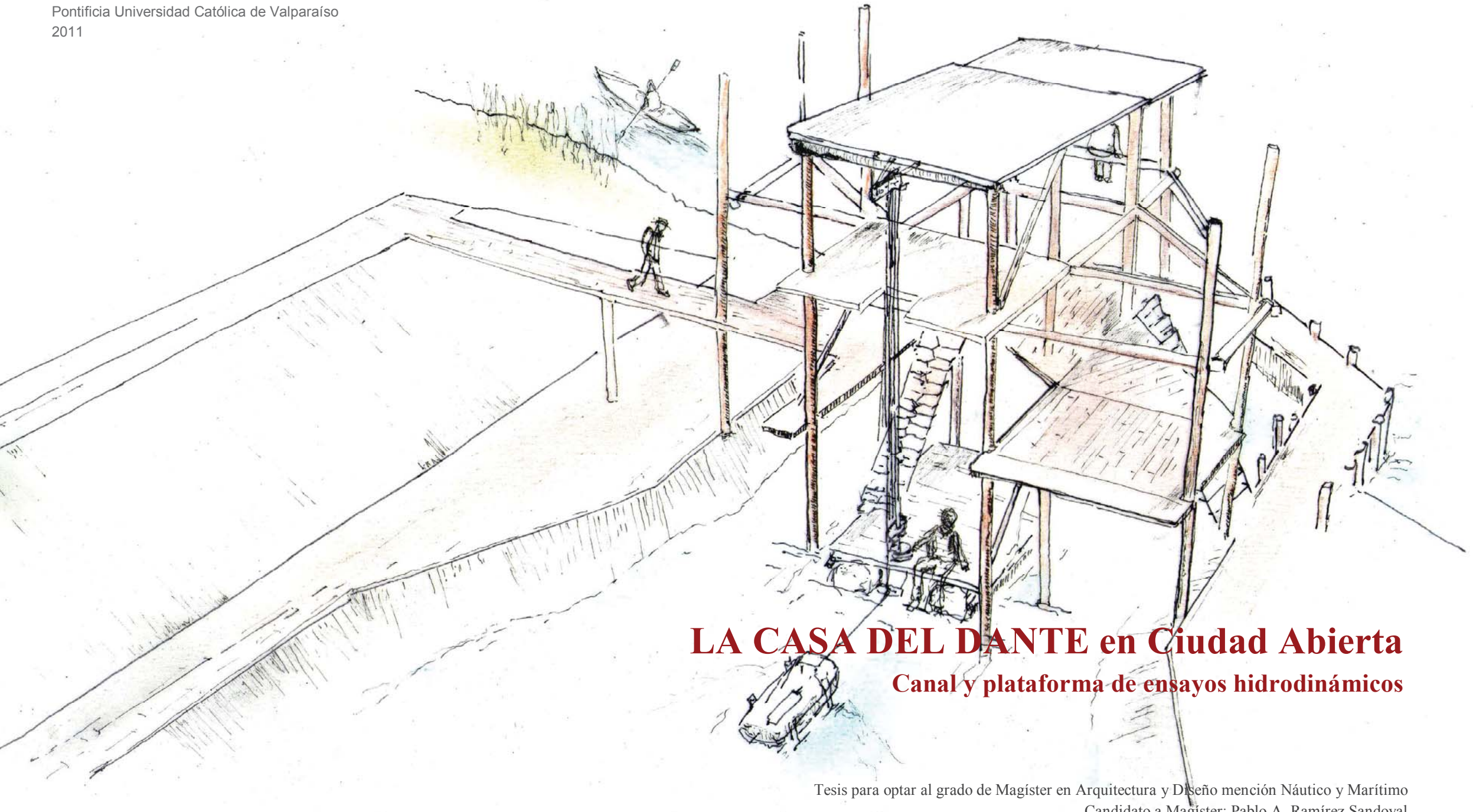




LA CASA DEL DANTE en Ciudad Abierta

Canal y plataforma de ensayos hidrodinámicos

Tesis para optar al grado de Magíster en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo

Candidato a Magíster: Pablo A. Ramírez Sandoval

Director de Tesis: Boris Ivelic Kusanovic

e[ad]

Escuela de Arquitectura y Diseño

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

2011

LA CASA DEL DANTE en Ciudad Abierta

Canal y plataforma de ensayos hidrodinámicos

Tesis para optar al grado de Magíster en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo

Candidato a Magíster: Pablo A. Ramírez Sandoval

Director de Tesis: Boris Ivelic Kusanovic

INDICE

I. Abstrac.	1	V. Fundamento técnico.	37
II. Resumen de la tesis.	2	1. Canales de prueba.	38
III. Encargo.	4	2. Sistema energético.	43
A. Origen del encargo.	4	3. Sistema Constructivo.	45
B. Actualidad del encargo.	4	a. El viento.	45
C. Importancia de resolver el encargo.	4	b. Fundaciones.	48
IV. Objetivos.	4	VI. Hipótesis.	53
A. Objetivo General.	4	A. Estero.	54
B. Objetivos específicos.	4	B. Canal.	54
V. Fundamento teórico.	5	C. Casa del Dante o Casa de Botes.	54
1. Desvelo de la condición poética.	6	D. Plataforma flotante portátil.	54
2. La forma de existir, construir y perdurar.	6	VII. Metodología.	55
3. El pacifico es un mar erótico. La vinculación de los mares.	8	1. Espiral de diseño y Requerimientos de Alto Nivel.	56
4. Apertura de los terrenos. La Forma.	9	2. Teoría Hidráulica de canales abiertos y calculo de caudales.	57
5. Invitar al pacifico y su aventura a tierra en cinco gestos.	10	3. Pruebas en túnel de viento.	62
a) El recibir.	10	4. Demostraciones geométricas acotadas.	63
b) Los pasos.	10	5. Demostración Hidrodinámica del prototipo y modelo a escala reducida.	70
c) Los Cruces.	10	6. Resistencia en una embarcación y potencia efectiva.	78
d) Los vínculos.	11	VIII. Resultados.	85
e) Las obras épicas.	11	1. Espiral de diseño y Requerimientos de Alto Nivel.	86
6. Habitar lo abierto.	12	2. Teoría hidráulica de canales abiertos y calculo de caudales.	87
7. El asombro de la flotabilidad.	12	a. Estudio Hidrológico cuenca Quintero – Mantagua.	87
8. La Casa del Dante de Miguel Eyquem..	13	b. Tres alternativas de encauce.	101
9. La Vestal de Fabio Cruz en el Agora de Tronquoy.	14	3. Pruebas en túnel de viento.	106
10. La Cofa, Moby Dick, Herman Melville.	15	4. Demostraciones geométricas acotadas.	108
11. El Catamarán.	17	5. Demostración hidrodinámica del prototipo y modelo a escala reducida.	127
12. Humedales.	17	6. Calculo de la potencia efectiva.	129
13. Estudio de antecedentes históricos del Estero Mantagua.	23	IX. Conclusiones.	133
V. Fundamento creativo.	31	X. Bibliografía.	135
1. Observaciones del lugar.	32	XI. Anexos.	139
2. La flotabilidad en la estructura.	36		

Assignment.

Canal, platform and testing workshop for hydrodynamic prototypes in Open City.

Objective

Estuary study, channeling options and Quintero-Mantagua basin.

To project the channel and an embankment for testing nautical and maritime prototypes.

Above the water, Dante's house, that will support in its highest point a counterweight system for prototypes dragging.

To project and build a detachable floor for the house as a floating platform for hydrodynamic tests including the detachable counterweight dragging system.

Basics o (fundamentals)

To reveal in the building the quality to amaze by the floating 33rd chant of The Divine Comedy.

Prototype dragging based on counterweights.

Hypothesis

Open channel for the estuary sheltered from south-west winds.

Over water construction of the lab-workshop with a floating and detachable floor for hydrodynamic tests.

Methodology

Hydraulic theory of open channels and flows calculation.

Prototype demonstration with reduced scale models.

Results

Estuary basins for a hundred years returned flow. Natural channel with water levels from 1.80 to 3.35 mts and modeling platform. Construction of aluminum floating platform.

Conclusion

First measurement results with the platform, in a Hydrofoil prototype (speed and resistance). Emerge the prototype in a 25 knots speed.

Encargo

Canal, plataforma y laboratorio-taller de ensayos hidrodinámicos en Ciudad Abierta.

Objetivos

Estudiar del estero, alternativas de encauce y la cuenca Quintero Mantagua

Proyectar el canal más un terraplén para ensayos de modelos náuticos y marítimos.

Sobre el agua, la Casa del Dante, que suspendería de su altura máxima un sistema de arrastre por contrapesos.

Proyectar y construir el piso desmontable de la casa como una plataforma flotante para ensayos hidrodinámicos con incorporación desmontable del sistema de arrastre por contrapesos.

Fundamento

Desvelar en la obra la cualidad de asombro por la flotabilidad del Canto 33 de la Divina Comedia.

Impulsión de modelos en base a contrapesos.

Hipótesis

Canal abierto a las aguas del estero protegido del viento sur-oeste

Construcción en palafitos del laboratorio-taller con un piso desmontable y flotante para ensayos hidrodinámicos.

Metodología

Teoría Hidráulica de canales abiertos y calculo de caudales.

Demostración del prototipo con modelo a escala reducida.

Resultados

Cauce del estero para un caudal de retorno de 100 años.

Canal natural con niveles de agua, 1.80, a 3,35 mts. mas plataforma de modelación.

Construcción plataforma flotante de aluminio.

Conclusiones

Primeros resultados de medición con plataforma en un modelo Hidrofoil, (velocidad y resistencia). Emergiendo el modelo a una velocidad equivalente a los 25 nudos.

Emplazamiento

Ciudad Abierta de Ritoque
Km. 5 Con Con – Quintero
V Región de Valparaíso
Chile
Superficie : 270 Há

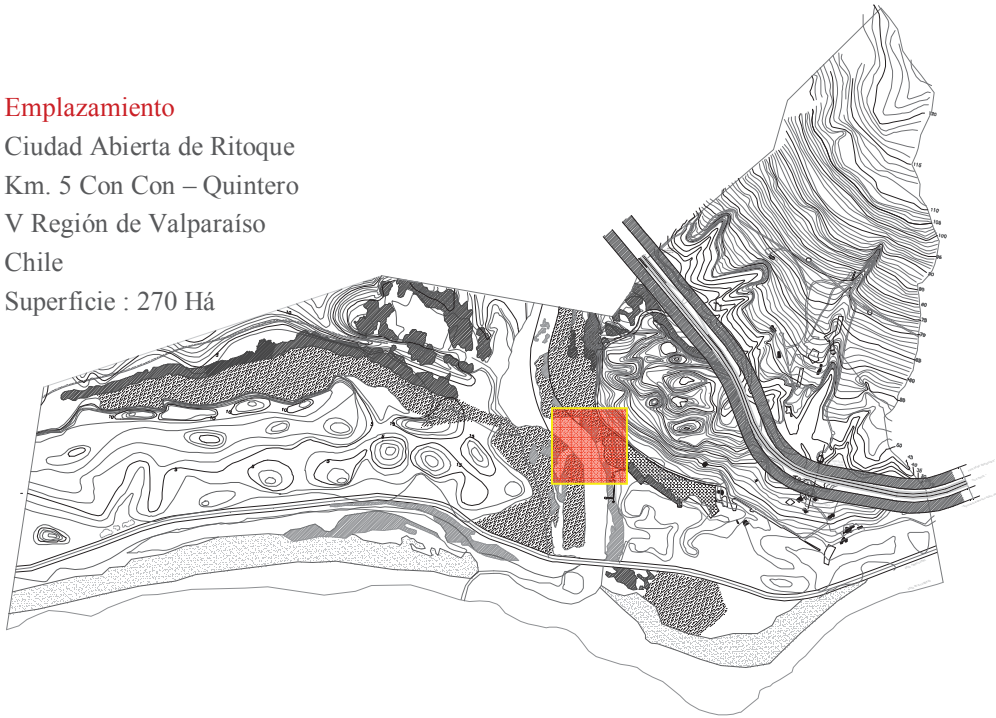


Figura 1. Planta ciudad abierta, corporación cultural Amereida



Figura 2. Aerofotogrametría SAF, lugar del proyecto

II. RESUMEN DE LA TESIS.**Encargo****A. Origen del encargo**

En el inicio de la Ciudad Abierta se encarga la “Casa del Dante” (CdelD) en el estero Mantagua. El magíster reinterpreta el encargo, para su sede de investigación.

B. Actualidad del encargo

No existen canales de prueba ni plataformas de ensayo marítimo en la V región.

C. Importancia de resolver el encargo

Un laboratorio-taller para experimentar en modelos, beneficiará a los investigadores del Magíster y prestará servicios a la región.

Objetivos**A. Objetivo general**

Construir un canal de pruebas y una plataforma de ensayos, para experiencias náuticas y marítimas, en el contexto de la “CdelD”.

B. Objetivos específicos

- 1- Cálculo y trazado del cauce del estero.
- 2- Diseñar un canal de pruebas en el estero y una plataforma de ensayos marítimos.
- 3- Proyectar la “CdelD” como sede del magíster.
- 4- Alternativamente realizar una plataforma flotante portátil, para ensayos de arrastre, utilizable en un canal natural o en una piscina.

Fundamentos de la tesis

A. Fundamento teórico

1. “El asombro de la flotabilidad” Canto 33 de la Divina Comedia.
2. La “CdelD” proyecto inicial de Miguel Eyquem

B. Fundamento Creativo

Mediante la luz natural, refracción, reflejos y transparencia, desvelar la flotabilidad de la “CdelD”.

C. Fundamento técnico

Energía: Impulsión de modelos en base a contrapesos.

Construcción: Terraplenes de arena consolidados con elementos vegetales. Estructura de madera impregnada. Plataforma en aluminio.

Hipótesis

Canal:

-Excavación transversal al estero Mantagua, con paredes ataludadas en ángulo de 33°, protegido del SW con terraplén lateral.

Casa del Dante:

- Cubo estructurado con pilotes de madera impregnada y un piso de aluminio desplegable flotando en el agua, para plataforma de ensayos y balsa de cruce del estero. Desde lo alto el sistema de contrapesos.

Plataforma flotante para ensayos hidrodinámicos:

-Plataforma flotante de aluminio anclada, con pilares. Una escalera de tijeras sostiene el sistema de contrapesos.

Metodología

1. Espiral de diseño y Requerimientos de Alto Nivel.
2. Teoría Hidráulica de canales abiertos y calculo de caudales.
3. Demostraciones geométricas acotadas.
4. Demostración Hidrodinámica del prototipo con modelo a escala reducida.

Resultados

1. Reestructuración del programa del proyecto.
2. Cauce del estero para caudal de 457,8 m³/s, retorno 100 años. Tramo Ciudad Abierta.
3. Laboratorio-taller en palafitos. Canal de 50 x 13 x 3.35 mts.. Talud de 33°. Niveles de agua, 1.80, y 3,35 mts.. Plataforma de modelación 864m².
4. Diseño y construcción de plataforma flotante de aluminio para ensayos hidrodinámicos.

Conclusiones

El canal y la “CdelD”, se construirán mas adelante.

Se construyó la plataforma flotante, para: A. ensayos de modelos; B. cruce del estero y C. piso de la “CdelD”. Primeros resultados de medición en un modelo con perfiles alares, (velocidad y resistencia). Los contrapesos permitieron emerger el modelo a una velocidad constante. Se requiere aumentar la fuerza de arrastre y obtener mayores velocidades en el cálculo de potencia final (25 nudos).

III. ENCARGO

A. Origen del encargo

Hace ya algunos años Miguel Eyquem proyecta la Casa del Dante o Casa de Botes en Ciudad Abierta con motivo de resolver un tránsito entre tierra y agua, el magíster responde a ello y lo une a la necesidad de tener un lugar físico donde poder experimentar y comprobar empíricamente ensayos de modelos náuticos y marítimos de las Tesis que aquí se desarrollan, revelando el misterio de la flotabilidad. Para ello se propone un canal de pruebas hidrodinámicas, abierto a las aguas del estero y sometido a las condiciones naturales del entorno, un terraplén para modelos marítimos y La Casa del Dante abarcando un programa arquitectónico que sustentara el modo de habitar a una obra abierta en las condiciones que el medio lo exige.

En paralelo al desarrollo del proyecto tesis el Magíster en Arquitectura y Diseño Náutico y Marítimo se plantea el autoencargo de diseñar y construir un canal de pruebas sin lugar fijo, siendo este a la vez parte del piso desmontable y flotante de la Casa del dante otorgando múltiples opciones entre ellas la posibilidad de ser una balsa de cruce del estero Mantagua hacia los terrenos del norte.

B. Actualidad del encargo

Actualmente existe la carencia del espacio para experimentar y obtener resultados cualitativos y cuantitativos de modelos náuticos y marítimos en la V región.

Por otra parte, el costo de pruebas en el canal de Valdivia y la distancia, acrecientan esa necesidad de construir este canal de pruebas.

Debido al aplazamiento de la construcción de la obra, el Canal de Pruebas y La Casa del Dante, se plantea el auto-encargo de proyectar y construir una plataforma flotante portátil de pruebas, que responda a las necesidades del origen, plasmándose esta como el inicio y fragmento de la obra proyectada.

C. Importancia de resolver el encargo

Existe sólo un canal en Chile y cuatro en Sudamérica. Por lo que la construcción de esta obra como un laboratorio – taller, beneficiara a investigadores del magíster, diseñadores, arquitectos e ingenieros, innovando en un sistema de arrastre para la cuantificación de pruebas y una posible apertura a la región de Valparaíso.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Como primer objetivo esta el proyectar un canal de pruebas abierto a las aguas del estero con un programa arquitectónico habitable para experiencias náuticas y marítimas.

Lo segundo es proyectar y construir una plataforma flotante portátil, polifuncional para la realización de ensayos hidrodinámicos, con la incorporación desmontable del sistema de arrastre por medio de contrapesos.

B. Objetivos específicos

- Definir cauce para estero Mantagua.
- Proyectar el canal bajo las condiciones naturales del entorno mas un terraplén para modelos.
- Proyectar sobre el canal un programa habitable, La Casa del Dante.
- Proyectar y construir una plataforma flotante de cruce y ensayos hidrodinámicos a modelos con escala reducida por medio de la construcción de un sistema de arrastre por medio de contrapesos.

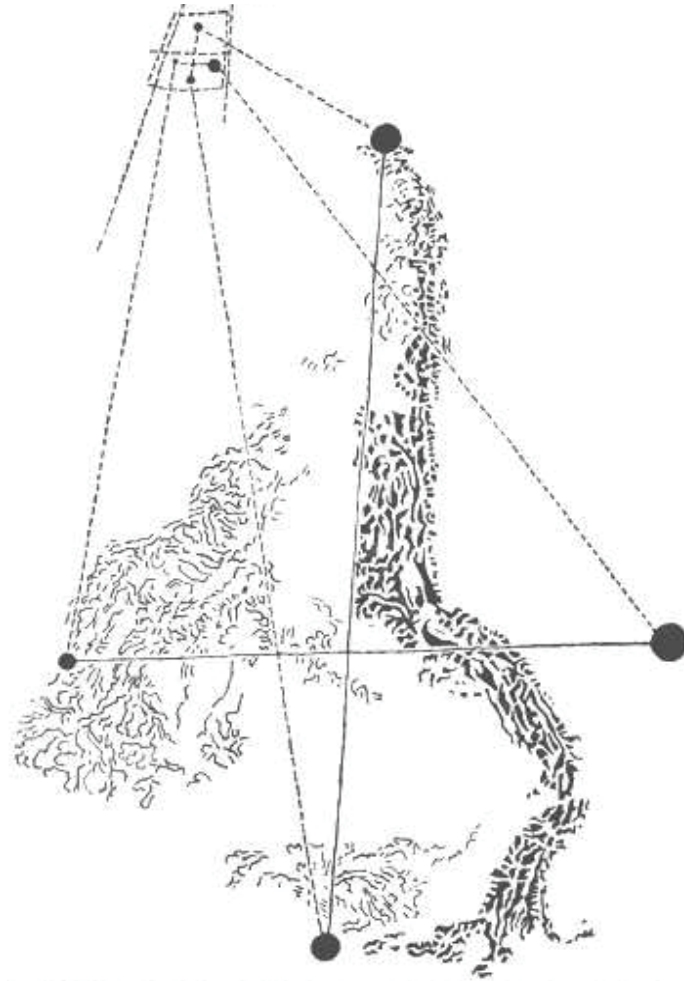


Figura 3. Tesis del Propio Norte, Archivo Histórico José Vial.

