerabilidad y Conservación. Editorial Universidad de la Serena.

Anexo 1 A. Listado de los vertebrados encontrados en el Humedal El Culebrón. Datos obtenidos de licitación 2009 "Estudio ambiental Línea base terreno fiscal con alto valor en biodiversidad Región de Coquimbo, Humedal El Culebrón"

Orden	**Familia**	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Clasificación**
Peces					
Cypriniformes	Cyprinidae	Cyprinus	*Cyprinus carpio*	Carpa	Introducido
Atheriniformes	Atherinopsidae	Odontesthes	*Odontesthes regia*	Pejerrey	Nativo
Perciformes	Mugilidae	Mugil	*Mugil cephalus*	Lisa	Introducido
	Cichlidae	Cichlasoma	*Cichlasoma facetum*	Chanchito	Introducido
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	Cnesterodon	*Cnesterodon decemmaculatus*	Gambusia manchada	Introducido
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	Gambusia	*Gambusia holbrooki*	Gambusia común	Introducido
Anfibios					
Anura	**Bufonidae**	Bufo	*Bufo atacamensis*	Sapito de Atacama	Nativo
Anura	**Leptodactylidae**	Pleurodema	*Pleurodema thaul*	Sapito de cuatro ojos	Nativo
Aves					
Anseriformes	Anatidae	Spatula	*Spatula cyanoptera*	Pato colorado	Nativo
Anseriformes	Anatidae	Spatula	*Spatula platalea*	Pato cuchara	Nativo
Anseriformes	Anatidae	Anas	*Anas georgica*	Pato jergón grande	Nativo
Podicipediformes	Podicipedidae	Podiceps	*Podiceps occipitalis*	Blanquillo	Nativo
Columbiformes	Columbidae	Columba	*Columba livia*	Paloma doméstica	Introducido
Gruiformes	Rallidae	Pardirallus	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén común	Nativo
Gruiformes	Rallidae	Porphyriops	*Porphyriops melanops*	Tagüita común	Nativo
Gruiformes	Rallidae	Fulica	*Fulica rufifrons*	Tagua de frente roja	Nativo
Gruiformes	Rallidae	Fulica	*Fulica armillata*	Tagua común	Nativo
Gruiformes	Rallidae	Fulica	*Fulica leucoptera*	Tagua chica	Nativo
Charadriiformes	Recurvirostridae	Himantopus	*Himantopus mexicanus*	Perrito	Nativo
Charadriiformes	Haematopodidae	Haematopus	*Haematopus palliatus*	Pilpilén común	Nativo
Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus	*Vanellus chilensis*	Queltehue común	Nativo
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	Nativo
Charadriiformes	Laridae	Leucophaeus	*Leucophaeus modestus*	Gaviota garuma	Nativo
Charadriiformes	Laridae	Leucophaeus	*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	Nativo