V. Fundamento teórico

1. Desvelo de la condición poética del hombre.
2. La forma de existir, construir y perdurar.
3. El pacífico es un mar erótico. La vinculación de los mares.
4. Apertura de los terrenos.
5. Invitar al pacífico y su aventura a tierra en cinco gestos.
6. Habitar lo abierto.
7. El asombro de la flotabilidad.
8. La Casa del Dante de Miguel Eyquem.
9. La Casa del Dante en Ciudad Abierta.
10. La Vestal de Fabio Cruz en el Agora de Tronquoy.
11. La Cofa, Moby Dick, Herman Melville.
12. El Catamarán.
13. Humedales.
14. Estudio de antecedentes históricos del Estero Mantagua.

1. Desvelo de la condición poética del hombre.

El magíster se inicia como parte de la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, y toma los fundamentos que son propios de la escuela, principalmente la relación directa que hay entre poesía y arquitectura, por tal motivo, es de importancia exponer lo planteado en el siguiente texto.

Si remontamos al origen de la palabra poesía, la encontramos en los griegos, expresada en el sentido de traer a presencia lo oculto, como una forma de desvelar tal condición, que es propia del ser humano, a esto le llamamos póiesis, que por medio de la palabra construye y puede dar apertura a lo desconocido, cobrando valor en el presente. El poeta Hölderlin señala: *“para eso se le ha dado al hombre el mas peligroso de los bienes, el lenguaje, para que atestigüe lo que es”*. Esto lo declara además en su poema Adorable Azul en el cual señala que *“poéticamente vive el hombre sobre esta tierra”*. Entendiendo esto, podemos concluir, que por medio de la palabra tenemos la posibilidad de fundar lugares, de dar a conocer los misterios del mundo y el universo, es con ella que los oficios cobran sentido en su hacer anteponiéndose al hecho final y otorgan el destino a la vida, es la construcción de una épica en que todos somos parte de ella. Nace así la poesía-épica, que nos permite abrir lo desconocido. Un ejemplo de esto es como un pueblo se funda y construye desde la palabra, el coraje y la virtud de un hombre, ejemplificada en la perseverancia de su travesía, Eneas, un líder prófugo de Troya en búsqueda de su destino, de su nueva patria, la fundación de Roma.

El presente proyecto-tesis se emplaza en la Ciudad Abierta de Ritoque, donde me toco vivir durante el periodo que duró mi magíster en la escuela, ella nace desde la poesía, cobrando vida el sentido de un destino oculto, como lo es el de América, su épica se fundamenta en el poema de Amereida, que contiene la unión de dos palabras, América y Eneida.

Amereida concibe a América construir la épica de su propio destino, en que somos nosotros los poseedores de nuestro norte, *invirtiendo la tradicional*

e impuesta orientación del mapamundi y guiarse así por una propia constelación, la Cruz del Sur, la cual orientó por muchísimos años a navegantes del otro hemisferio para completar sus travesías en aguas y tierras americanas. En este mundo el sur es el sur porque Europa lo dicto así, no porque nosotros lo quisimos. La gratitud de este hallazgo que es América, es que podamos fundar nuestra historia desde este gran regalo continental, asumiendo sus carencias para construirlas por medio de la travesía y la palabra en verdades de independencia y libertad.

2. La forma de existir, construir y perdurar.

A continuación se presenta un resumen del proceso histórico vivido por la escuela en conjunto a otras carreras y facultades en la disputa por la reforma universitaria de la Universidad Católica de Valparaíso, pasando por el Manifiesto de 1967, el Voto Propuesto al Senado Académico de 1969, hechos que revelaron posteriormente la fundación de la Ciudad Abierta de Ritoque.

En el año 1952 es refundada la Escuela de Arquitectura de la Universidad Católica de Valparaíso por los arquitectos Alberto Cruz, Miguel Eyquem, Fabio Cruz, Arturo Baeza, José Vial, el pintor Francisco Méndez, el escultor argentino Claudio Girola y el poeta Godofredo Iommi. Ellos plantearon una nueva forma de enseñar basada en la unión de la poesía y los oficios, lo cual genera un conflicto académico llamado Reforma.

Este nuevo modo de enseñar es mas que una simple clase catedrática, donde el aprender queda vulnerablemente escrito en un papel o recordado en la mente como un devenir de ideas y conceptos, esta nueva forma es un compromiso que contiene la vida, el trabajo y el estudio, para lograr obrar así, el oficio desde la esencia del ser humano y el respeto por sus pares, práctica que se ha mantenido hasta el día de hoy.

Esta unión entre poesía y arquitectura, es puesta en marcha inicialmente con la carrera de arquitectura y posteriormente con las carreras de diseño fundadas en la escuela. Aquí la enseñanza y la relación entre profesor y alumno adquirió un carácter consistente, donde maestro y discípulo revelan el

real acto del aprendizaje y avance de los conocimientos.

La situación que se vivía en esos años en casi todas las Universidades de Chile y en otras del planeta, era en práctica de un sistema estructurado, donde el poder primaba sobre la educación. La diferencia en esta universidad, fue que por mucho tiempo las autoridades universitarias eran designadas no considerando la opinión de todos los docentes, que eran parte de esta UCV. Toda organización incluyendo el poder económico, no tenía desvelo alguno hacia la comunidad docente y estudiantil, por tanto se conformaba un sistema educativo cerrado, demostrando claramente la ausencia de democracia, dominada por una sola autoridad y no por una estructura conformada por académicos. Esta situación causó el despertar de carreras y facultades quienes demostraron su oposición a esta organización, que no consideraba a todos los que conformaban esta casa de estudio, esto origina una Comisión de Reforma para atender las demandas de los reformistas. El Obispo de esa época hace caso omiso a toda renuncia, y petición, lo que llevó a organizar y conformar un nuevo Consejo Superior, paralelo al existente para justamente corregir y democratizar la educación, comenzando por la reestructuración de un Claustro Pleno Constituyente. Todos quienes participaron de esto fueron destituidos de sus cargos manifestando ilegal cualquier resolución y acción que estos lleven adelante. Esto generó el crecimiento del conflicto entre los dos bandos, sumado a la presencia de la prensa quien tergiversó por medio de un periódico de la ciudad, la verdad del problema anteponiéndose a otros medios de comunicación de la época, incluyendo a las federaciones de estudiantes del país. Al temor que tenían muchas autoridades de distintas facultades y escuelas por perder su lugar designado por la autoridad, deciden dejar esta lucha por la reforma, quedando solamente, la Escuela de Arquitectura, apoyada claramente por los estudiantes y la mayoría de los profesores de la Universidad, exigiendo que se reconociera por medio de la justicia, que la autoridad que se atribuye el Obispo de elegir a todos los mandos, es de carácter ilegal.

Todo esto fue tomando distintas directrices, que se fueron sumando al origen de la Reforma universitaria, que solo sostenía la integración de una

educación basada principalmente en valores y no en cuestiones de orden práctico y administrativo, donde el manejo de los sueldos abarcó distingos considerables en su repartición.

En respuesta al conflicto que se generó, se hace pública la declaración del Manifiesto del 15 de junio de 1967, por el poeta Godofredo Iommi, atenuando los ánimos de ambos bandos, con la intención de que profesores y alumnos dieran a conocer sus fundamentos e intenciones, para impulsar con coraje el logro a una contienda que atañe al crecimiento y formación universitaria de personas dentro de una casa de estudio, para otorgarle el carácter consecuente que pretende con la instrucción de valores sociales y culturales, que justamente en esta universidad y en otras del país no tomaba importancia alguna en sus planes de enseñanza, concluyendo públicamente en el no reconocimiento de cualquier autoridad que perteneciera a las órdenes eclesiásticas, dominantes de la administración de la universidad, manifestando su reestructuración completa.

El conflicto, llegó a su fin el 8 de agosto de 1967, reestructurando radicalmente el total de la Universidad Católica de Valparaíso, con la sustitución de la docencia y administración económica por un método considerablemente más justo y eficiente.

Finalmente, el resultado de la reforma se fue materializando en toda la UCV, pero solo en la Escuela de Arquitectura, se le otorga un particular fundamento, el de reoriginación. En el capítulo anterior se hace referencia a como la palabra antecede a los hechos y como la unión de ella con la poesía son capaces de construir y destruir, así también como el poder que tiene de fundar y refundar lugares, es desde este momento que la puesta en marcha cobra sentido y efecto en el entorno, con el coraje que caracterizó la perseverancia en una disputa por una educación con un pensamiento democrático y de calidad.

En el año 1969, se realiza el Voto Propuesto al Senado Académico, con motivo de dar a conocer la propuesta real a la modificación de los métodos y objetivos de las enseñanzas, proponiendo y estableciendo los siguientes fundamentos:

a. *El no privilegio de ningún oficio.*

Los oficios, por distintos que sean no adquieren distingo en una pirámide de estatus social, como por ejemplo, el producto que nace de la relación que existe entre un escultor y su madera, de un poeta y la palabra, de un marinero y su destino, o de un arquitecto y su proyecto, lo relevante aquí es el resultado materializado en una obra.

b. *La no acumulación de riqueza y bienes.*

El propósito de esto es, que todo es parte de un patrimonio colectivo perteneciente a la agrupación de los que participan de él, con esto se intenciona la equidad de bienes y la no discriminación de los oficios.

c. *La no institucionalización del poder como dominio.*

Con esto se establece, la no hegemonía de poderes indefinidos, siendo lo más justo la elección democrática de cargos por un periodo de un año sin reelección inmediata.

d. *Rechazo de toda violencia agresiva.*

La violencia no encuentra lugar en una forma de vida, donde se reúne la enseñanza, el intelecto y la convivencia con el entorno inmediato y externo. Por tanto se considera de gravísima falta la utilización de la violencia defensiva.

e. *La Agrupación tenderá a constituir un lugar físico donde la Unidad de vida, trabajo y estudio, fundada en la libertad, sea posible.*

Para que el desarrollo de una obra basado en el trabajo llegue a su correcto fin, son necesarios dos aspectos importantes, vida y estudio, o vida y enseñanza – aprendizaje, que juntos llegan a materializar y alcanzar la obtención del título a postular, el cual por cierto no es eterno, y debe ser renovado cada cierto tiempo, de modo que el título viene a ser la evidencia de un oficio incansable.

A los tres años del logro de la reforma y al año siguiente del Voto Propuesto al Senado Académico, en 1971, se funda la Ciudad Abierta de Ritoque, ubicada al norte de Viña del Mar, donde se pone en práctica todo los fundamentos expuestos anteriormente, como una nueva forma de enseñanza y aprendizaje basada en la vida, el trabajo y el continuo perfeccionamiento del estudio.

3. El pacifico es un mar erótico.

La vinculación de los mares

Ciudad Abierta se sitúa al borde del continente, en Amereida, una porción de mar interior de America contenida y descontentada en sus palabras, trazos y obras.

Al estar en el borde, se busca concebir que se revele el Océano Pacífico, para así poder reconocer el mar interior donde habitamos, y así America concebiría su gran dimensión por el Pacífico, en un contexto en que la playa muestra la agresividad del mar, junto al viento transformando el paisaje, revelando a presencia el mar interior.

En relación a esto, hace muchos años se realiza la Phalén del agua, donde se nombran tres aguas, “*el agua imposible*”, *el mar*, “*el agua cruel*”, *el estero* y “*el agua inventada*”, *la potable*, de aquí y en el presente se nos hace necesario nombrar una cuarta agua, en la cual construiremos una obra, el canal de pruebas, y la nombramos “*el agua mansa*”.

“*En la apertura de los terrenos, cuando llegamos al mar, en esa ágora no puntual, sino de Trayectoria que Alberto Cruz inventó el día de la inauguración de los terrenos; Alberto llegó a la orilla y dijo: “en vez de hacer un molo, vamos a hacer un fiordo. Vamos a darle entrada al mar”. Iommi, Godofredo, 1984, El Pacífico es un mar erótico.*

4. Apertura de los terrenos.

Lo siguiente es parte de un extracto del texto, Apertura de los Terrenos, expuesto el 7 de enero de 1971 por el poeta Godofredo Iommi, con motivo de abrir poéticamente los terrenos y revelar el fundamento arquitectónico de la Ciudad Abierta.

La forma

Bases del partido arquitectónico de la Ciudad Abierta

1. Orientación. El propio norte americano.

La Ciudad Abierta no puede pensarse ni trazarse en y con la visión de América según el Norte Sur convenido en la actualidad. Ella ha de pensarse y trazarse en la América que trae consigo su propio Norte tal como lo reveló Amereida:

*“porque anoté cuatro estrellas enfiguradas como una almendra que tenían poco movimiento
ellas abren en su cruz todos los puntos cardinales
el norte la designa sur pero ella no es el sur
porque en este cielo americano
también sus luces equivocan la esperanza
- regalo o constelación
para encender de nuevo el mapa
y más que sur ¿no es ella nuestro norte?”*

Amereida I, 1967, pag. 34, Archivo pdf.

Chile configurado sobre 4.500 kilómetros de costa en el Pacífico, se juega en la vinculación del mar interior y Océano.

La Ciudad Abierta recoge este fundamento y se da en ese llamado, por eso se coloca en el mismo borde del Océano, aquí, en Chile, en el remate

mismo de la travesía de esta parte de su mar interior que va del Atlántico al Pacífico.

La primera consecuencia de esta afirmación, mar interior y Océano Pacífico, es para la Ciudad Abierta la siguiente: La Ciudad Abierta tiene hoy múltiples relaciones, París, Auroville en la India, etc. Y tendrá muchísimas más en este mundo realmente mundial. Pero hay una relación especial y específica, la relación con la Ciudad de Santa Cruz que Amereida revela como la capital de la continentalidad Americana.

2. Orientación. El propio norte americano. Naturaleza de los ejes.

Santa Cruz, que bajo la nueva orientación se descubre como la capital de la continentalidad americana le muestra a la Ciudad Abierta el mar interior. Ese mar interior es la medida, la realidad posible para que la Ciudad Abierta pueda realmente darse al Pacífico cumpliendo, así, con lo que le es propio.



Figura 4. Acto Apertura de los Terrenos, Archivo Histórico José Vial.

5. Invitar al Pacífico y su aventura a tierra en cinco gestos

El pacífico se hace presente en distintos gestos y situaciones que lo llevan a construir una forma de relacionarse con el mar interior y sus habitantes.

A. El recibir

El borde celebra ese acto con una serie de elementos.

A una ciudad se llega y esta es preparada para llegar a ella, recibe y celebra ese acto con una serie de elementos como estaciones de tren, rodoviarios, paraderos y puertos. Cuando una ciudad es portuaria toda ella celebra el recibir como acto de su estructura urbana. El orden de cada elemento debe tener en su esencia un orden hospitalario en la comunicación socio urbana donde el error esta dentro de todas las posibilidades. Un ejemplo de ello y en otras aguas, es Barcelona, que se expande desde un borde que recibe y constituye lo urbano, crece en dos sentidos hacia su mar interior y hacia mar el mediterráneo.



Figura 5. Puerto Barcelona, España, 1830

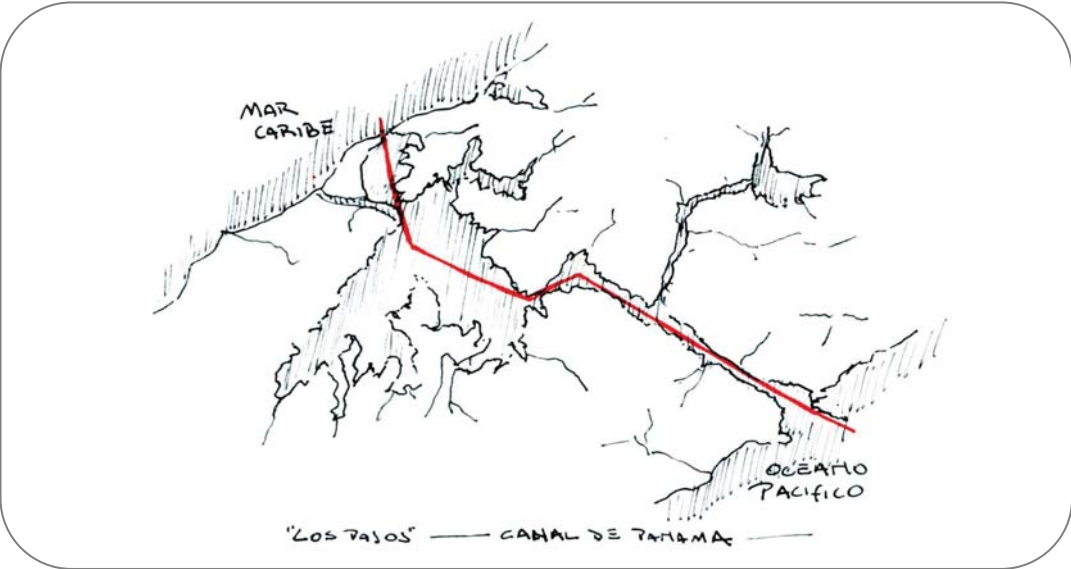


Figura 6. Los pasos. Croquis apuntes clases taller magister, Profesor Jorge ferrada, 2008

B. Los pasos

Cada obra conecta una riqueza y a modo de ejemplo esta el Canal de Panamá, un sueño de navegantes del siglo XVI y una obra épica de ingeniería, perseverancia y sacrificio de quienes participaron en ella para constituir un paso de interconexión entre países que se fundamenta en la comunicación y vinculación de la riquezas.

C. Los cruces

Punto de referencia de las aguas.

Cuando se navega en la vastedad marina y aparece un punto de referencia de las aguas este se celebra, como Juan Fernández cuando topo por herrancia con la isla que hoy lleva su nombre y traza un eje sobre el mapa. Otro ejemplo es un eje constitutivo del mar mediterráneo y Europa, el eje de la isla de Malta – Génova – Venecia. Por ello un cruce se sostiene con el espíritu inicial del destino de los lugares, donde se forma la ciudad que al no tener lugar se va constituyendo con un sentido épico.

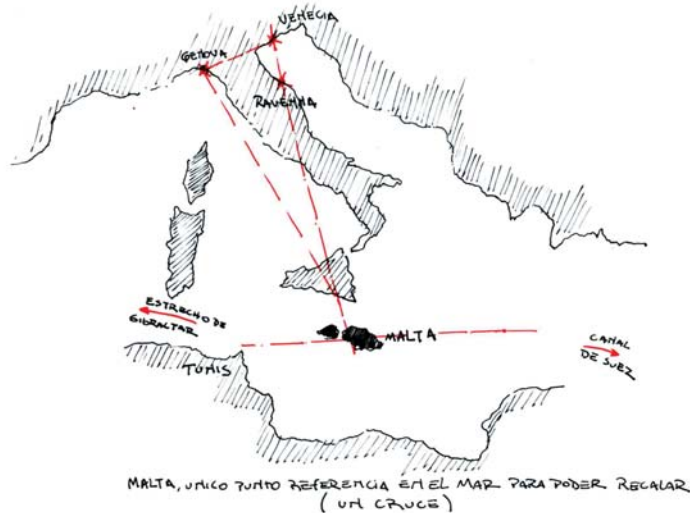


Figura 7. Los cruces. Croquis apuntes taller magíster, Profesor Jorge ferrada, 2008.

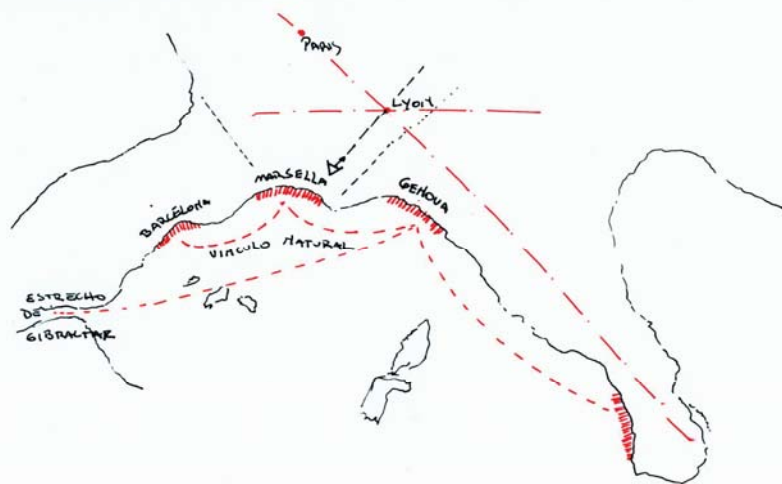


Figura 8. Los vínculos. Croquis apuntes taller magíster, Profesor Jorge ferrada, 2008.

D. Los vínculos

Vez que se crea en el agua el vínculo es infinito.

Cada punto se constituye cuando posee un Hinterland, un portal que lo hace ser y vez que se crea en el agua el vínculo es infinito, siempre existe otro punto con quien se relaciona, puerto – mundo – puerto.

E. Las obras épicas

El gesto de fundar.

De aquí nace la acción o gesto de fundar, donde se mantiene la una propia ley y o regla que provoca la fundación de las cosas, ahora si respetáramos la ley, la experiencia se vería avasallada por la versatilidad.

Por consiguiente fundar es dar el primer golpe, el de la puesta en marcha y lo que concede este nuevo modo de fundar es la libertad, la libertad de hacer ciudad, por lo mismo se afirma que para poder fundar America, hay que ponerla en marcha y utilizar la épica para obtener un lenguaje que nos permita interpretar la palabra real y eso que no tiene lugar, darle lugar.



Figura 9. Botadura Embarcación Amereida, Huinay, X Región.

6. Habitar lo abierto.

Un huésped se es cuando se habita invitado, el latín lo nombra *hospes*, el que alberga o el que es albergado.

En Ciudad Abierta esto es vivencia y no mero cumplimiento, ya que cumplir es algo condicionado, es deber hacer lo que nos pedimos o nos dan como tarea, por lo mismo cuando se piensa en una obra que se viva de forma tal, a la que no se le exijan límites, a la cual su propia frontera son sus ojos, sus actos y nosotros. Con esto la Casa del Dante se transforma más que en una forma, una estructura o una materia, en un huésped, es como decir que su hacer no tiene opción, es libre, se abre al Pacífico y al mar interior, sin embargo posee algo muy propio, que nunca cambiara, que es la respuesta a la pregunta ¿Por qué nació y se posó ahí, en lo abierto?.

En la apertura de los terrenos dice que la Ciudad Abierta al colocarse sobre la arena permite que el océano se haga presente en su equivalencia con la tierra, a lo cual me pregunto, ¿Por qué no existe una obra que vincule con más extensión esta semejanza entre agua y tierra?, tal vez es porque no hay coraje de hacer permanecer algo sobre ambas superficies. Y es entonces donde la Casa del Dante viene a vivir en el borde, en la aventura, para encontrar lo propio, emerge de un vasto misterio, la flotabilidad, pero también de un tránsito, en lo cual lo abierto esta presente, y como dice Hölderlin, “Ven a lo abierto amigo” Hacemos caso a aquella invitación, buscamos un tiempo y un espacio donde poder dar cabida a una nueva vida, un lugar que plasme el resultado de lo náutico y lo marítimo, del agua, el hombre y la tierra, pretendiendo causar un nuevo rasgo y regalo a Ciudad Abierta en que lo abierto vislumbre un nuevo significado, un continuo partir y descubrir, en lo mas puro de la educación, el viaje y la solución al problema.

En lo físico del proyecto esta una estructura de palafitos y un canal abierto a las aguas del estero y por ende a la vastedad marina, que podría ejemplificar un símbolo o bien un gesto de invitación al Océano Pacífico a tierra y viceversa, sin dirección fija, en que ya Ciudad Abierta no está en el borde sino dentro y fuera en la suerte de los ritmos de su habitar.

7. El asombro de la flotabilidad

Hace ya algunos años cuando se pensaban unas embarcaciones para Ciudad Abierta, el poeta Godofredo Iommi hizo un encargo a partir de lo que el llamo el misterio de la flotabilidad, y lo gesto a partir del canto trigésimo tercero del Paraíso de la Divina Comedia, de Dante Alighieri, de donde rescata el terceto noventa y cuatro, noventa y cinco, y noventa y seis:

Un punto solo me es mayor letargo

que veinticinco siglos tras la empresa

en que Neptuno vio la sombra de Argos. 96

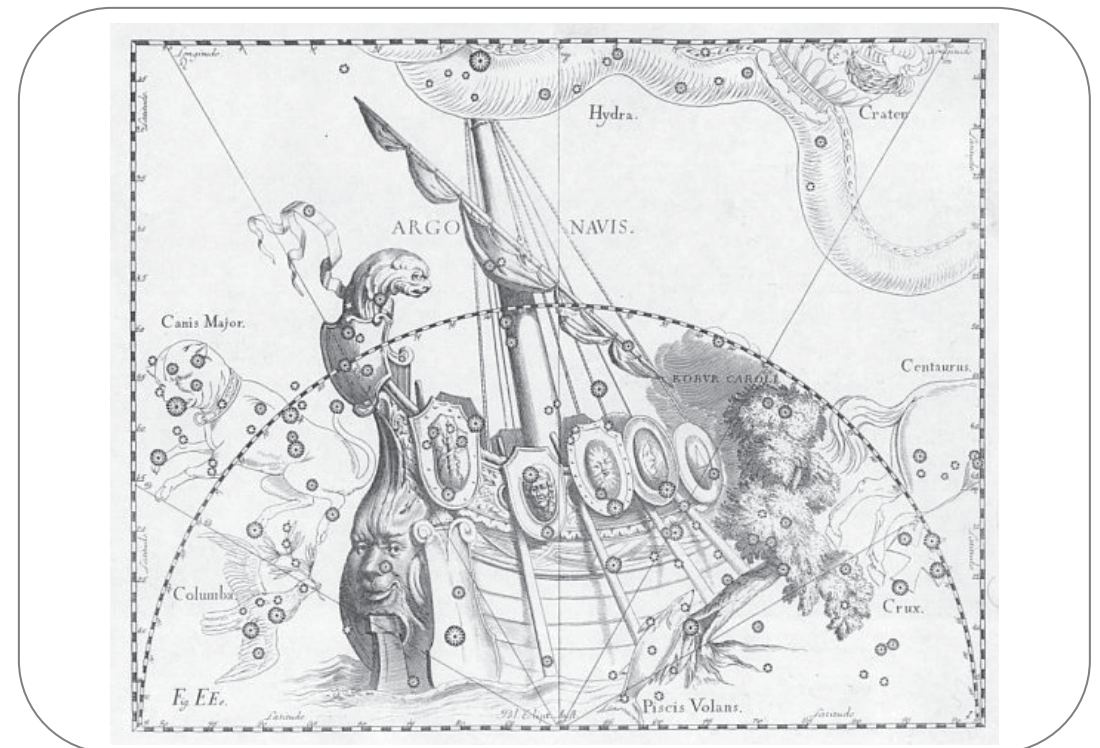


Figura 10. Embarcación Argos, en su viaje tras el Vello de Oro.

La Divina Comedia por medio de una de sus notas crea desde la palabra el escenario donde el lector puede entender y situarse en este terceto:

94-96

-Neptuno, dios del mar, atónito al ver desde las profundidades la sombra de Argos, la primera embarcación en la fluctuante superficie de su reino.

-Argos: la nave de Jasón y de quienes lo acompañaron rumbo a la Colquida en busca del Vellocoino de Oro. Alighieri, 1313-1321, Pág.413, 414.

-Tal sensación de sorpresa que deja sin reacción a Neptuno al ver a Argos, la recibimos nosotros al contemplar desde la superficie las embarcaciones que se desplazan sobre mares, lagos y ríos, sorprendidos al observar por medio de la transparencia y la luz de cómo el agua desprecia el peso de un cuerpo lo torna leve en el espacio.



Figura 11. Embarcaciones flotando en aguas cristalinas. El misterio de la Flotabilidad.

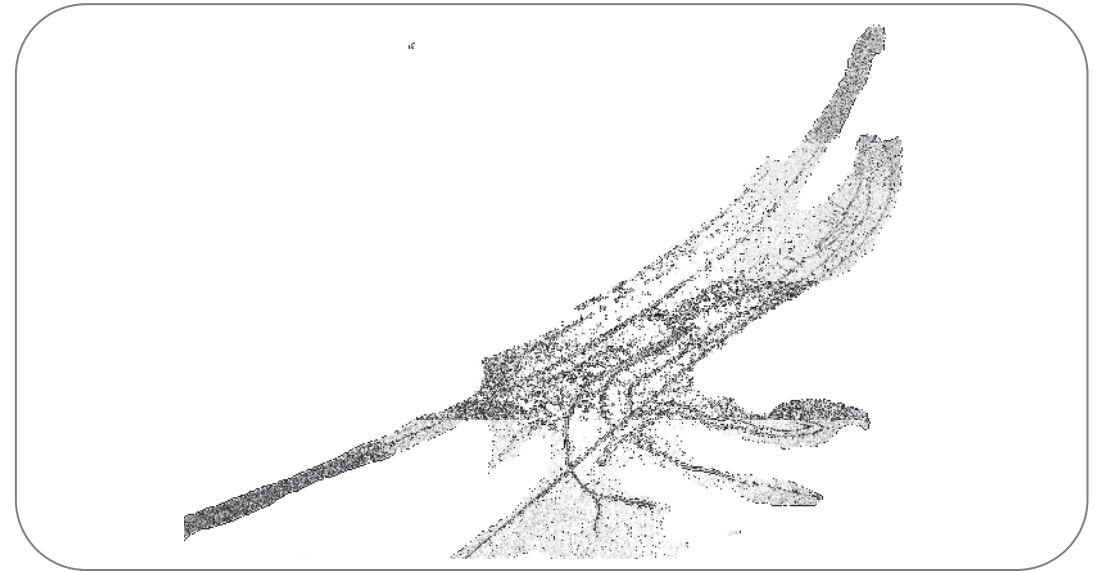


Figura 12. Croquis emplazamiento Proyecto La Casa del Dante, Miguel Eyquem.

8. La Casa del Dante, Miguel Eyquem.

Se proyecta en Ciudad Abierta de Ritoque, V región de Valparaíso, cercana y paralela al Océano Pacífico específicamente en la desembocadura del estero Mantagua. La definición de esta obra, esta en resolver un transito para conquistar el territorio del agua, con una vereda orientada de 500 m², donde el transito propone filtrar y condensar siguiendo el ritmo de sus niveles y la intensidad de la visión dirigiendo así por el mismo procedimiento el sonido del mar. La construcción debía elevarse sobre pilotes para ganar el nivel superior de las aguas y quedar asociada a la tradición de las construcciones en palafito como unión de los símbolos tierra, agua y aire.

Situando a la obra como la mandorla resultante del encuentro de dos mundos, el mar abierto como espacio exterior y el mar interior como espacio quieto.

El encargo fue propuesto en su origen como el modo de resolver un transito para conquistar el territorio del agua.

Por consiguiente la obra consiste esencialmente en un transito entre el agua y la tierra.

Sentar un transito frente a esta ventana propone de inmediato el paso de un interior hacia ese exterior inmedible donde aparece el océano con su aterradora artillería.

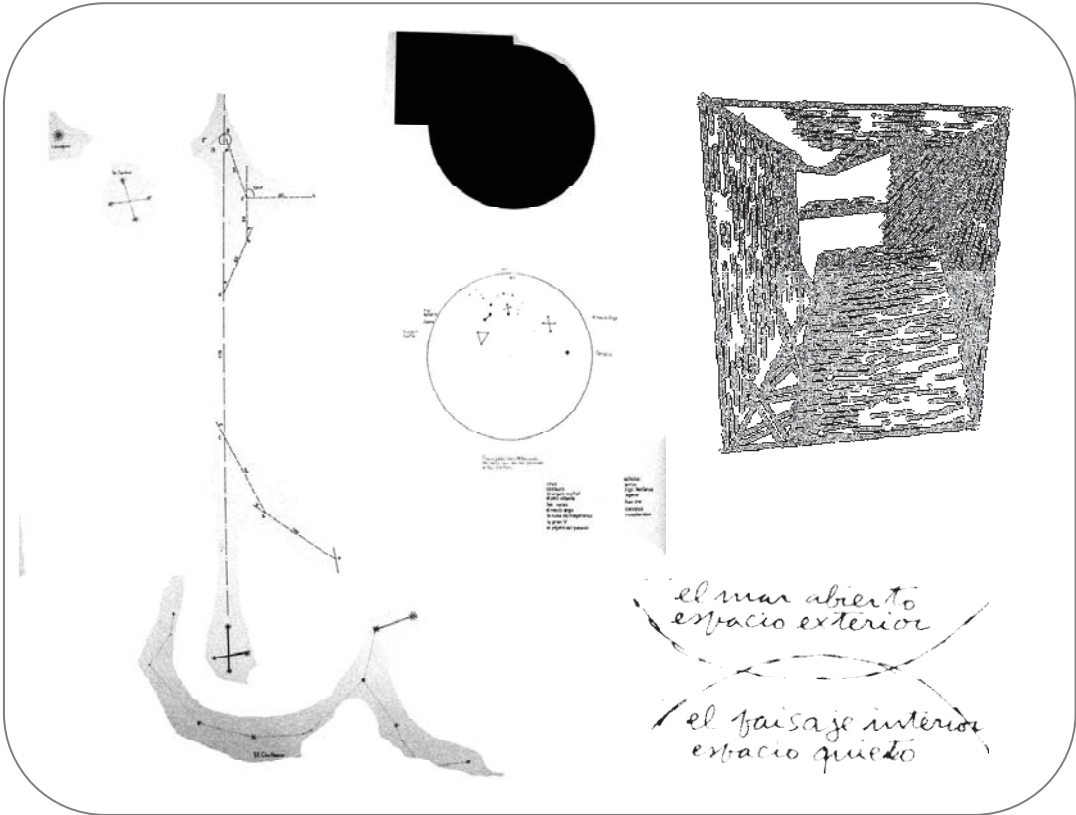


Figura 13.Croquis Proyecto La Casa del Dante, Miguel Eyquem.

9. La Vestal de Fabio cruz, en el Agora de Tronquoy.

La proyección y la guardia.

En la antigua Roma, una Sacerdotisa consagrada a la diosa del hogar Vesta, recibía el nombre de Vestal. Eran sacerdotisas públicas y, constituían una excepción en el mundo sacerdotal romano, que estaba casi por entero compuesto de hombres Su ocupación fundamental era guardar el fuego sagrado del templo de Vesta. Si éste llegaba a extinguirse, entonces, se reunía el Senado, se buscaban las causas, se remediaban, se expiaba el templo y se volvía a encender el fuego. El fuego era encendido usando la luz solar como fuente de ignición.

En la vestal de Fabio Cruz, lo peculiar era de cuidar lo próximo con un espacio discreto, y que se proyectaba por su condición de pórticos, siendo el acto principal de la obra la guardia del Agora de Tronquoy.

La Casa del Dante no deja de lado este fundamento constituyéndose en su altura una dimensión que avista a modo de Vestal, el pacifico como el “agua erótica”, el estero como el “agua cruel” y el canal de pruebas como el “agua mansa” la vega, la duna, el estero, el Mauco, los terrenos del norte y del alto.



Cuidar lo próximo con un espacio discreto, que se proyecta con su condición de pórticos, el acto, la guardia.

Figura 14. Agora de Tronquoy, Archivo Histórico José Vial.

10. La cofa, Moby Dick, Herman Melville

“...luego de un largo tiempo en la Cofa el problema del universo empieza a dar vueltas en mi cabeza...” Melville, 1851, Capítulo XXXV.

Es desde la altura donde se otea continuamente la vastedad marina, con una misión clara en el viaje del Pequod, gritar la aparición de la ballena y con todo pulmón gritar la aparición de Moby Dick. Este lugar nunca queda descuidado desde antes de que parte del puerto hasta el momento en que llega, no es el caso del Pequod que fue destruido como el Essex por la furia del colosal navegante de los mares sin conseguir el retorno al borde de su origen.

Este hecho de estar desde el extremo más elevado posee precedentes en antiguas Cofas de tierra. La torre de Babel fue la mas elevada, donde los fines perversos se hacían presentes pretendiendo trepar por el cielo para alcanzar el presunto trono divino e imponer desde allí el domino humano, por lo que la mas alta cofa antigua y legitima son las pirámides egipcias que según arqueólogos se construyeron como observatorios astronómicos, con el fin de escrutar las estrellas, contemplar el universo y avistar nuevos descubrimientos estelares, así mismo como un marino, vigía del viaje, posado en la Cofa de su nave, anuncia lo nuevo y lo ya conocido.

En la antigüedad el cristianismo también construyo sus Cofas como lugar de devoción o ascenso espiritual. El santo estilista era un ermitaño que vivió sus últimos veinte años de vida en una levantada columna pétrea en el desierto subiendo diariamente su comida en aparejo, y a pesar de las cambiantes inclemencias del clima nunca abandono su pequeño y elevado hogar desde donde siempre fue expectante y testigo de alguna sacra revelación.

Es por el año 1700 en las aguas de Groenlandia, el estrecho de Davis y América del norte de donde la organización de caza de ballenas se manifiesta con torres de observación a lo largo de la costa desde donde los vigías podían divisar las numerosas ballenas francas de la zona.

Pero a pesar de todas las comparaciones la única y verdadera Cofa es la de una nave ballenera, incomparable en vivencias, ocupar este lugar es una fuente

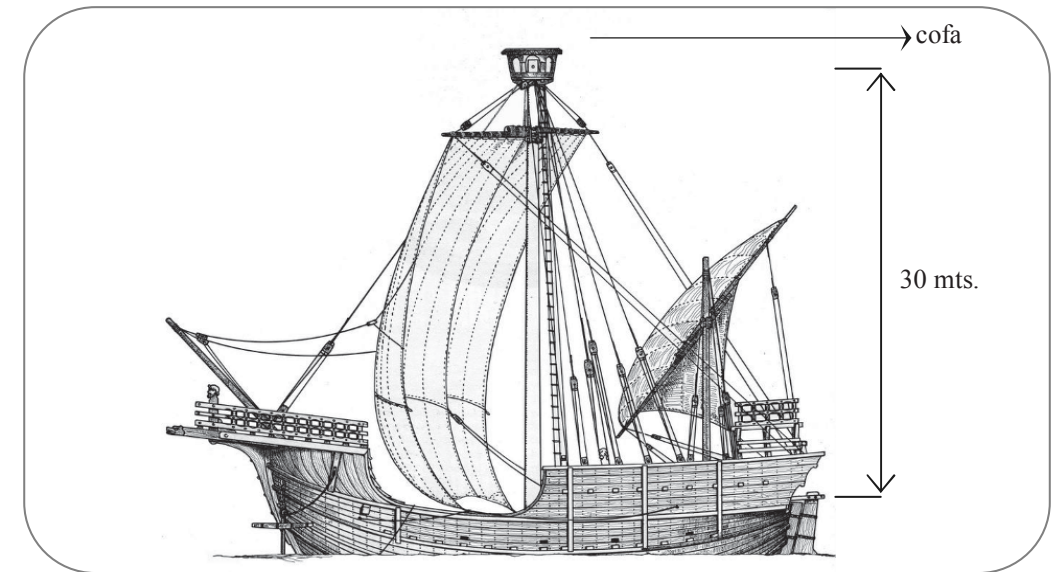


Figura 15. La Cofa de una embarcación ballenera.

viva de deleitación, para la sensibilidad de un marinero estar ahí, frente a la amplitud del mar mientras el barco avanza en un embriagante éxtasis, provoca en el un especial estado de animo propenso al ensueño y a la meditación, donde los estímulos de la vida moderna desaparecen provocando la dispersión de la conciencia y las ideas.