Charadriiformes	Laridae	Larus	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	Nativo
Charadriiformes	Laridae	Rynchops	*Rynchops niger*	Rayador	Nativo
Suliformes	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	Nativo
Pelecaniformes	Pelecanidae	Pelecanus	*Pelecanus thagus*	Pelícano de Humboldt	Nativo
Pelecaniformes	Ardeidae	Ixobrychus	*Ixobrychus involucris*	Huairavillo	Nativo
Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	*Ardea cocoi*	Garza cuca	Nativo
Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	*Ardea alba*	Garza grande	Nativo
Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus	*Bubulcus ibis*	Garza bueyera	Nativo
Pelecaniformes	Ardeidae	Nycticorax	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo común	Nativo
Falconiformes	Falconidae	Milvago	*Milvago chimango*	Tiuque	Nativo
Passeriformes	Furnariidae	Phleocryptes	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	Nativo
Passeriformes	Furnariidae	Cinclodes	*Cinclodes nigrofumosus*	Churrete costero	Nativo
Passeriformes	Tyrannidae	Tachuris	*Tachuris rubrigastra*	Siete colores	Nativo
Passeriformes	Tyrannidae	Lessonia	*Lessonia rufa*	Colegial austral	Nativo
Passeriformes	Hirundinidae	Pygochelidon	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro	Nativo
Passeriformes	Hirundinidae	Tachycineta	*Tachycineta leucopyga*	Golondrina chilena	Nativo
Passeriformes	Troglodytidae	Troglodytes	*Troglodytes aedon*	Chercán común	Nativo
Passeriformes	Mimidae	Mimus	*Mimus thenca*	Tenca chilena	Nativo
Passeriformes	Passeridae	Passer	*Passer domesticus*	Gorrión	Introducido
Passeriformes	Emberizidae	Zonotrichia	*Zonotrichia capensis*	Chincol	Nativo
Passeriformes	Icteridae	Curaeus	*Curaeus curaeus*	Tordo	Nativo
Passeriformes	Icteridae	Agelasticus	*Agelasticus thilius*	Trile	Nativo
Passeriformes	Thraupidae	Diuca	*Diuca diuca*	Diuca común	Nativo
Passeriformes	Thraupidae	Sicalis	*Sicalis luteola*	Chirihue común	Nativo
Mamíferos					
Rodentia	Muridae	Abrothrix	*Abrothrix olivaceus*	Ratón olivaceo	Nativo
Rodentia	Muridae	Rattus	*Rattus rattus*	Rata negra	Introducido
Rodentia	Muridae	Rattus	*Rattus norvegicus*	Rata noruega	Introducido
Rodentia	Muridae	Mus	*Mus musculus*	Laucha	Introducido
Rodentia	Myocastoridae	Myocastor	*Myocastor coypus*	Coipo	Nativo

Anexo 1 B. Listado de las 132 especies de aves registradas en la plataforma eBird para el Humedal El Culebrón (para 20 de noviembre 2020)
https://ebird.org/chile/hotspot/L791057?yr=all&m=&rank=mrec

Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Clasificación
Anseriformes	Anatidae	Coscoroba	*Coscoroba coscoroba*	Cisne coscoroba	Residente
Anseriformes	Anatidae	Spatula	*Spatula puna*	Pato puna	Ocasional
Anseriformes	Anatidae	Spatula	*Spatula cyanoptera*	Pato colorado	Residente
Anseriformes	Anatidae	Spatula	*Spatula platalea*	Pato cuchara	Residente
Anseriformes	Anatidae	Mareca	*Mareca sibilatrix*	Pato real	Residente
Anseriformes	Anatidae	Anas	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	Residente
Anseriformes	Anatidae	Anas	*Anas georgica*	Pato jergón grande	Residente
Anseriformes	Anatidae	Anas	*Anas flavirostris*	Pato jergón chico	Residente
Anseriformes	Anatidae	Oxyura	*Oxyura vittata*	Pato rana de pico delgado	Residente
Podicipediformes	Podicipedidae	Rollandia	*Rollandia rolland*	Pimpollo común	Residente
Podicipediformes	Podicipedidae	Podilymbus	*Podilymbus podiceps*	Picurio	Residente
Podicipediformes	Podicipedidae	Podiceps	*Podiceps major*	Huala	Residente
Podicipediformes	Podicipedidae	Podiceps	*Podiceps occipitalis*	Blanquillo	Residente
Columbiformes	Columbidae	Columba	*Columba livia*	Paloma doméstica	Residente
Columbiformes	Columbidae	Columbina	*Columbina picui*	Tortolita cuyana	Residente
Columbiformes	Columbidae	Zenaida	*Zenaida meloda*	Paloma de alas blancas	Residente
Columbiformes	Columbidae	Zenaida	*Zenaida auriculata*	Tórtola	Residente
Apodiformes	Trochilidae	Sephanoides	*Sephanoides sephaniodes*	Picaflor chico	Migratorio
Apodiformes	Trochilidae	Patagona	*Patagona gigas*	Picaflor gigante	Migratorio
Apodiformes	Trochilidae	Rhodopis	*Rhodopis vesper*	Picaflor del norte	Residente
Gruiformes	Rallidae	Pardirallus	*Pardirallus sanguinolentus*	Pidén común	Residente
Gruiformes	Rallidae	Porphyriops	*Porphyriops melanops*	Tagüita común	Residente
Gruiformes	Rallidae	Gallinula	*Gallinula galeata*	Tagüita del norte	Residente
Gruiformes	Rallidae	Fulica	*Fulica rufifrons*	Tagua de frente roja	Residente
Gruiformes	Rallidae	Fulica	*Fulica armillata*	Tagua común	Residente