Para los vigías de los mares del sur la contemplación sostenida de la amplitud marina contribuye a un lento olvido de la propia persona, del observador. Incluso estar ahí puede cambiar el destino unitario de una nave ballenera en travesía y lo transforma por el goce de una experiencia trascendental, en un letargo continuo de vivir allí observando.

En las Cofas del Pequod, deseosas de ser un lugar cómodo, el vigía tenía que pararse sobre dos delgadas tablas paralelas, las crucetas, sin resguardo alguno, salvo del que el marinero podía llevar consigo. En Groenlandia nacen a causa del resguardo para protegerse de las intemperies y los mares helados nacen los Nidos de Cuervo, que eran una serte de barril, abierto en la parte superior con



Figura 16. Europa, Velero Holandés.

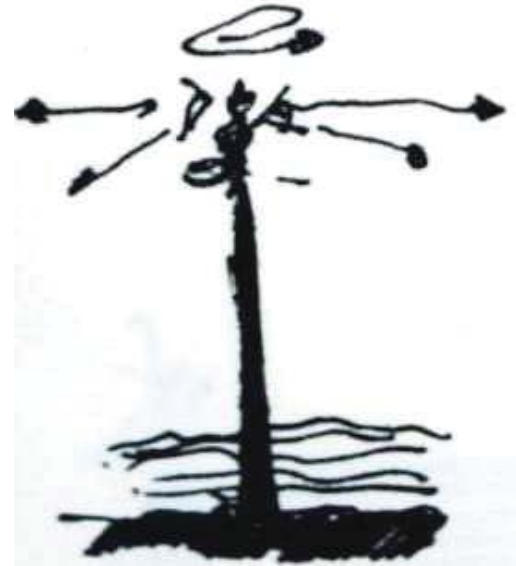


Figura 17. Croquis, visualidad de la Cofa.



Figura 18. Cofa del Europa, velero Holandés.

una pantalla lateral móvil para proteger la cabeza del viento, durante las tempestades entra a el por medio de una escotilla que se abre del fondo, en la parte posterior hay un cómodo asiento con un cajón debajo, para guardar bufandas y abrigos, al frente hay un soporte de cuero, donde se dejan el portavoz, la pipa, el telescopio y otros elementos náuticos. La visión desde la altura en la práctica es una suerte de manifiesto trascendentalista. En esta proyección del espíritu, hacia el todo emerge, la apertura a algo absoluto que se complementa con la entonación desmesurada de la misión que el capitán Ahab se atribuye.

La embriagante contemplación del mar convierte al viaje del Pequod en una travesía ilimitada donde Ismael desde la Cofa invirtió los momentos más gratos de su viaje en el Pequod dejando llevar la vista por el horizonte perdido en filosofías sobre el inmenso universo.

La Casa del Dante no esta lejos de las vivencias que una Cofa puede producir en un marinero. El fin de esta obra a diferencia de ser un vigía de caza de ballenas, es ser un vigía de la flotabilidad, de la experimentación, donde la altura nuevamente posee carácter y connotación de reconocer el agua, contemplarla y posar sobre ella sin tocar su latido pero si ensueñarse a sus mantos y bailes, divisar lo nuevo, lo innovado y porque no lo antiguo en un solo horizonte experimental.

11. Catamarán

La apertura al agua

La flotabilidad.

Principio: Dividir el desplazamiento entre dos cuerpos que se colocan paralelos entre si, separados transversalmente una cierta distancia y que se conectan por medio de una estructura de unión.

- a. Dos pontones levantan y sostienen sobre el agua el espacio habitable de la embarcación, aparece el vacío. La visual continúa en lo vertical y horizontal. Se contiene un espacio en la forma envuelta de agua, se descubre, cobija y exhibe.
- b. Seis pontones, 8 pletinas acero mas madera, una plataforma improvisada a su función conjugan este catamarán. La navegación descubierta de proa a popa contempla las tres capas del espacio, sus texturas y temperaturas. Un espacio descubierto fusiona el agua, la actividad del hombre y el cielo, en travesía.



Figura 19. Catamarán marina del sur, Puerto Montt, Travesía Magíster 2008.

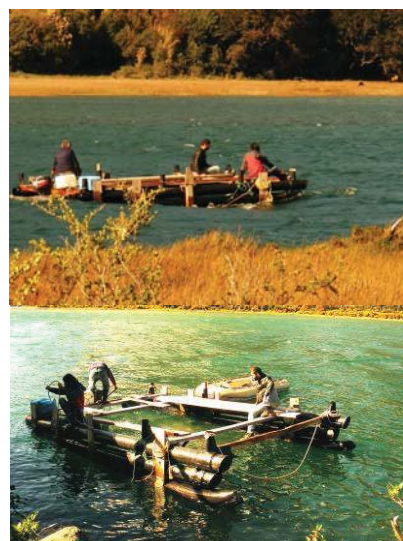


Figura 20. Oscar Barril, Catamarán Artesanal, Vodudahue, Fiordo Comau, X región, Travesía Magíster 2008.

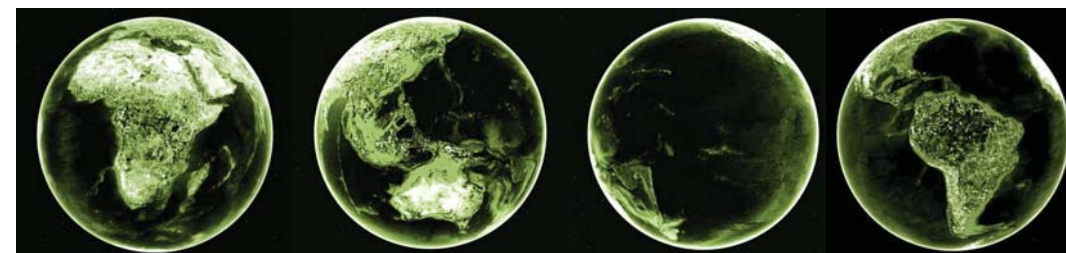


Figura 21. masas de agua y tierra existentes en el planeta. Imágenes de Google Earth.

12. Humedales

La obra que por medio de esta tesis pretende ser fundada por el magíster se encuentra inserta en el humedal de Mantagua por lo que la comprensión y conservación de este medio es de suma importancia para poder llevar a cabo el desarrollo del proyecto y concebirlo como parte del lugar abriéndose a las distintas materias de investigación, observación que pudiesen desarrollarse en el área.

Aproximadamente el 70% del planeta esta ocupado por agua.

97% aguas saladas de mares y océanos.

3% del agua dulce contenida en la atmósfera, pertenece a ríos, lagos y glaciares.

Con ello se constituye toda la capa liquida de aguas marinas y continentales que envuelve a la tierra, la Hidrosfera.

IMPORTANCIA

Son los ecosistemas más productivos del mundo y desempeñan diversas funciones como control de inundaciones, puesto que actúan como esponjas almacenando y liberando lentamente el agua de lluvia; protección contra tormentas; recarga y descarga de acuíferos (aguas subterráneas); control de erosión; retención de sedimentos y nutrientes; recreación y turismo. Además, los humedales actúan como filtros previniendo el aumento de nitritos, los cuales producen eutroficación (exceso de carga orgánica). La relación del suelo, el agua, las especies animales, los vegetales y los nutrientes permiten que los humedales desempeñen estas funciones y generen vida silvestre,

pesquería, recursos forestales, abastecimiento de agua y fuentes de energía. La combinación de estas características permiten que los humedales sean importantes para la sociedad.

Además, los humedales de agua dulce representan el hábitat del 12% de las especies del planeta. La principal causa de destrucción de estos hábitats es la presión demográfica: la extracción de agua y la contaminación.

Las vegas y bofedales son un tipo de humedales ubicados en la zona norte del país que sirven como zonas de forraje y abrevadero de valiosas especies animales, como la vicuña, el guanaco, la llama y la alpaca, entre otros. Los pueblos siempre han estado unidos a los humedales para su supervivencia, todas las civilizaciones se han desarrollado alrededor de ellos, áreas de inmenso valor en términos biológicos, económicos y de calidad de vida. Los humedales se encuentran no solamente en sitios remotos del mundo, sino alrededor de nosotros y son los ecosistemas más productivos del planeta.

Definición de humedal

Los humedales son zonas de tierra, generalmente plana, en la que la superficie se inunda permanentemente o intermitentemente, al cubrirse regularmente de agua el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno, y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y terrestres.



Figura 21. Biodiversidad y Humedales.

Humedal y mareas

Existe el espacio intermareal como el área de acción de las mareas, manglares, marismas, estuarios, etc. Aquí los ecosistemas o biotopos son de vital importancia. Su amplitud varía, dependiendo de la marea, vientos, topografía de la zona... entre unos pocos metros y algunos kilómetros. Una característica singular que le suele acompañar es su naturaleza pública.



Figura 22. Biodiversidad y Humedales.

Humedal Mantagua

El Humedal de Mantagua esta ubicado en la V° Región de Valparaíso, comuna de Quintero y distrito de Dumuña 32°53' S; 71°31' W inserto en la cuenca Quintero Mantagua de 197 Km², a 4 Km de la ruta F 130-E que une Con-Con y Quintero, los terrenos tienen carácter de privados y pertenecen a la Corporación Cultural Amereida

La región posee un clima templado y un paisaje estepárico de matorrales, el cual se caracteriza por la presencia de arbustos siendo el espino el más característico. En esta zona se delinean muy bien la Cordillera de los Andes y de la Costa, separadas por el Valle Central, el cual es atravesado por numerosos ríos como el Aconcagua y La Ligua.

Este humedal se compone de un sistema integrado de el estero Mantagua y la laguna Mantagua. Esta laguna costera se extiende paralela a la línea de costa rodeada de dunas, ambos cuerpos de agua se comunican a través de drenajes estacionales.

La laguna costera y desembocadura, destacan como lugar de residencia y migración de aves, otra fauna y vegetación asociada que representa un importante lugar de observación y núcleo de biodiversidad.

El hecho de que el estero llegue al mar, hace que en este humedal exista una mezcla de agua dulce y agua salada, especialmente en la zona cercana a la desembocadura, nutriendo las aguas para un ecosistema variable, de flora y fauna, tanto acuática como terrestre.

Los niveles de agua alcanzada por el humedal están determinados por la mareas variando desde los 0,15 m al 1,9 m para esta área comprendida de la V región. Otro factor influyente es la cantidad de afluentes que alimentan la proporción visible de agua en el lugar, alcanzo un espejo mayor de agua del orden de los 270 mts. en su parte mas ancha.

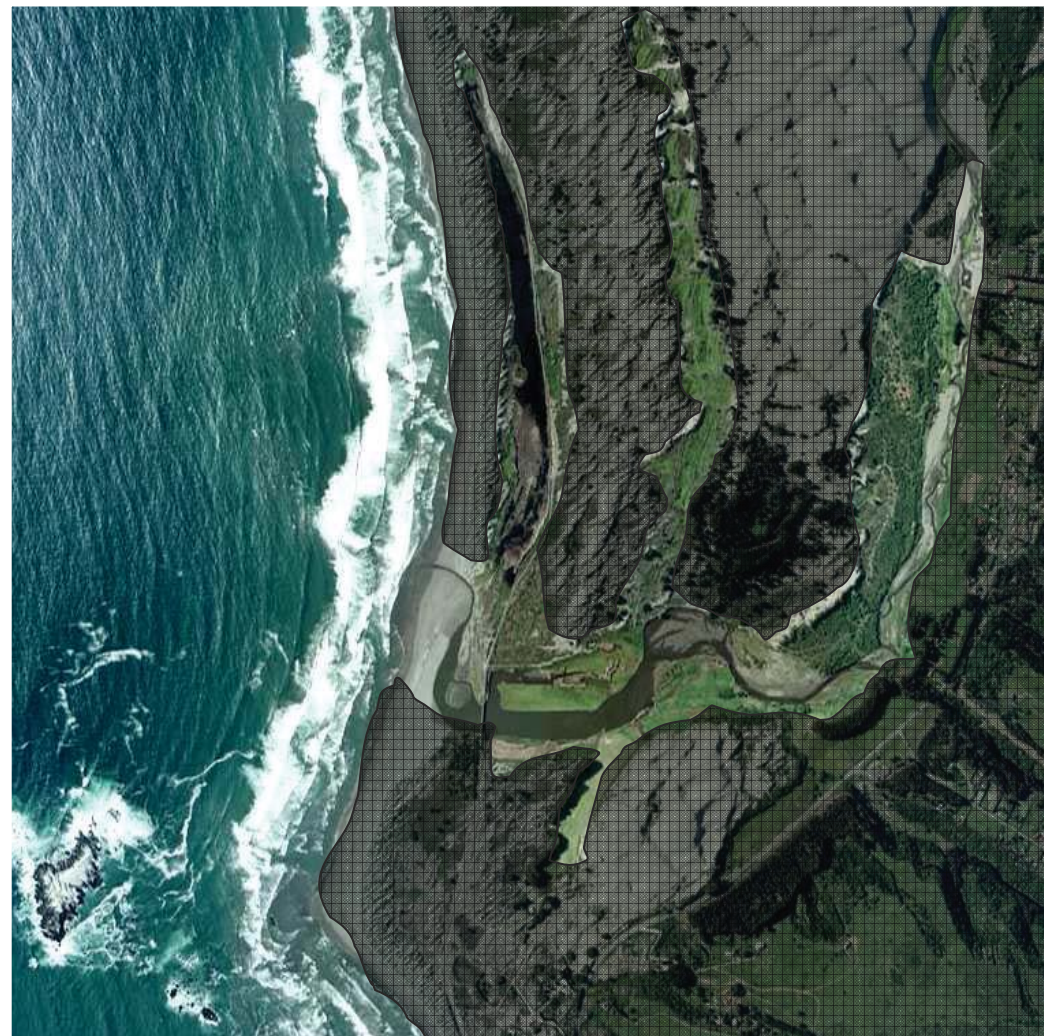


Figura 23. Humedal Mantagua. Aerofotogrametría SAF.

Sectores del humedal

Dentro del humedal Mantagua existen unidades de paisaje con características ambientales distintivas, que permiten una organización del territorio de acuerdo a su morfología y cubierta vegetal. De este modo se identifican 4 sectores: Estepa, Laguna, Estero y Playa.

Aves migratorias

Los humedales son importantes áreas de concentración de muchas especies migratorias y otras que sin serlo, realizan desplazamientos oportunistas en busca de alimento y sitios para nidificar.

Entre las primeras se destacan las aves playeras migratorias, la mayoría de las cuales crían en la tundra del Hemisferio Norte y luego migran hacia el sur para pasar el período no reproductivo en humedales costeros e interiores de



Figura 24. Vista aérea de la apertura de la barra del estero Mantagua.

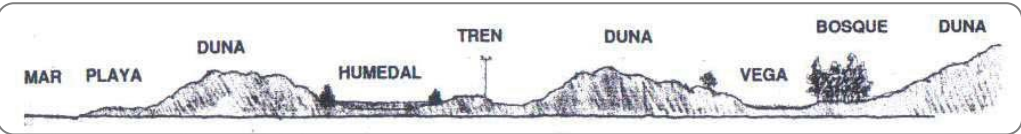


Figura 25. Perfil transversal del lado norte de la Ciudad Abierta.

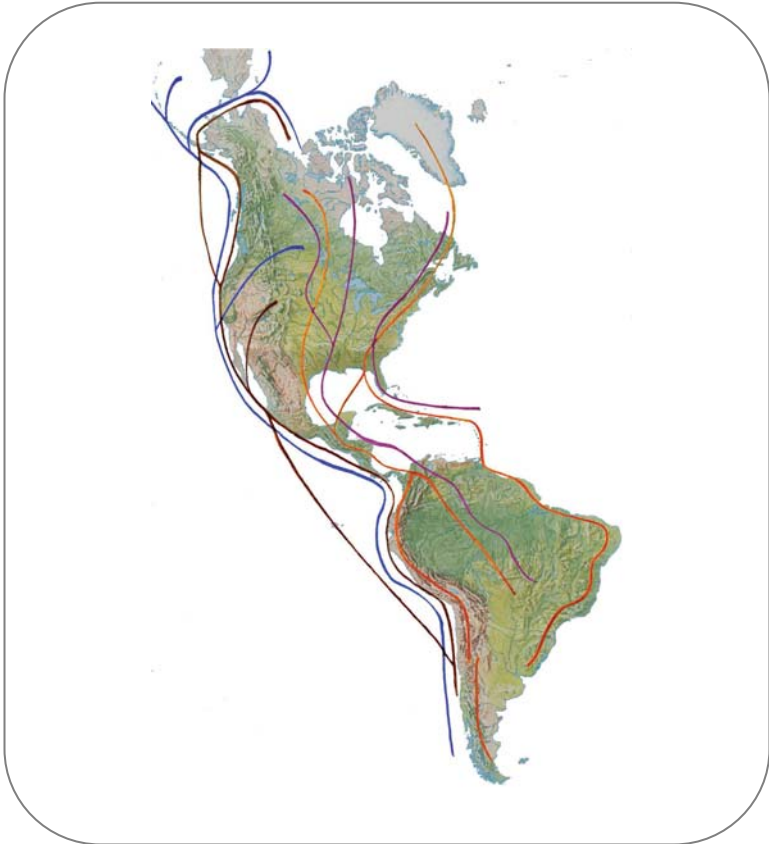


Figura 26. Esquema migración de aves en America. Cartografías de la Naturaleza. Ciudad Abierta 2009.

pasar el período no reproductivo en humedales costeros e interiores de América del Sur y Centro América. Para realizar semejante viaje, que muchas veces alcanza los 25.000 Km., volando hasta 1.000 km. diarios, estas aves dependen de una cadena de ambientes acuáticos altamente productivos donde alimentarse y descansar.

Algunos de estos sitios son utilizados durante un período muy corto de tiempo y funcionan como áreas de parada, donde las aves se alimentan continuamente para almacenar energía en forma de grasa, la que luego será utilizada para continuar la migración hasta el próximo punto de parada.

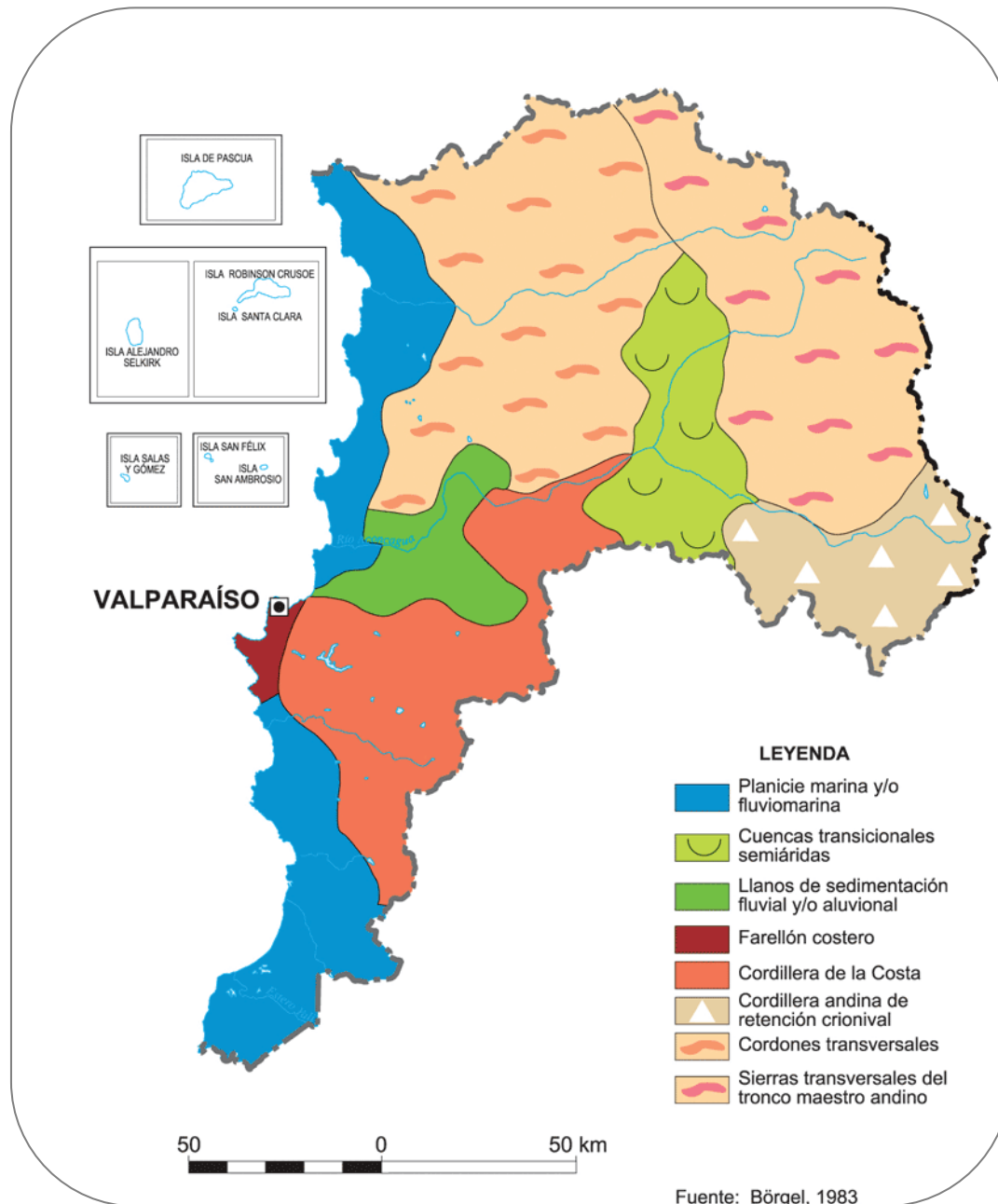


Figura 27. Geomorfología Región de Valparaíso.

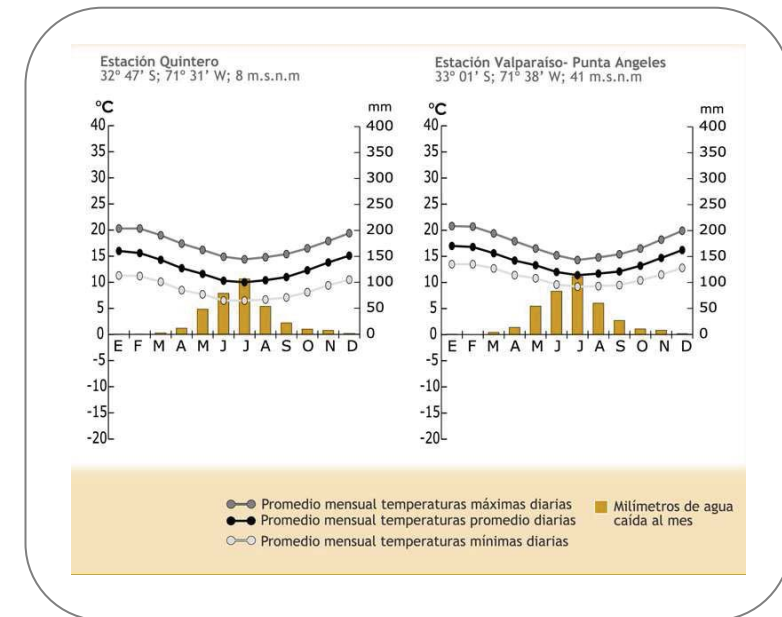


Figura 28. Climograma Quintero.

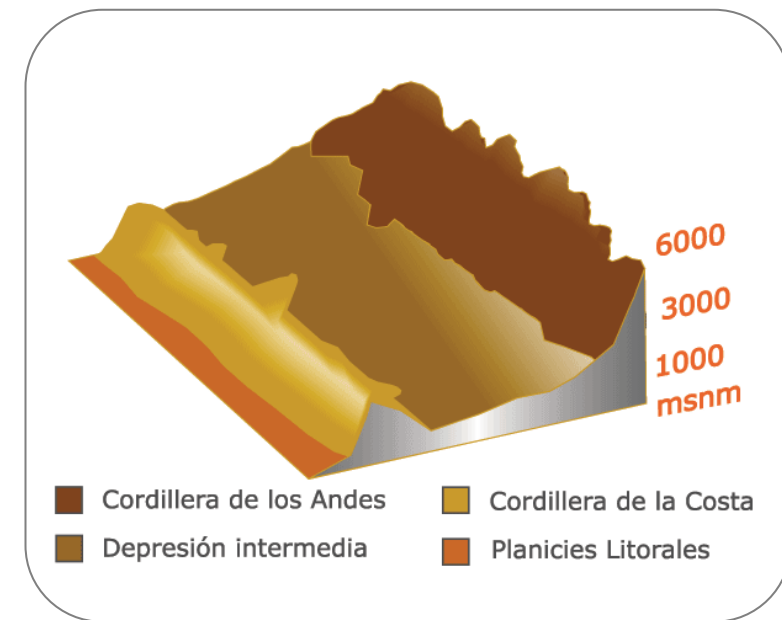


Figura 29. Perfil topográfico Región de Valparaíso.

Humedal Mantagua

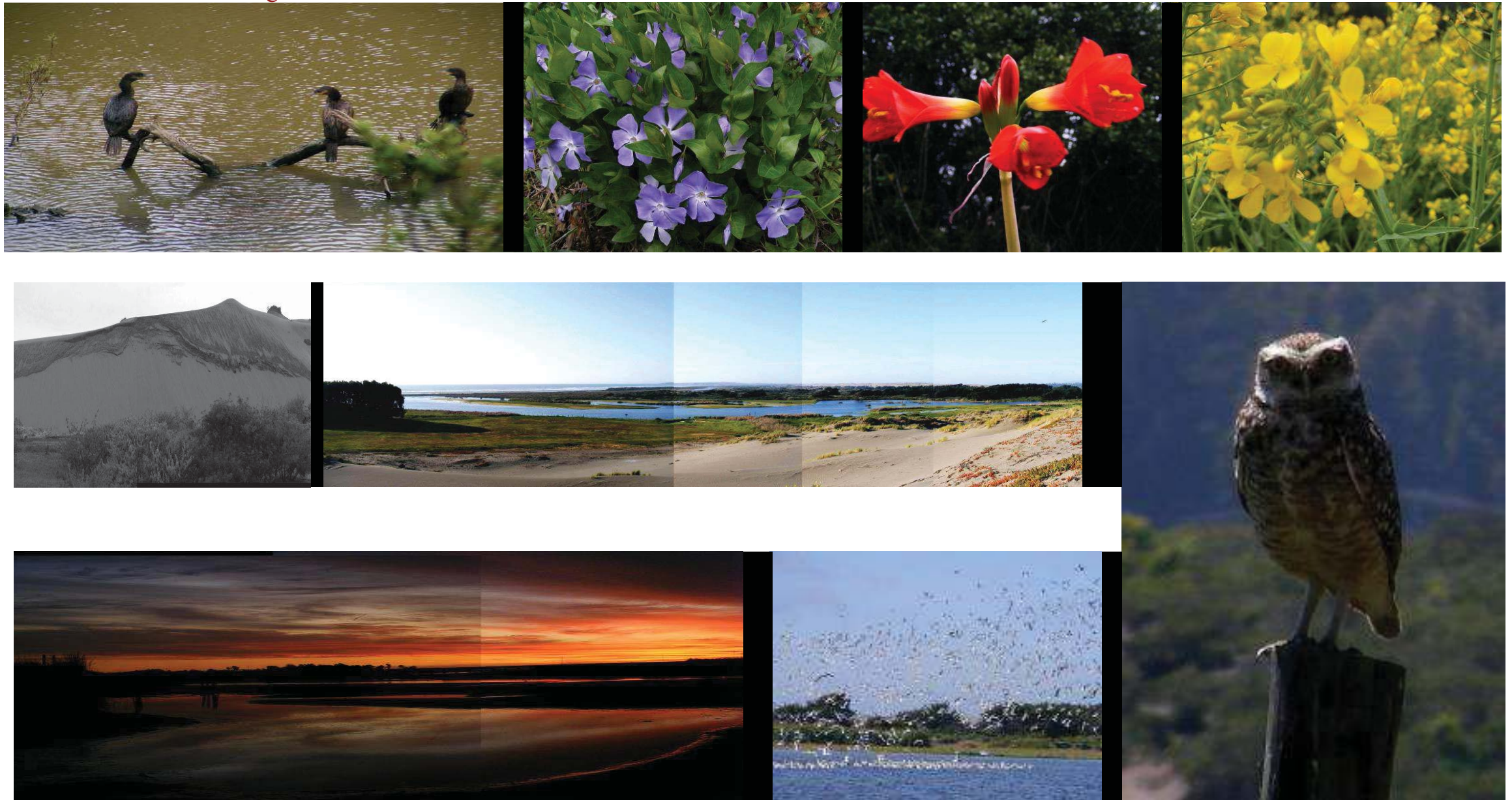


Figura 30. Selección de fotos del Humedal Mantagua, 2008-2010.

13. Estudio de antecedentes históricos del Estero Mantagua.

Debido a la relación directa del estero Mantagua con el mar y la cuenca que lo contiene, surge la necesidad de estudiar la historia de su cauce y la Cuenca Quintero-Mantagua ubicada en la V región de Valparaíso a modo de resolver los ensanchamientos que se producen en el estero producto de las crecidas en años anteriores, por ello desde el Magíster y la asignatura de Teoría Hidráulica se procede al estudio junto al profesor e ingeniero Hidráulico Jorge Pastene para investigar y observar el comportamiento hidrostático e hidrodinámico del agua, y su vínculo con la tierra, a modo de comprender las corrientes, olas, mareas, sedimentaciones, profundidades, presiones, capacidades, contenciones, ejes hidráulicos, secciones, velocidades de escurrimiento, coeficientes y antecedentes hidrológicos.

Se procedió como a fin de tener resultados a recolectar información del estero,, a redibujar esquemas que demuestran sus ensanchamientos productos de las crecidas en años anteriores y a observar diariamente el comportamiento de sus niveles de agua, caudales, cambios en sus espejos de agua y diferencias de altura del lecho, este periodo y como parte del rigor del estudio, se extendió habitando en la Ciudad Abierta de Ritoque desde agosto 2008 hasta marzo del 2010.

Existió una gran crecida que a socavo bajo la línea férrea quedando esta colgando sin apoyo alguno, llevando a la decisión entre la Cooperativa Amereida y Ferrocarriles del Estado a reparar el daño, dragando el lecho del estero y encausando su curso con el fin de proteger los bordes y evitar un ensanchamiento mayor.

A continuación se muestra un esquema de cómo el estero Mantagua en un tramo de 700 mts. llevo un curso casi homogéneo durante el año 1970 a 1972. alcanzando una superficie mojada de 26.000 m² aproximadamente.

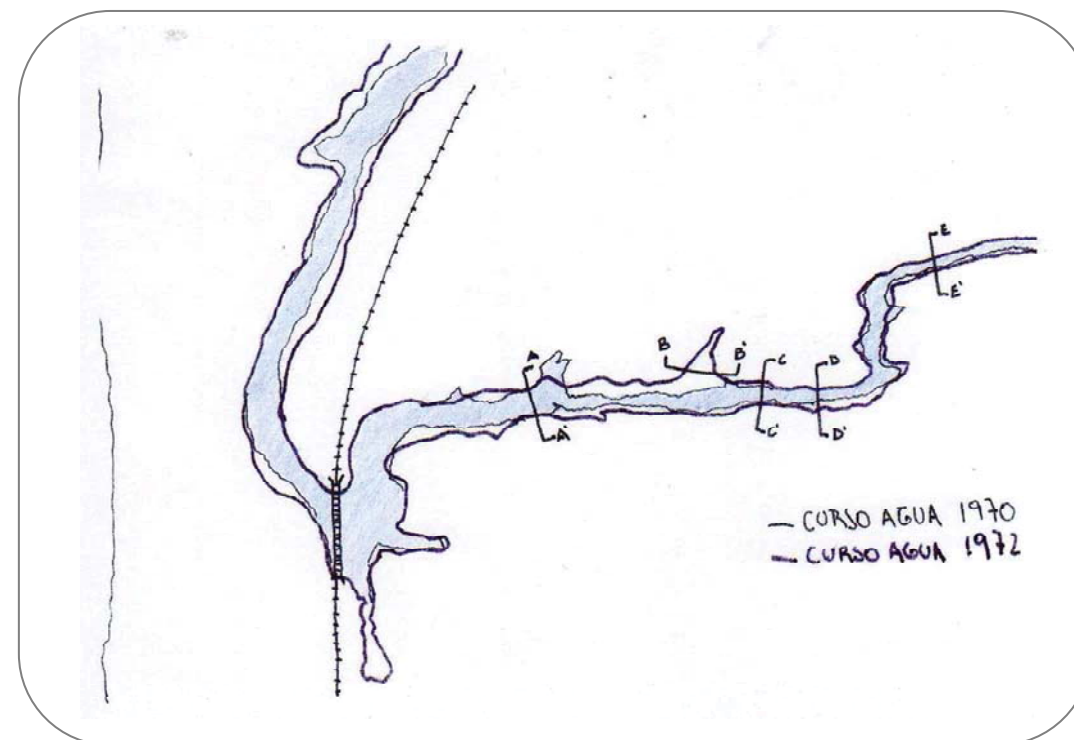


Figura 31. Comparación de avance de bordes del estero Mantagua en los años 1970 y 1972 .

Los presentes cortes realizados desde el esquema anterior se asemejan a lo que es hoy la realidad del estero en sus profundidades, pero no en sus anchos.

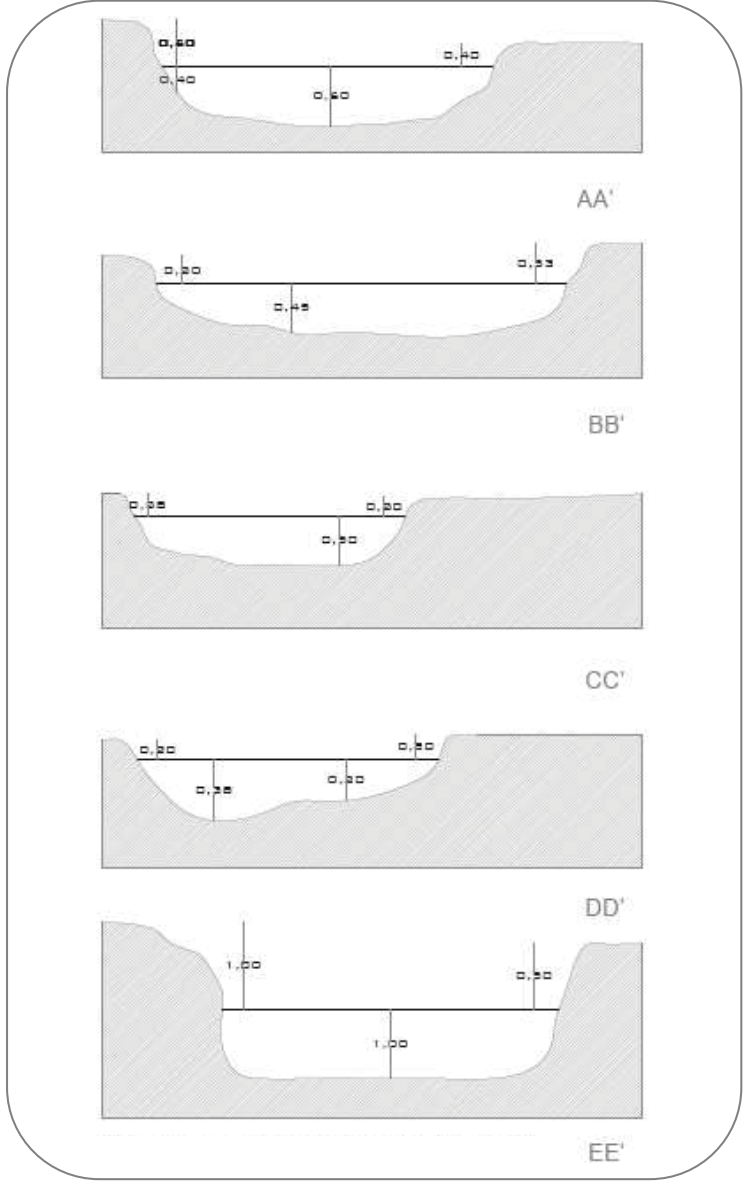


Figura 32. Secciones digitalizadas del estudio del estero del año 1972.

El siguiente esquema expresa la diferencia que existió entre los espejos de agua y el cauce entre los años 1970 a 1987, anterior al nuevo trazado propuesto por Ferrocarriles del Estado. En esta ocasión la superficie del área mojada llegó a los 60.000 m² aproximadamente, demostrando un ensanchamiento considerable de su espejo para el tramo que contiene Ciudad Abierta, dificultando la conexión con los terrenos del norte.

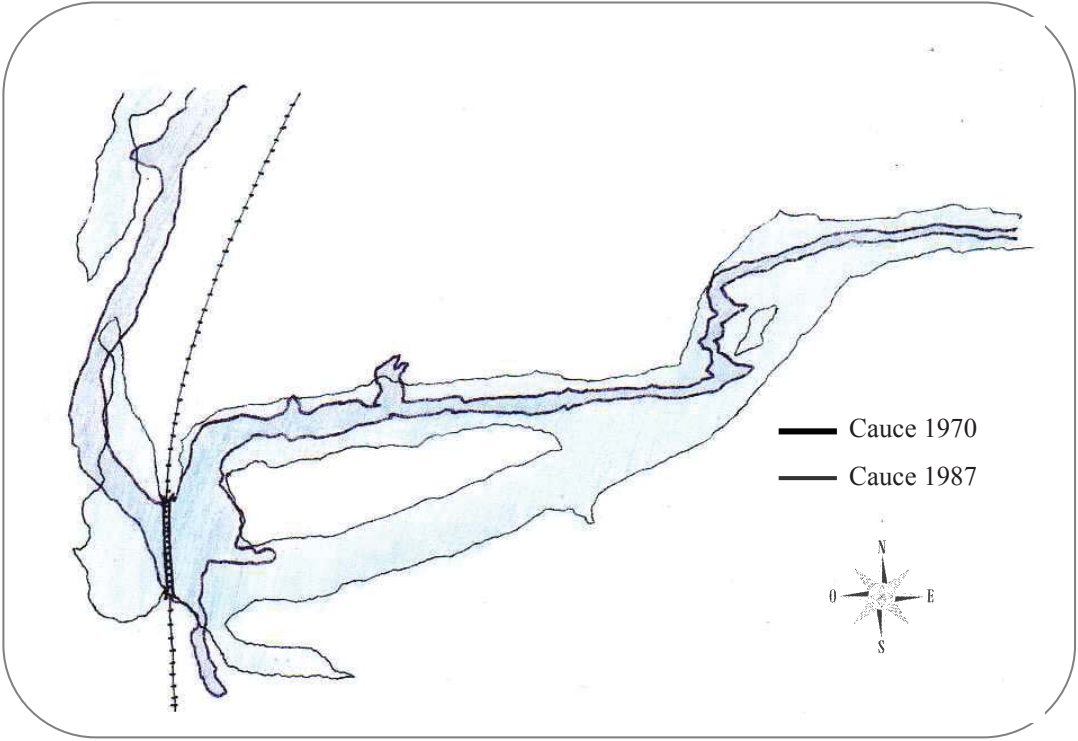


Figura 33. Relación de avance de bordes entre 1970 y 1980.