Gruiformes	Rallidae	Fulica	*Fulica leucoptera*	Tagua chica	Residente
Gruiformes	Rallidae	Laterallus	*Laterallus jamaicensis*	Pidencito	Residente
Charadriiformes	Recurvirostridae	Himantopus	*Himantopus mexicanus*	Perrito	Residente
Charadriiformes	Recurvirostridae	Recurvirostra	*Recurvirostra andina*	Caití	Ocasional
Charadriiformes	Haematopodidae	Haematopus	*Haematopus palliatus*	Pilpilén común	Residente
Charadriiformes	Haematopodidae	Haematopus	*Haematopus ater*	Pilpilén negro	Residente
Charadriiformes	Charadriidae	Pluvialis	*Pluvialis squatarola*	Chorlo ártico	Migratorio
Charadriiformes	Charadriidae	Pluvialis	*pluvialis dominica*	Chorlo dorado	Migratorio
Charadriiformes	Charadriidae	Vanellus	*Vanellus chilensis*	Queltehue común	Residente
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius	*Charadrius collaris*	Chorlo de collar	Residente
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius	*Charadrius falklandicus*	Chorlo de doble collar	Residente
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado	Residente
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmado	Migratorio
Charadriiformes	Charadriidae	Charadrius	*Charadrius modestus*	Chorlo chileno	Residente
Charadriiformes	Scolopacidae	Numenius	*Numenius phaeopus*	Zarapito común	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Limosa	*Limosa haemastica*	Zarapito de pico recto	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Arenaria	*Arenaria interpres*	Playero vuelvepiedras	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris	*Calidris canutus*	Playero ártico	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris	*Calidris virgata*	Playero de las rompientes	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris	*Calidris himantopus*	Playero de patas largas	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris	*Calidris alba*	Playero blanco	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris	*Calidris melanotos*	Playero pectoral	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris	*Calidris pusilla*	Playero semipalmado	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Calidris	*Calidris mauri*	Playero occidental	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Gallinago	*Gallinago paraguaiae*	Becacina común	Residente