A causa de lo anterior Ferrocarriles propone en el año 1987 un nuevo trazado del estero para evitar futuros ensanches de borde, el socavamiento bajo la línea ferrea y guiarlo de forma directa para desembocar en el mar.

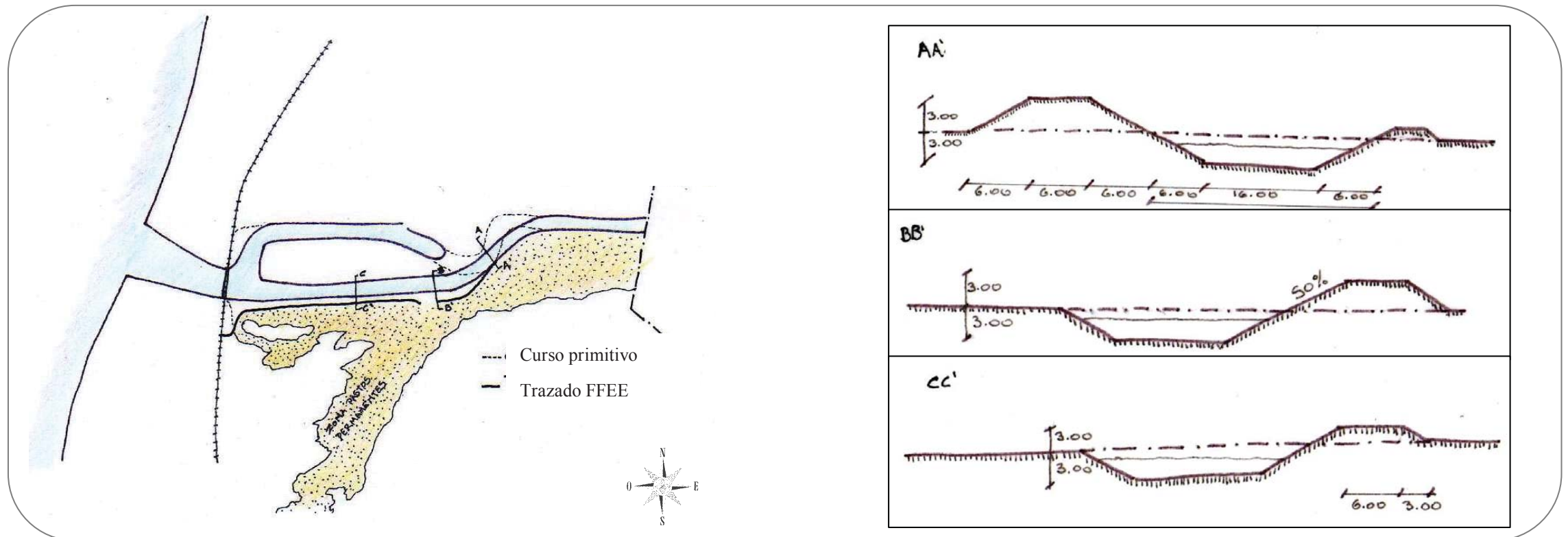


Figura 34. Esquema planimetrico de la propuesta de Ferrocarriles del Estado para el nuevo trazado del estero Mantagua en el tramo de Ciudad Abierta de Ritoque.

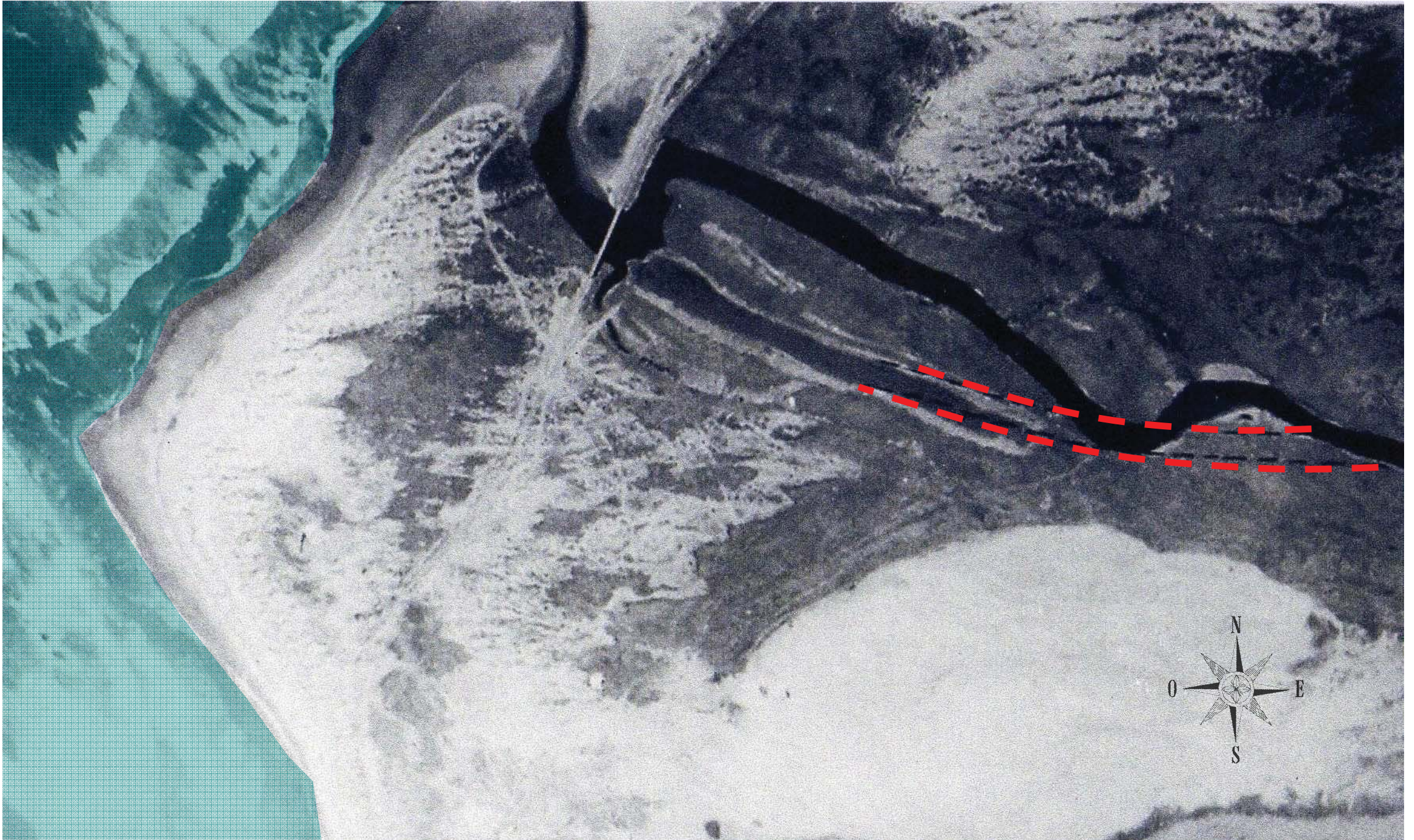


Figura 35. Aerofotogrametría 1987 de Ferrocarriles del Estado para el nuevo trazado del estero Mantagua.

Aerofotogrametría crecida 2002.



Figura 36. Aerofotogrametría SAF. Situación actual estero Mantagua.



Figura 37. Fotografía aérea de Iván Ivelic de la situación actual del estero Mantagua con barra abierta.

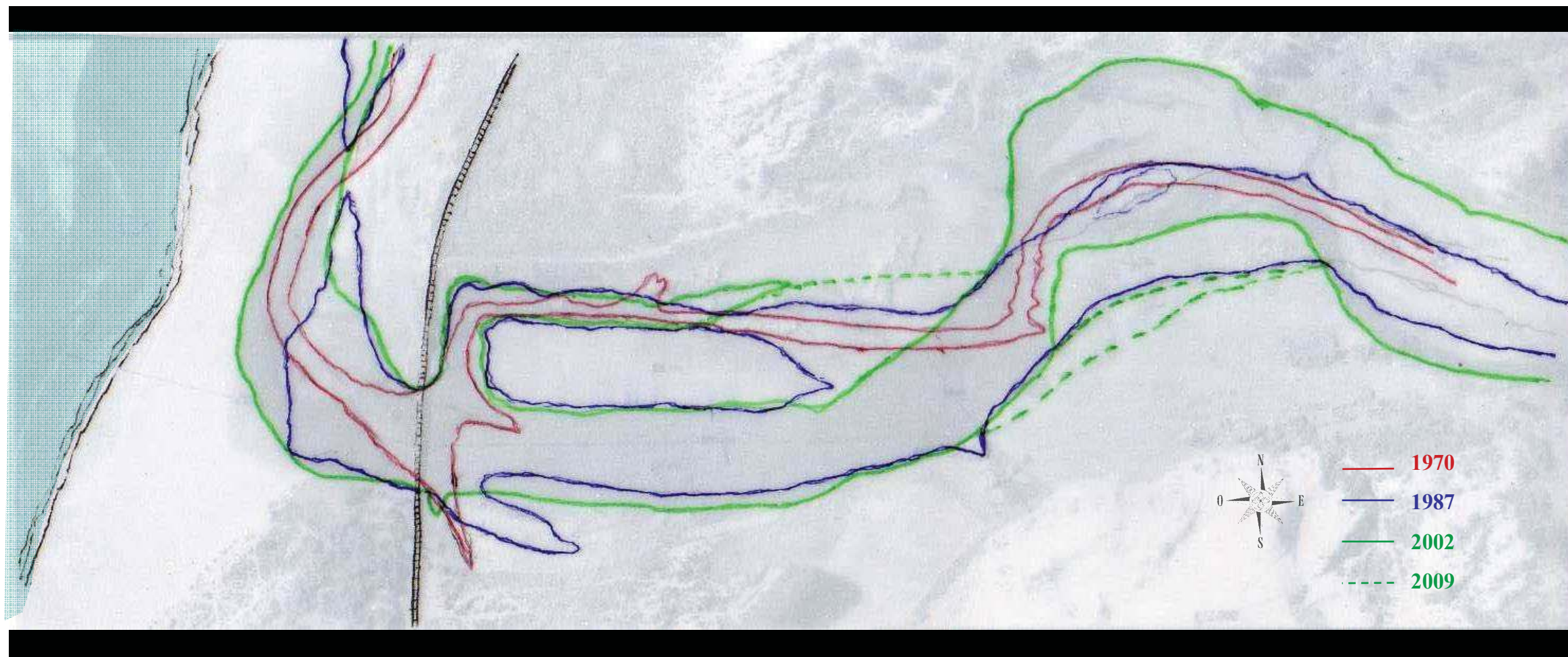


Figura 38. Superposición de situaciones a aerofotogrametría SAF

Situaciones actuales del tramo

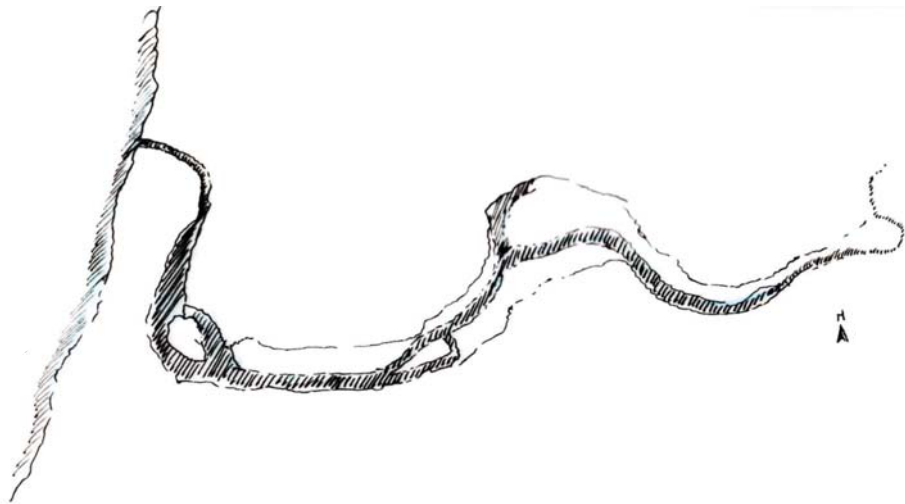


Figura 39. Barra Abierta. Superficie promedio inundada 60.000 m².

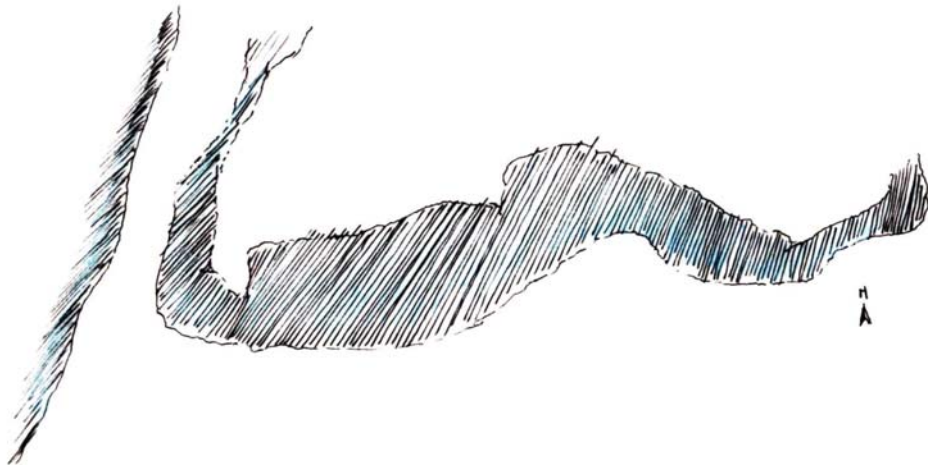


Figura 40. Barra cerrada, espesor de agua máximo. Superficie aproximada, 117.000 m².

Comparación de superficies mojadas

AÑO	SUPERFICIE MOJADA APROXIMADA
1972	26.000 m²
1987	60.000 m²
2002 – 2009	60.000 m² Barra Abierta
2002 - 2009	117.000 m² Barra Cerrada

Figura 41. cuadro resultado de superficies mojadas.

En las figuras 39 y 40 se puede apreciar las variaciones actuales del estero en sus espejos de agua, y ver la gran diferencia entre ellos con barra abierta y barra cerrada.

Según observaciones, luego de una lluvia los afluentes que alimentan el estero Mantagua, también actúan en la apertura de la barra y la erosión de los bordes, mas que en el aumento de la masa de agua.

Otro factor que incide en la apertura de la barra y el vaciamiento del estero, es un posible movimiento sísmico de características relevantes, como por ejemplo los ocurrido el 3 de marzo de 1985 y el 27 de febrero del 2010.

V. Fundamento creativo

1. Observaciones del lugar.
2. La flotabilidad en la estructura.

1. Observaciones del lugar

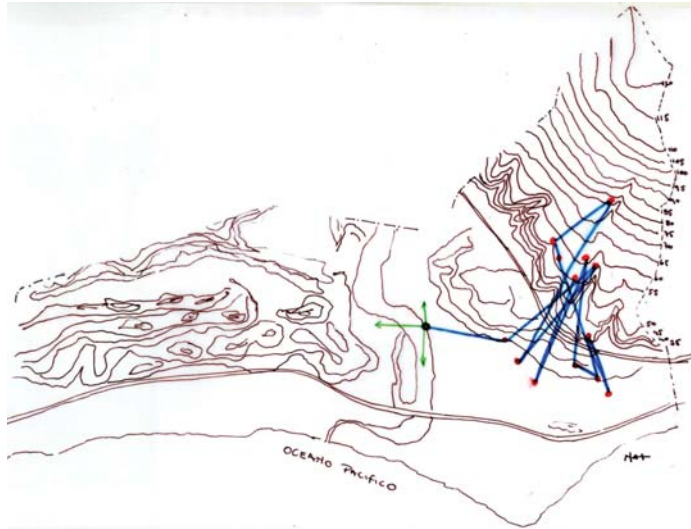


Figura 42. El trazado desvela la necesidad de fundar el borde y atravesar a los terrenos del norte, una línea que escapa a obedecer el vínculo entre tierra y agua

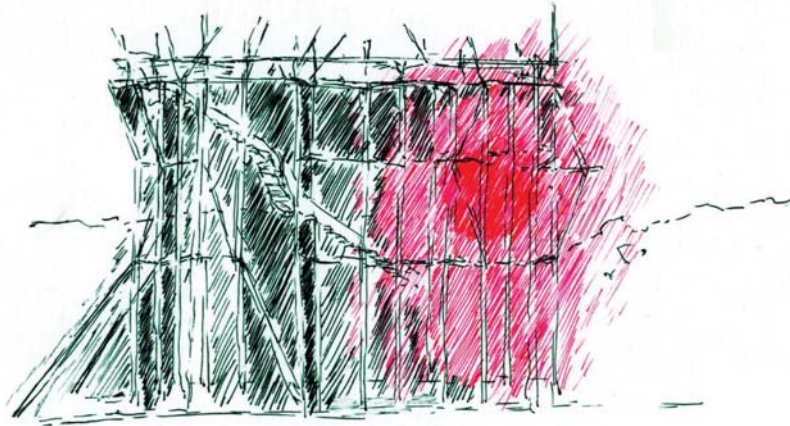


Figura 44. Concentración de un punto de luz en movimiento que se sobrepone a la estructura, aparecen las texturas del vacío que confunden las líneas de la forma



Figura 43. Desde abajo existe una densificación de los márgenes, se busca romper esta situación desde lo alto

Extender la visión.

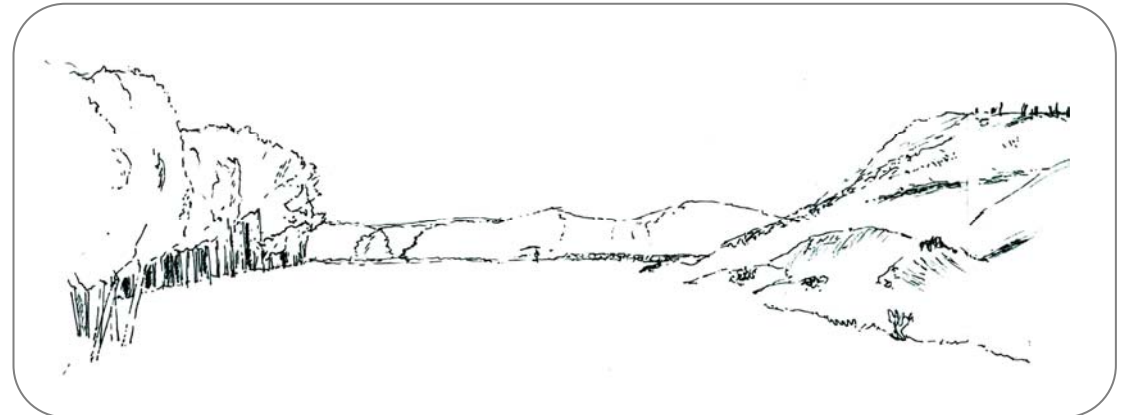


Figura 45. La extensión se contiene en las verticales, construye la perspectiva que invita a conocer el límite horizontal

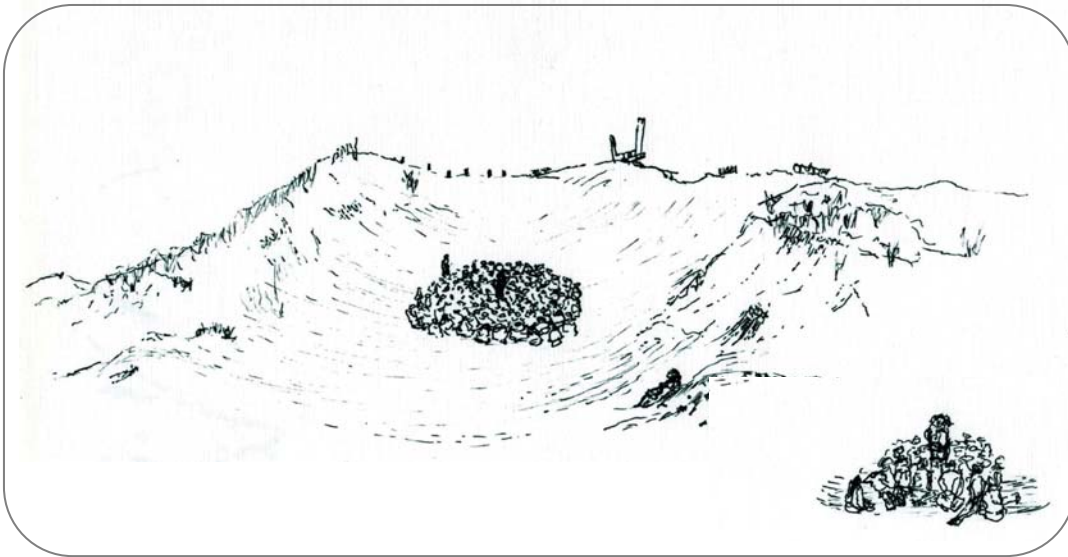


Figura 46. En la oquedad de la duna se da lugar a la palabra, se retiene la curva del viento y se inicia el acto poético.
No importa la forma de estar juntos, eso es arbitrario, lo relevante es la palabra, el cobijo y conseguir una altura.

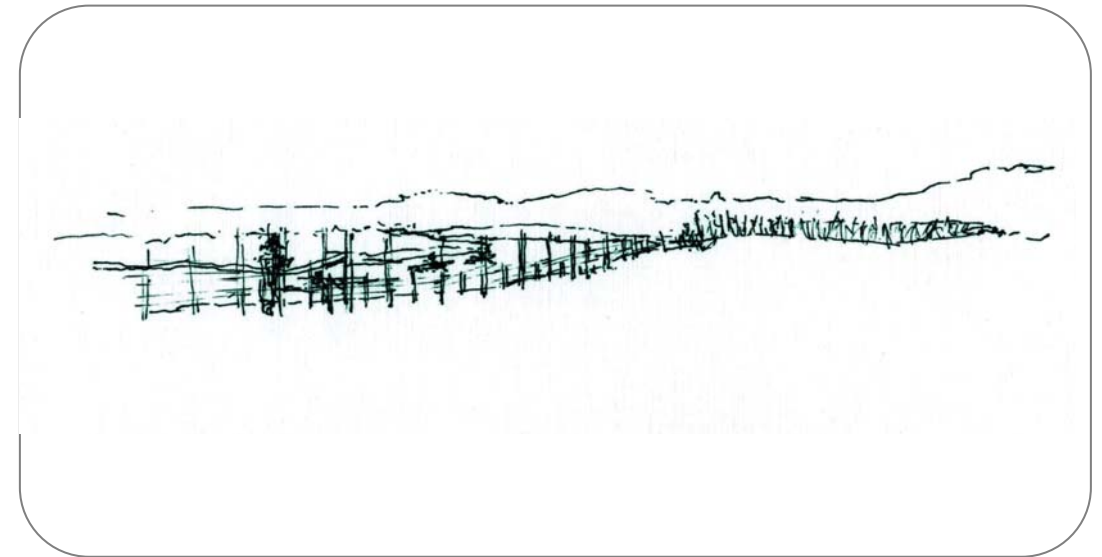


Figura 47. La amplitud se fragmenta tras el cerco, anteposición al tamaño y al tránsito entre agua y tierra.
Remendar lo abierto.

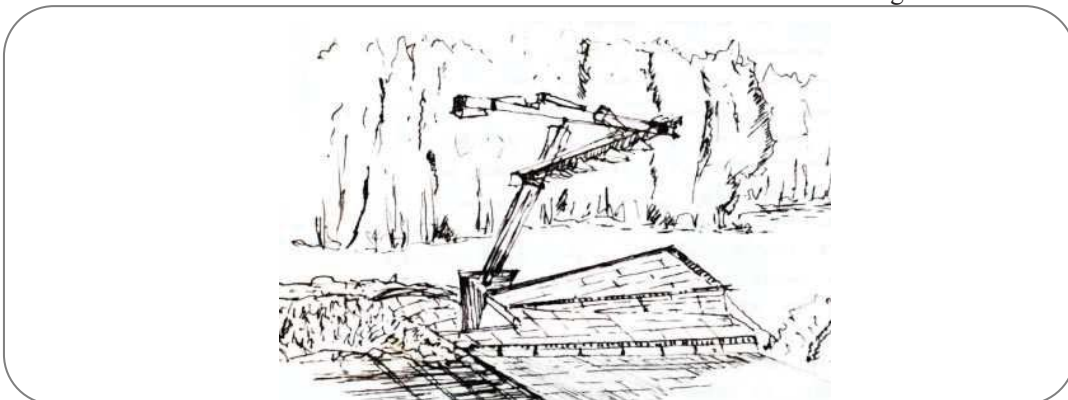


Figura 48. Vuelo quebrado, en la levedad de la sujeción, se detiene vertical y suspendido.
Erguido en el aire.



Figura 49. En el borde la entropía de líneas del totoral en el eje tierra, agua y cielo, segmentan el límite y subordinan la altura.
Estar bajo es estar contenido, en la sombra, el reflejo y la textura, permanecer sobre es vivir lo extendido y la luz.

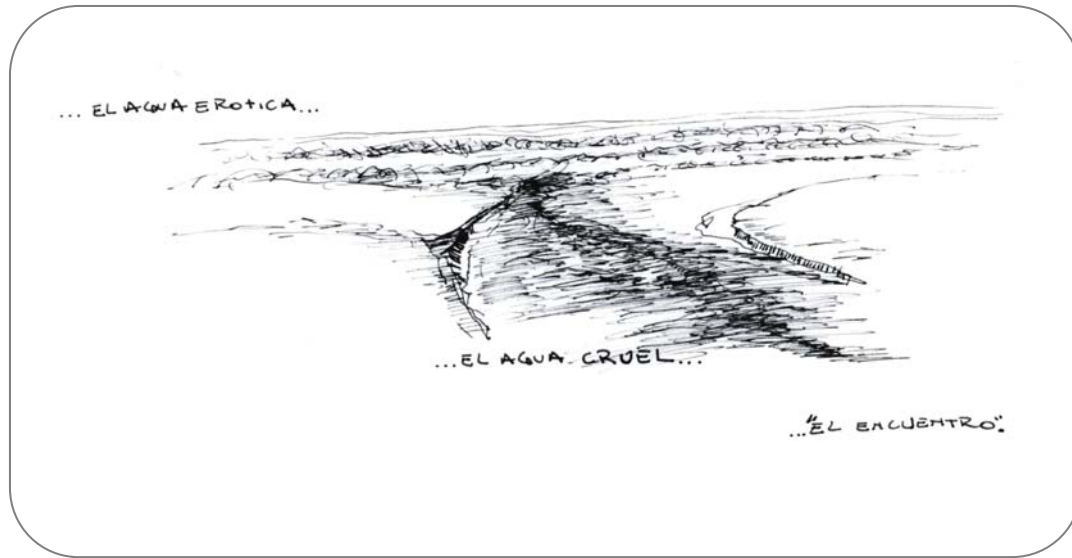


Figura 50. El encuentro de dos aguas , la del estero Mantagua y la del Pacífico, claman una y otra vez su unión dominada por sus propias corrientes, se reciben y se marchan cada una con un poco de la otra, un transito acuático marcado por el horizonte.

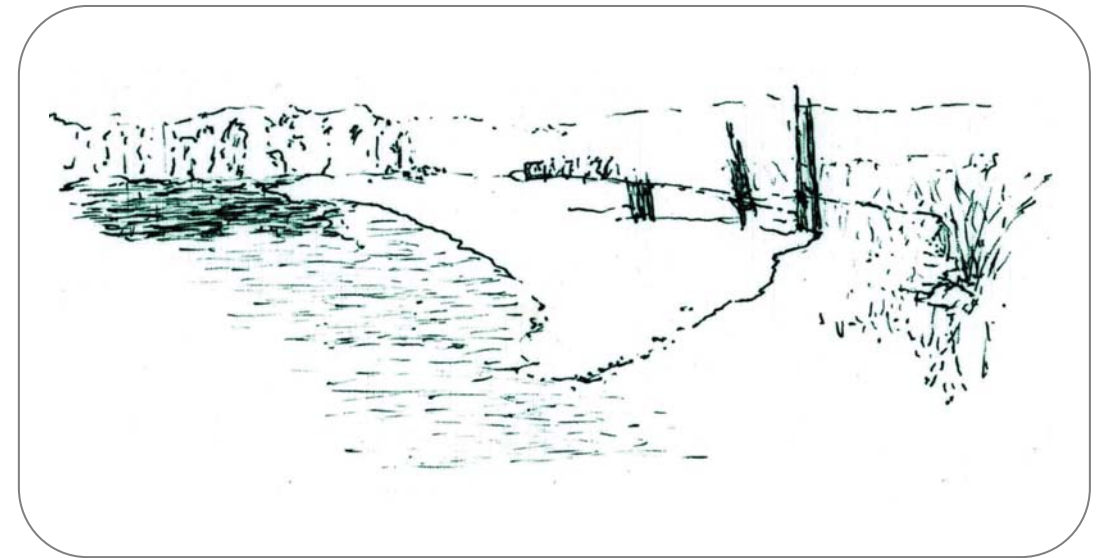


Figura 51. Marea baja. Emerge un manto de arena, como un eje en forma de America, divide el curso de las aguas, protege a una y en al quietud de ella lo cerca se duplica, por el otro lado no logra contenerla sigue libre en movimiento y ruido.

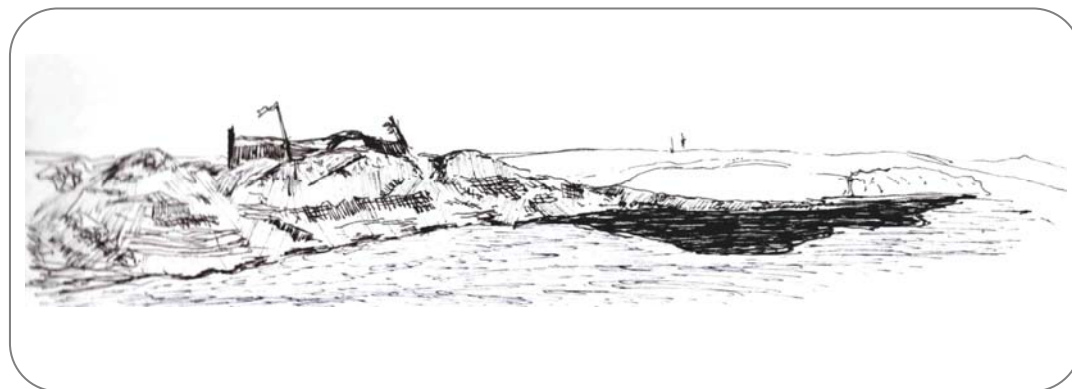


Figura 52. Albergado en la cima de la duna frágil al viento permanece, contemplante de la vastedad, como un vigía del pacífico y del mar interior
Las arenas se amoldan en quiebres provocados por el agua buscando la salida
Arriba aloja el huésped, abajo el se aventura.

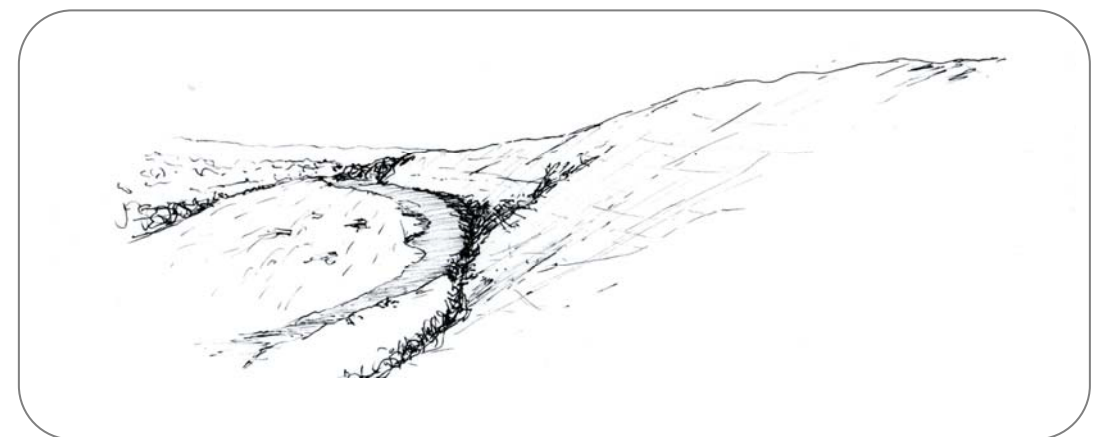


Figura 53. El ancho máximo del lecho se reconoce, una posible avenida de aguas
La duna viva se fuga en el flujo a la aventura, gran peso que desmorona y continua.
La altura resguarda y exhibe el espectáculo

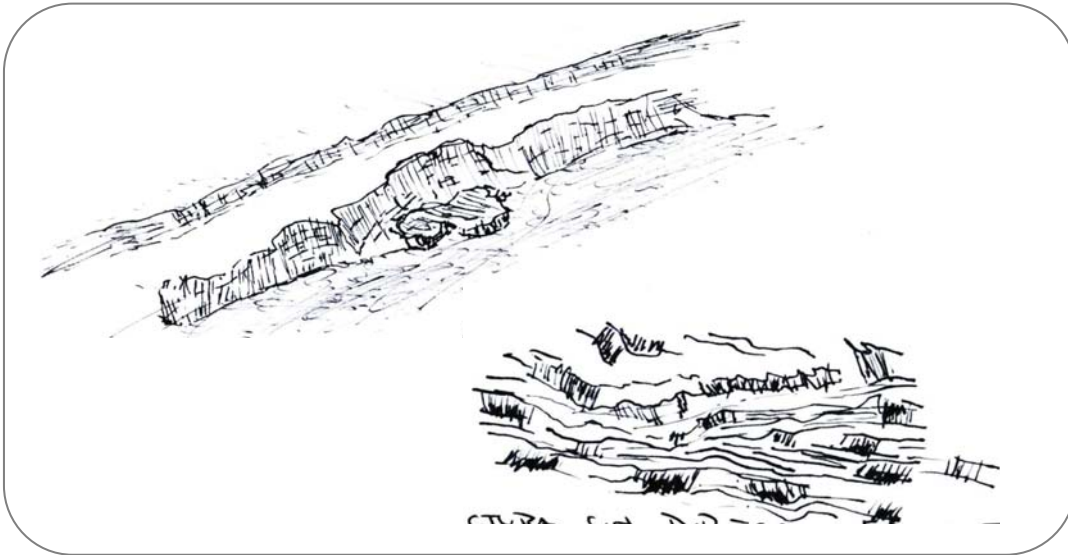


Figura 54. Estructura en múltiples direcciones, cae, se posa, sumerge, se acumula y reduce profundidad al lecho.

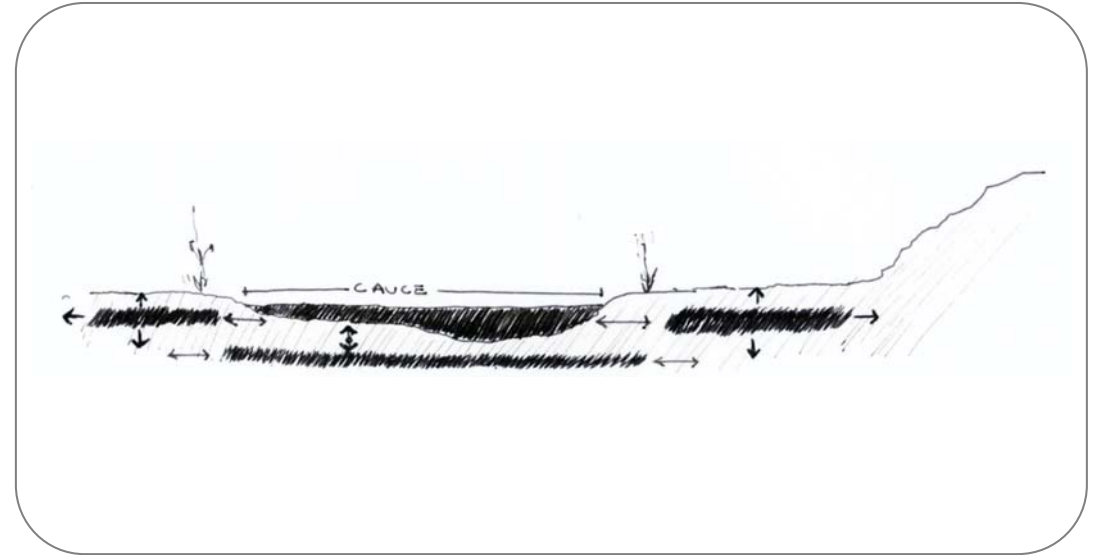


Figura 55. El agua se expande en lo invisible.

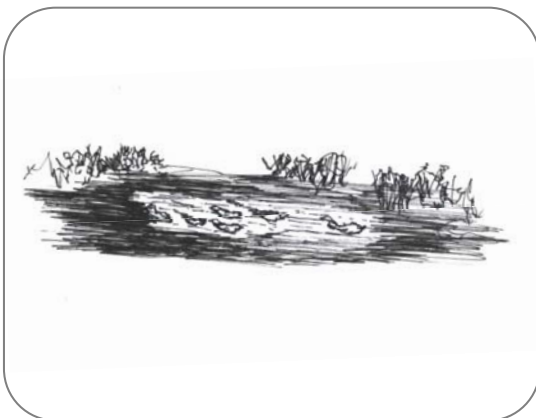


Figura 56. Cuando el agua esta quieta o mansa permite vislumbrar en sus planos. La visión se enfoca, descubre y distingue



Figura 57. Contemplar desde dentro, desde una vertical que distancia del agua y el borde, en un gesto de flotabilidad.



Figura 58. De la altura se construye el horizonte, expansión del descubrir, donde el limite es el tiempo en la dinámica de las líneas y los vértices.

2. La flotabilidad en la estructura y el acto de la obra

Pruebas de estructura en luz natural y fondos.

Mediante un fondo de arena clara aparece la luz, la obra resalta, emerge el tiempo del reflejo, el movimiento y el vacío. El agua quieta o mansa, decanta y permite ver el fondo. El movimiento del agua deja la obra estática en el aire, desaparece el reflejo y lo sumergido.

El hacer que algunos elementos no lleguen al fondo permite reconocer el tiempo por medio de las mareas, aparecen y desaparecen, construyendo un vacío de luz que segmenta el espacio. De aquí nace el acto de la obra nombrado como "la apertura al agua". que por medio de un piso pivoteante concede la cualidad de poder estar allí en diversas actividades, transformando la dimensión del espacio en virtud del agua, la luz y los reflejos.