Charadriiformes	Scolopacidae	Phalaropus	*Phalaropus tricolor*	Pollito de mar tricolor	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Phalaropus	*Phalaropus fulicarius*	Pollito de mar rojizo	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa	*Tringa melanoleuca*	Pitotoy grande	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa	*Tringa semipalmata*	Playero grande	Migratorio
Charadriiformes	Scolopacidae	Tringa	*Tringa flavipes*	Pitotoy chico	Migratorio
Charadriiformes	Stercorariidae	Stercorarius	*Stercorarius chilensis*	Salteador chileno	Ocasional
Charadriiformes	Laridae	Chroicocephalus	*Chroicocephalus serranus*	Gaviota andina	Migratorio
Charadriiformes	Laridae	Chroicocephalus	*Chroicocephalus maculipennis*	Gaviota cáhuil	Migratorio
Charadriiformes	Laridae	Leucophaeus	*Leucophaeus modestus*	Gaviota garuma	Migratorio
Charadriiformes	Laridae	Leucophaeus	*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	Migratorio
Charadriiformes	Laridae	Larus	*Larus belcheri*	Gaviota peruana	Migratorio
Charadriiformes	Laridae	Larus	*Larus dominicanus*	Gaviota dominicana	Residente
Charadriiformes	Laridae	Larosterna	*Larosterna inca*	Gaviotín monja	Residente
Charadriiformes	Laridae	Sterna	*Sterna hirundo*	Gaviotín boreal	Migratorio
Charadriiformes	Laridae	Sterna	*Sterna paradisaea*	Gaviotín ártico	Migratorio
Charadriiformes	Laridae	Sterna	*Sterna hirundinacea*	Gaviotín sudamericano	Residente
Charadriiformes	Laridae	Sterna	*Sterna trudeaui*	Gaviotín piquerito	Residente
Charadriiformes	Laridae	Thalasseus	*Thalasseus elegans*	Gaviotín elegante	Migratorio
Charadriiformes	Laridae	Rynchops	*Rynchops niger*	Rayador	Migratorio
Sphenisciformes	Spheniscidae	Spheniscus	*Spheniscus humboldti*	Pingüino de Humboldt	Residente
Procellariiforme	Procellariidae	Pelecanoides	*Pelecanoides garnotii*	Yunco de Humboldt	Residente
Suliformes	Sulidae	Sula	*Sula variegata*	Piquero de Humboldt	Residente
Suliformes	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax	*Phalacrocorax gaimardi*	Lile	Residente
Suliformes	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax	*Phalacrocorax brasilianus*	Yeco	Residente
Suliformes	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax	*Phalacrocorax bougainvillii*	Guanay	Residente
Pelecaniformes	Pelecanidae	Pelecanus	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano pardo	Ocasional
Pelecaniformes	Pelecanidae	Pelecanus	*Pelecanus thagus*	Pelícano de Humboldt	Residente
Pelecaniformes	Ardeidae	Ixobrychus	*Ixobrychus involucris*	Huairavillo	Residente

Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	*Ardea cocoi*	Garza cuca	Residente
Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea	*Ardea alba*	Garza grande	Residente
Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta	*Egretta thula*	Garza chica	Residente
Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta	*Egretta caerulea*	Garza azul	Ocasional
Pelecaniformes	Ardeidae	Bubulcus	*Bubulcus ibis*	Garza bueyera	Residente
Pelecaniformes	Ardeidae	Nycticorax	*Nycticorax nycticorax*	Huairavo común	Residente
Pelecaniformes	Ardeidae	Plegadis	*Plegadis chihi*	Cuervo de pantano común	Residente
Pelecaniformes	Threskiornithidae	Theristicus	*Theristicus melanopis*	Bandurria comun	Residente
Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps	*Coragyps atratus*	Jote de cabeza negra	Residente
Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	*Cathartes aura*	Jote de cabeza colorada	Residente
Accipitriformes	Accipitridae	Elanus	*Elanus leucurus*	Bailarín	Residente
Accipitriformes	Accipitridae	Circus	*Circus cinereus*	Vari ceniciento	Residente
Strigiformes	Tytonidae	Tyto	*Tyto alba*	Lechuza	Residente
Strigiformes	Strigidae	Athene	*Athene cunicularia*	Pequén	Residente
Falconiformes	Falconidae	Caracara	*Caracara plancus*	Traro	Residente
Falconiformes	Falconidae	Milvago	*Milvago chimango*	Tiuque	Residente
Falconiformes	Falconidae	Falco	*Falco sparverius*	Cernícalo	Residente
Falconiformes	Falconidae	Falco	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Residente
Psittaciformes	Psittacidae	Cyanoliseus	*Cyanoliseus patagonus*	Tricahue	Residente
Passeriformes	Furnariidae	Phleocryptes	*Phleocryptes melanops*	Trabajador	Residente
Passeriformes	Furnariidae	Upucerthia	*Upucerthia dumetaria*	Bandurrilla común	Residente
Passeriformes	Furnariidae	Cinclodes	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanelado	Residente
Passeriformes	Furnariidae	Cinclodes	*Cinclodes oustaleti*	Churrete chico	Residente
Passeriformes	Furnariidae	Cinclodes	*Cinclodes patagonicus*	Churrete patagónico	Residente
Passeriformes	Furnariidae	Cinclodes	*Cinclodes nigrofumosus*	Churrete costero	Residente
Passeriformes	Furnariidae	Leptasthenura	*Leptasthenura aegithaloides*	Tijeral común	Residente
Passeriformes	Furnariidae	Asthenes	*Asthenes modesta*	Canastero chico	Residente
Passeriformes	Cotingidae	Phytotoma	*Phytotoma rara*	Rara	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	Tachuris	*Tachuris rubrigastra*	Siete colores	Residente

Passeriformes	Tyrannidae	Anairetes	*Anairetes parulus*	Cachudito común	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	Lessonia	*Lessonia rufa*	Colegial austral	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	Hymenops	*Hymenops perspicillatus*	Run-run	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	Muscisaxicola	*Muscisaxicola maclovianus*	Dormilona tontita	Residente
Passeriformes	Tyrannidae	Xolmis	*Xolmis pyrope*	Diucón	Residente
Passeriformes	Hirundinidae	Pygochelidon	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro	Migratorio
Passeriformes	Hirundinidae	Tachycineta	*Tachycineta leucopyga*	Golondrina chilena	Residente
Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja	Ocasional
Passeriformes	Troglodytidae	Troglodytes	*Troglodytes aedon*	Chercán común	Residente
Passeriformes	Troglodytidae	Cistothorus	*Cistothorus platensis*	Chercán de las vegas	Residente
Passeriformes	Mimidae	Mimus	*Mimus thenca*	Tenca chilena	Residente
Passeriformes	Turdidae	Turdus	*Turdus falcklandii*	Zorzal patagónico	Residente
Passeriformes	Passeridae	Passer	*Passer domesticus*	Gorrión	Residente
Passeriformes	Motacillidae	Anthus	*Anthus correndera*	Bailarín chico común	Residente
Passeriformes	Fringillidae	Spinus	*Spinus barbatus*	Jilguero austral	Residente
Passeriformes	Emberizidae	Zonotrichia	*Zonotrichia capensis*	Chincol	Residente
Passeriformes	Icteridae	Leistes	*Leistes loyca*	Loica común	Residente
Passeriformes	Icteridae	Molothrus	*Molothrus bonariensis*	Mirlo común	Residente
Passeriformes	Icteridae	Curaeus	*Curaeus curaeus*	Tordo	Residente
Passeriformes	Icteridae	Agelasticus	*Agelasticus thilius*	Trile	Residente
Passeriformes	Thraupidae	Phrygilus	*Phrygilus gayi*	Cometocino de Gay	Residente
Passeriformes	Thraupidae	Diuca	*Diuca diuca*	Diuca común	Residente
Passeriformes	Thraupidae	Phrygilus	*Phrygilus alaudinus*	Platero	Residente
Passeriformes	Thraupidae	Sicalis	*Sicalis luteola*	Chirihue común	Residente

ANEXO 2.

Sistema humedal “El Culebrón” y los impactos de la adición de “nueva” infraestructura urbana.

Noviembre 2020

Dr. ***(Ecología)*** **Moisés Aguilera Moya**
Académico del Departamento de Biología Marina
Universidad Católica del Norte, Coquimbo

“Playa Changa”, humedal El Culebrón y zona de influencia (en cuanto a flora y fauna).

Trabajos de remoción de tierra y vegetación en la franja supralitoral adyacente a carretera, y en zona periférica sur del humedal (05/11/2020).

<u>Antecedentes generales (al 18/11/2020)</u>: Construcción de muro de hormigón y enrocado (“*Rip-rap*”) en playa Changa desde boca del humedal “El Culebrón” (desde sector del puente hacia el sur); uso ingenieril para paseo peatonal, ciclovía y zona de ejercicios (con sombreado y luz artificial).

<u>Observaciones</u>: El proyecto considera el **emplazamiento de infraestructura urbana** desde la zona de la “boca” del humedal hacia el sur la cual incluye la zona de influencia del mismo; **caracterizada por especies vegetales nativas propias de este sector (ej:** *Sarcocornia fruticosa, Tessaria absinthioides, Baccharis saliciformis, Nolana divaricata, Solanum pinnatum, Cristaria glaucophylla,* entre otras especies registradas en Noviembre de 2019 por el autor). Dado que los trabajos ya han comenzado (al 05/11/2020), **se ha removido arena y escombros en el sector sur junto con la flora y fauna** (ej: *Liolaemus zapallarensis*) del sector.

Al parecer, el diseño estructural considerado en este caso, es similar al proyecto ya ejecutado en el sector de “*Casino de juegos Enjoy”,* en **donde se construyó un muro de hormigón y se homogeneizó (alisó) la duna remanente previamente presente en ese sector**.

Impactos de la infraestructura y argumentación (resumen):

1) Distintos estudios realizados en Chile y otras latitudes, muestran efectos negativos del emplazamiento de infraestructura urbana en la costa tanto sobre especies marinas como terrestres (*ver evidencias*). **La alteración del hábitat y remoción de especies en este caso, provocaría efectos negativos importantes sobre distintas especies asociadas a zonas de influencia (o "*buffer*") del humedal**. Los "enrocados" además, debido a su estructura espacial, pueden acumular desechos sólidos de origen antrópico.

2) Además, **asociado a la alteración de patrones hidrológicos (*marejadas*), la infraestructura podría afectar la dinámica de la playa de arena** (*erosión: tasa de renovación de arena*), y del humedal (ej: *flujo-reflujo de agua; hacía y desde el océano*).

3) Existe amplia evidencia internacional reciente sobre la **poca sustentabilidad de incluir estructuras rígidas en la costa, como los murallones de concreto u hormigón, dado los impactos que generan sobre la biodiversidad y su poca resiliencia frente a eventos extremos** (*ej: tsunamis, marejadas*). En este punto, cabe recordar que el tsunami del 2015 removió completamente la infraestructura previamente emplazada en el sector, y sus escombros aún son un legado presente en la zona de influencia del humedal.

<u>Recomendaciones básicas para el proyecto, y diseño alternativo (basados en "Ingeniería verde" o "*Ecological Engineering*"):</u>

1) La amplitud de la acera peatonal y ciclovía a construir debiese ser lo más acotada posible, ya que **la distancia entre la infraestructura costera y la línea de baja marea en la playa ya es mínima**.

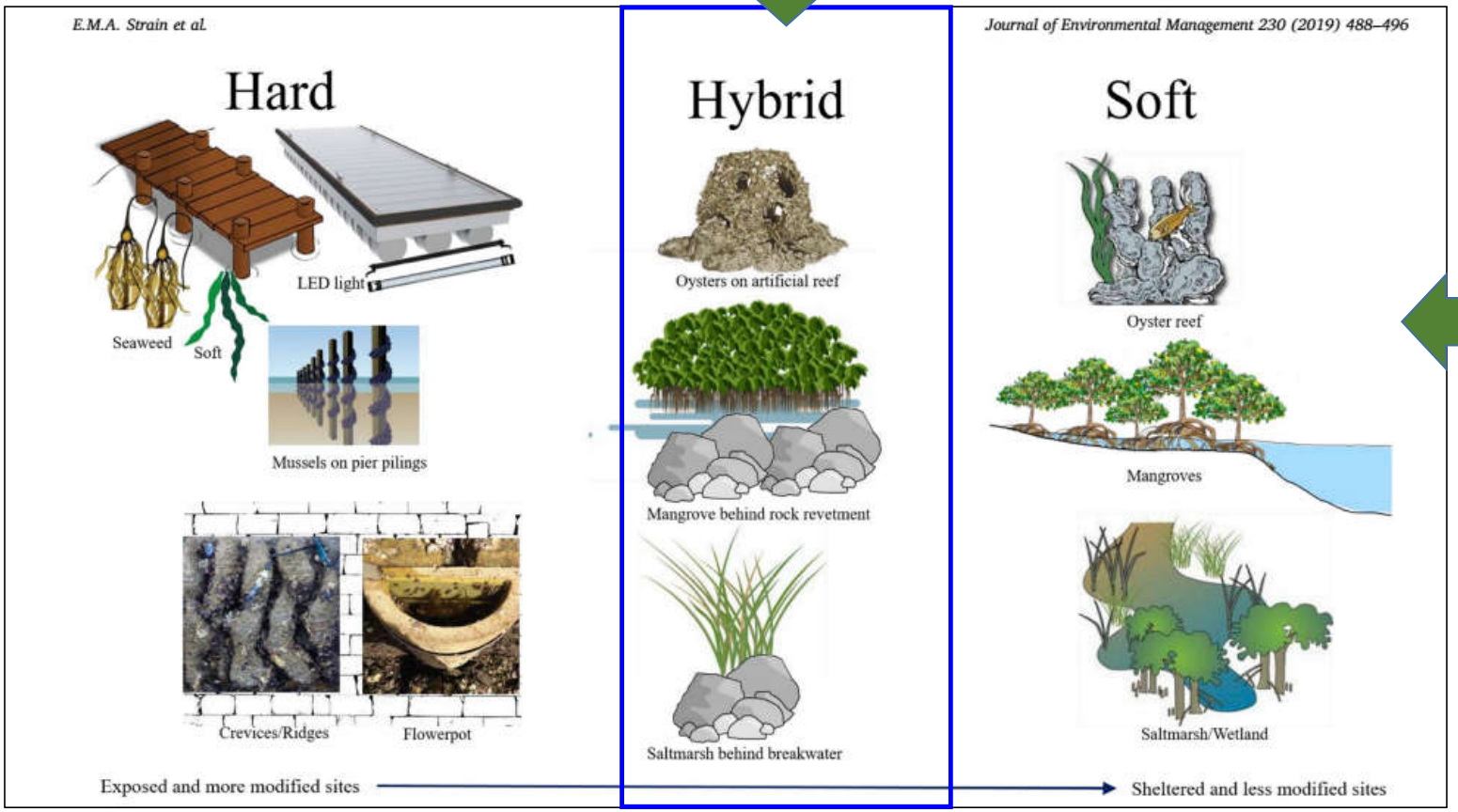
2) La infraestructura o defensa costera, si es que se construye, **debiese ser del tipo "híbrida"** (artificial y natural)**, en donde se incluya vegetación nativa (**ej: *Tessaria*, *Baccharis*, etc.) **detrás**, **en medio y/o en frente de la infraestructura (**ver **Anexo 1). Esto puede proveer refugio para especies endémicas** *Liolaemus zapallarensis,* y/o para nidificación de algunas aves *(ej: "Zarapito": Numenius borealis, "Pilpilén":Haematopus palliatus* comunes en el sector*).* **El trasplante o incorporación de fauna endémica podría ser importante también al final del proceso de construcción.**

-Cabe destacar que luego del tsunami del 2015, en los escombros del enrocado previamente construido en una porción de la playa, se asentó vegetación nativa que aún hoy persiste y que será removida nuevamente por el proyecto (Ver foto **Anexo2**).

3) La **luminaria (luz artificial) a instalar en el sector de ejercicios,** propuesto en el proyecto, **debiese ser de baja intensidad ya que sus impactos sobre invertebrados (ej:** *Phaleria maculata***) que habitan la playa de arena** han sido previamente cuantificados en el mismo sector.

ANEXO 1: Esquema de diseños “eco-ingenieriles” de defensas costeras.

Los diseños híbridos incorporan a “la naturaleza” o la estructura de los ecosistemas en su diseño *(“nature-based design”).*



Los ecosistemas pueden servir como defensas costeras, y pueden ser construidos con ese fin *(“Soft” infrastructures*). Sobretodo en zonas con menor perturbación natural (ej: marejadas)

ANEXO 2: Vegetación costera nativa presente en escombros de enrocado en "Playa Changa" sector sur (ej: *Tessaria absinthioides, Cristaria glaucophylla).* Hacia el norte se observan palmeras (*Washingtonia robusta*) plantadas directamente en la arena con bajo o nulo valor para el sistema del humedal.