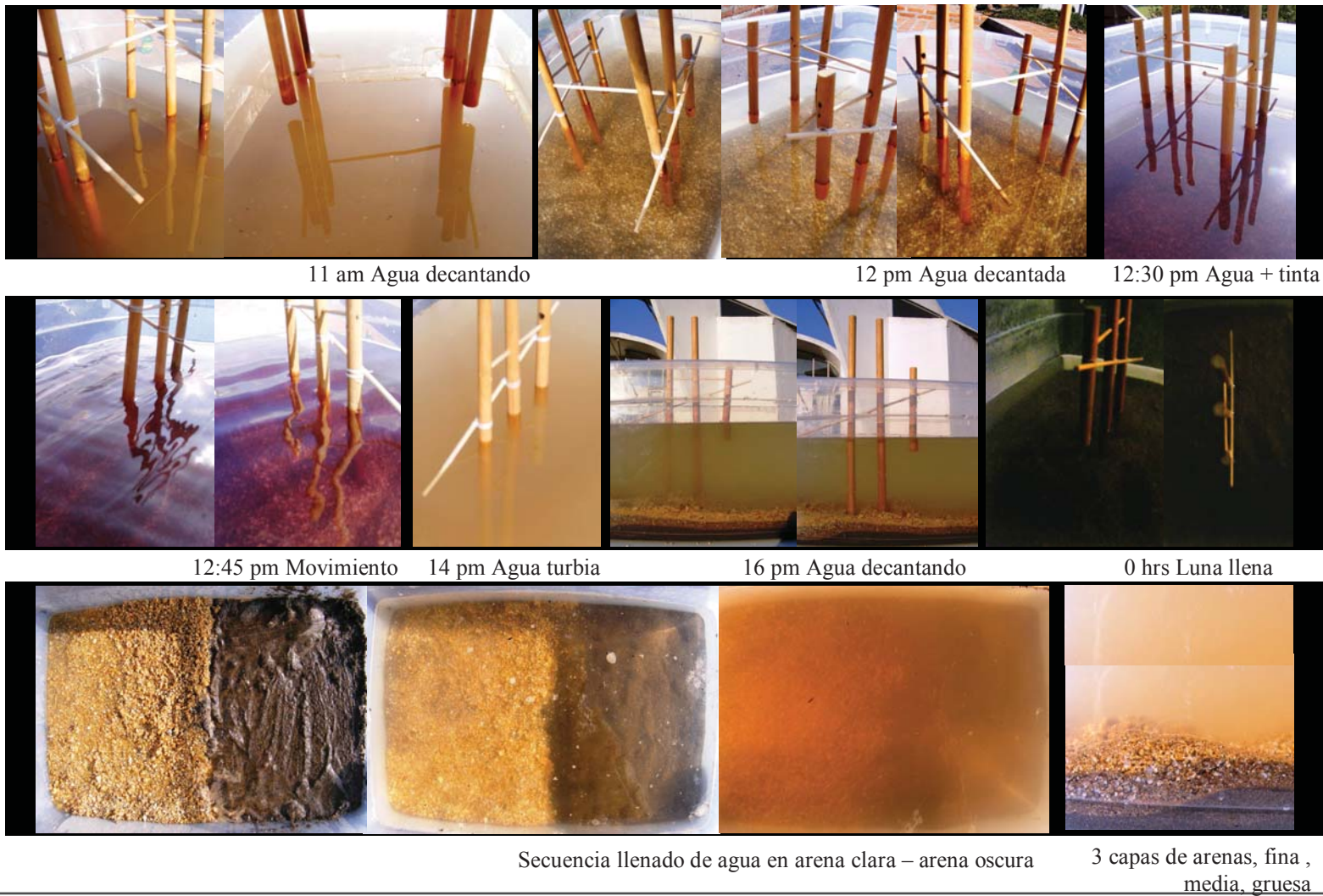


Figura 59. Secuencia de imágenes en pruebas con agua de estructura luz y fondo.

V. Fundamento técnico

1. Canales de prueba.
2. Sistema energético.
3. Sistema constructivo.

1. Canal de pruebas

Un canal de pruebas es un lugar para ensayos de modelos náuticos y contempla una instalación adyacente para la elaboración de modelos marítimos.

En él se experimenta el comportamiento dinámico de un cuerpo físico al avanzar en un líquido, generalmente agua.

Consiste en una piscina de proporciones rectangulares, profundidad, anchura, y una longitud necesaria para realizar las pruebas.

Es en el canal de pruebas donde podemos medir la propulsión, la resistencia y el comportamiento de un modelo en el mar, río o lago.

Todos los procedimientos que se realizan en el canal de prueba están normalizados por:

ITTC: The International Towing Tank Conference, es una asociación voluntaria de organizaciones en todo el mundo que tienen la responsabilidad de la predicción del rendimiento hidrodinámico de los buques y las instalaciones marítimas con base en los resultados de la física y modelación numérica. Hace estudios y determina ciertos comportamientos.

ATTC: American Towing Tank Conference, tiene las mismas funciones que la ITTC y determina relaciones y normas.

¿Por qué se normaliza?

Esto facilita las comunicaciones y el entendimiento común para que el estudio de los barcos respondan a una misma forma de hacerlos, no importando en donde se haga, de tal manera que los resultados que se obtienen en una parte sean entendibles en otra. Estas normas permiten que haya un lenguaje común y un entendimiento universal.

En un canal de pruebas existen:

a- El canal:

Este es el curso de agua por el cual se mueve la embarcación. A modo de ejemplo, en Toulouse, Francia, hay un canal que tiene 1200 metros de largo y está hecho sobre la superficie con planchas de acero, de manera que todas las dilataciones se puedan producir libremente para que no sufra esfuerzos.

b- El carro de remolque:

En los canales grandes hay un carro montado sobre rieles que remolca el modelo, y sobre este carro va instalado todo el instrumental. En Chile tenemos el canal de Valdivia (1973), que es un canal calificado como pequeño (los grandes son de 150 metros y más).

El tamaño del canal se mide por el área, de 30 m² o más se habla de canales grandes. La longitud va a depender de cómo esté funcionando el carro que arrastra el modelo, cuanto se demora en llegar a la velocidad que requiere para mantenerla constante y después cuanto se demora en detenerse.

Actualmente los carros aceleran más rápido y pueden tomar mediciones más instantáneas, por esto se han podido reducir en longitud (el canal de Valdivia tiene 45 metros de longitud).

Para canales más pequeños se utilizan carros de arrastre que pueden medir con un dinamómetro la resistencia total.

Los carros se deben mover muy suavemente para que las vibraciones no afecten las mediciones. Los campos magnéticos y las ondas mecánicas pueden afectar el buen funcionamiento de los equipos.

c- Generador de olas:

Placa que se mueve a una frecuencia determinada para generar distintos tipos de olas. Se pueden generar olas contra el casco del modelo ubicando la placa en el extremo del canal. Existen canales que tienen la posibilidad de generar olas por los cotados del canal.

Para complementar el generador de olas lo ideal es sacar fotografías que pueden ver la forma de la ola y donde llega en sus puntos máximos.

Lo ideal es que la ola alcance su máximo en la zona donde va a estar la hélice de lo contrario se puede producir cavitación o la hélice puede quedar tan expuesta que succiona aire, por lo que se acelera al disminuir la resistencia.

A través de la fotografía también se pueden hacer mediciones del tipo cualitativas y cuantitativas.

d- Ensayos de Cavitación:

Formación de burbujas de vapor del agua.

e- Canales de maniobrabilidad:

Ya no son canales, más bien son piscinas en donde la embarcación se puede someter a distintos tipos de maniobras y ver como es su comportamiento en esas maniobras. Estas pruebas son muy especializadas y debe haber muy pocos lugares en el mundo en que se realizan.

Dimensiones de los Canales de Prueba:

Valdivia, 45mts. de largo, 3mts. de ancho y 1.8mts. de profundidad.

Argentina, 72.9mts. de largo, 3.6mts. de ancho y 2mts. de profundidad.

Brasil, 142mts. de largo, 6.7mts. de ancho y 4mts. de profundidad.

Se realizó un estudio de la construcción de un canal de prueba en Talcahuano pero el tema naval era bastante distante, por lo tanto no se siguió adelante con el proyecto.

f- Modelos: Los modelos pueden ser de madera, de cera o de plástico.

Cera: Son muy buenos, relativamente fácil de tallar y fácil de modificar, agregando o quitando cera, pero son muy pesados, entonces cuando en el

modelo hay que cargar instrumental podría aumentar mucho de peso y superar la carga proporcional que debería tener sobre el prototipo, además lo afectan la temperatura y suelen deformarse, pero desde el punto de vista de la rugosidad superficial es el más liso. La cera se puede volver a reutilizar.

Madera: Son muy costosos de construir pero son duraderos, si se guardan en buenas condiciones pueden ser eternos. Son difíciles de modificar

Plástico: Son de costo muy elevado, pero pueden llegar a tener una rugosidad muy buena pero son difíciles de construir. Tienen una larga durabilidad

A continuación expondré tres ejemplos de canales existentes en el mundo, el canal de pruebas de la Universidad Austral de Chile, en Valdivia, el Canal de Ensayos Hidrodinámicos de la ETSIN (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales) con apoyo de la UPM (Universidad Politécnica de Madrid), España y el CHEIPAR, Canal de experiencias hidrodinámicas de el pardo, España.

Canal de pruebas de la Universidad Austral de Chile, en Valdivia.

El laboratorio, único en Chile, está orientado a la formación de los Ingenieros Navales en todas sus áreas de especialización, además de prestar asesorías a empresas nacionales y astilleros latinoamericanos.

La instalación, cuenta con un estanque de 42 metros de largo por 3 metros de ancho, con una profundidad de 2 metros, que requiere de 240 metros cúbicos de agua para su llenado. Actualmente el laboratorio cuenta con un sistema de registro computarizado lo que permite recolectar la información requerida durante las pruebas navales, lo cual lo sitúa en un rango relevante dentro de América Latina.

Las mayores pruebas que se realizan se refieren a ensayos sobre estabilidad dinámica de buques pesqueros. El canal de Pruebas de la Universidad Austral de Chile es el único que existe en el país en el medio universitario, donde los alumnos son entrenados en las técnicas de predicción y en el campo de la experimentación aplicada al área naval.

Otra de las actividades que se desarrollan en el Laboratorio se relacionan con las asesorías de nivel internacional que se realizan para astilleros y empresas del rubro marítimo – portuario.

En tanto desde el punto de vista nacional se realizan ensayos para astilleros nacionales y capacitación a Ingenieros Navales de la Marina de Guerra. El laboratorio está adjunto al Instituto de Ciencias Navales y Marítimas.

Canal de ensayos hidrodinámicos de la ETSIN, UPM.

El Canal de Ensayos Hidrodinámicos de la ETSIN, permite conjugar los estudios experimentales y numéricos en la optimización de las formas de distintos tipos de embarcaciones, tomando en cuenta la estabilidad, la propulsión, la resistencia y el comportamiento en la mar.

Fue inaugurado en 1967 con unas dimensiones de 56 metros de largo, 3,8 m. de ancho y 2,2m. de profundidad, posteriormente se aumentó su longitud hasta los 100 mts. que tiene en la actualidad. En la cabecera se prolonga en un canalillo de trimado cuyas paredes laterales están constituidas por cristales de 12 mm de espesor. Este canalillo está situado sobre un foso desde el que se puede ver el modelo con más comodidad.

En el otro extremo, existe un generador de olas de tipo pantalla que permite la realización de ensayos en aguas agitadas. Movido por un motor eléctrico de 2 Kw permite alcanzar olas regulares de hasta 0,2m y períodos de olas comprendidos entre 0,5 y 2 segundos.

Para poner en movimiento el modelo se dispone de un carro de estructura de acero, que rueda sobre dos líneas de carriles ancladas en los pretilles laterales del “canal”. La alineación y nivelación de estos carriles se ha efectuado con gran precisión para evitar alteraciones de la velocidad del carro durante los ensayos. El carro es movido por cuatro motores (uno por cada rueda) de corriente continua de 2.8 Kw a 220 V conectados en serie para conseguir la igualdad de sus pares motores.

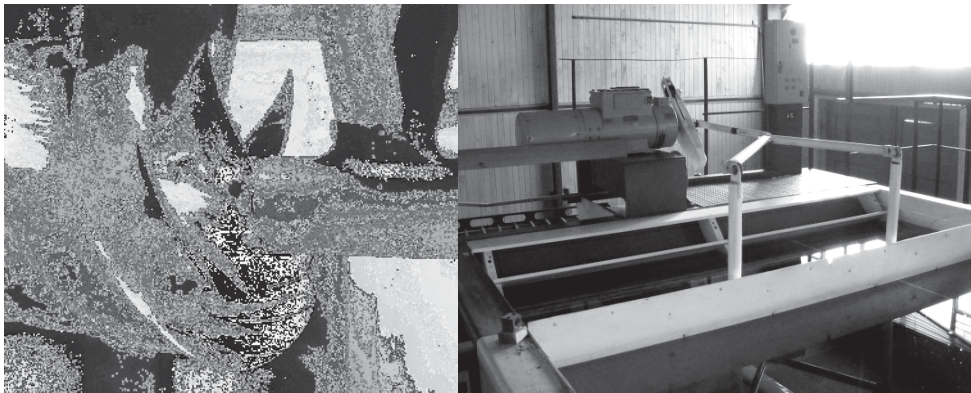
La transmisión se realiza a través de sendos engranajes reductores para que siendo así los motores más ligeros puedan reaccionar antes a la regulación. El carro puede alcanzar una velocidad de hasta 3.5 m/s. El sistema de regulación basado en la electrónica de potencia ha sido desarrollado con importantes aportes del grupo de personas que trabajan en el Canal.

En el Canal de la ETSIN se han ensayado diversos tipos de embarcaciones, aunque destacan los barcos pesqueros y las embarcaciones deportivas de alta competición. Los modelos suelen ensayarse en escalas comprendidas entre 7 y 25.



Canal y modelo.

Sistema de arrastre.



Ensayo de cavitación.

Paleta de generadora de olas.

Figura 60. Equipamiento canal de pruebas de Valdivia.



Prueba medición de olas.



Modelo.



Vista del Canal y sistema computarizado de medición.

Figura 61. Equipamiento Canal de Experiencias Hidrodinámicas del Pardo.

El CEHIPAR (canal de experiencias hidrodinámicas del Pardo), España.

El CEHIPAR es un centro público de investigación, desarrollo tecnológico y asistencia técnica de alto nivel, configurado administrativamente como Organismo Autónomo del Estado y adscrito al Ministerio de Defensa a través de la Dirección General de Armamento y Material. La misión fundamental del CEHIPAR es el estudio, la experimentación y la investigación de los aspectos hidrodinámicos de la construcción naval militar, mercante, pesquera y deportiva.

Principales funciones:

- a. La experimentación con modelos para el estudio y proyecto de buques, equipos y artefactos en sus aspectos hidrodinámicos.
- b. La investigación y experimentación encaminada al ahorro energético de los buques.
- c. La certificación de las velocidades previsibles para el buque y otros parámetros o características hidrodinámicas deducidas de los resultados obtenidos en sus pruebas de mar y la homologación de dichas pruebas, así como las de otros sistemas y equipos cuando se requiera.
- d. El estudio de cuestiones hidrodinámicas que pueden ser de aplicación a otras ramas de la técnica y especialidades científicas.
- e. La colaboración con entidades nacionales e internacionales de I+D, sirviendo de elemento de transferencia de tecnología española, dentro de sus competencias.
- f. La promoción de la colaboración e intercambios en trabajos científicos y técnicos de I+D con centros análogos extranjeros.
- g. La formación de personal técnico especializado, colaborando con universidades y empresas.

Los trabajos que realiza el CEHIPAR contribuyen decisivamente al ahorro y optimización de las condiciones de explotación de los buques así como a incrementar su seguridad, tanto por el ahorro de combustible al optimizar la resistencia al avance y el rendimiento del propulsor, como por las mejoras en sus condiciones de navegabilidad y movimientos y aceleraciones en la mar, incluyendo estudios de seguridad en condiciones extremas.

Las dimensiones del Canal de Aguas Tranquilas son 320 m. de largo, 12.5 m. de ancho y 6.5 m. de profundidad. El Carro Remolcador alcanza velocidades de ensayo de hasta 10 m/s, con una aceleración máxima de 1 m/s². Su software de control permite establecer de forma automatizada los perfiles de velocidad de ensayo. Sus características e instrumentación permiten la realización de diferentes ensayos, siendo los mas habituales los siguientes:

- Resistencia al avance.
- Autopropulsión, arrastre y tracción.
- Propulsor aislado.
- Medida de estela.
- Líneas de corriente.

El sistema de adquisición y análisis de datos se realiza de forma automática y tecnología digital, con programas de análisis desarrollados específicamente para esta instalación.

Entre la instrumentación disponible, aparte de diversos equipos propios diseñados en el Centro, están:

- Dinamómetro de remolque.
- Dinamómetro de propulsor aislado.
- Dinamómetros de autopropulsión.
- Dinamómetro de 6 componentes.
- Video cámaras y equipo de registro.

La instalación, al tener una gran sección transversal, tiene un efecto de bloqueo prácticamente despreciable y por tanto las mediciones tienen un alto grado de fiabilidad.

Los ensayos que se realizan en esta instalación permiten determinar con gran exactitud el valor de la resistencia al avance de un buque. La determinación de los coeficientes propulsivos de un buque se utiliza para analizar y estudiar soluciones sobre la influencia de las formas del casco en el funcionamiento de su propulsor. Mediante videos submarinos se decide la orientación y situación de los apéndices.

También es posible realizar cualquier otro tipo de ensayo hidrodinámico que esté dentro de los límites operativos de la instalación.

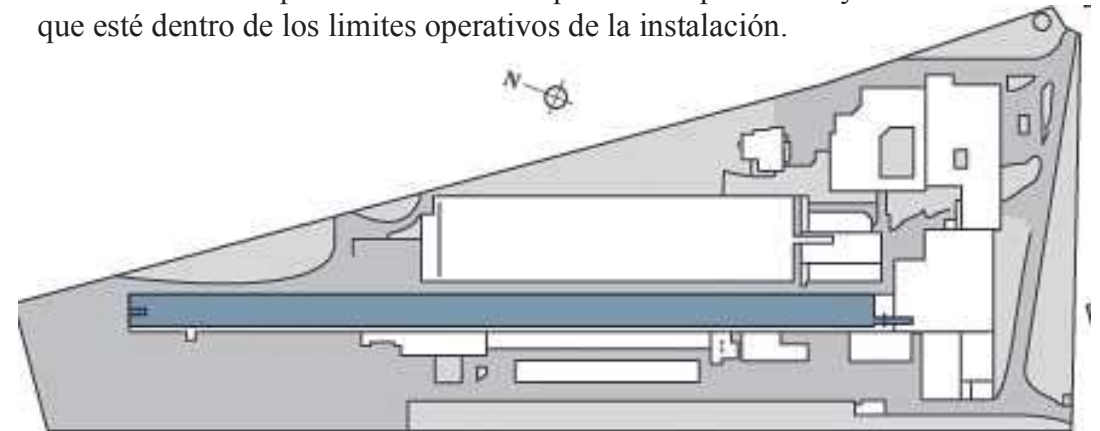


Figura 62. Planta general Canal de Experiencias Hidrodinámicas del Pardo.



Figura 63. Casco modelo de pruebas.



Figura 64. Modelo de pruebas hidrodinámicas.

2. Sistema energético.

La resistencia al avance de un modelo en aguas tranquilas es un aspecto de vital importancia práctica. Es habitual suponer que esta compuesta por una serie de contribuciones aditivas, entre las que se pueden nombrar:

- La resistencia viscosa, asociada con la generación de la capa límite y la estela
- La resistencia por formación de olas, debida, a la generación de las ondas de gravedad en la superficie del mar.
- La resistencia al avance debida a la fricción del aire con casco y súper estructura.
- La resistencia por apéndices, debida, tanto a su propia resistencia. Como a su influencia sobre la resistencia de la carena desnuda.
- Otros tipos de resistencia que aparecen en casos especiales como la resistencia debida a la formación de espuma, la resistencia por ola a rompientes o la resistencia inducida debida a fenómenos de sustentación dinámica.

La complejidad de los fenómenos que se desarrollan en simulaciones complica de manera importante la extrapolación de los resultados a la realidad. Sin embargo, en muchos casos prácticos, puede suponerse despreciable el efecto que los fenómenos viscosos introducen en el problema, permitiendo, bajo este supuesto, la extrapolación directa de los resultados. En otros casos, el análisis de los resultados sólo puede hacerse desde un punto de vista cualitativo.

Impulsión de modelos en base a contrapeso (medición de velocidad y roce por contrapeso) Energía apta a las condiciones climáticas.

En 1760 el ingeniero y vice-almirante sueco Fedrik Henrik Chapman monto un pequeño canal de ensayos de 68x15x4 pies en una cercana granja de su propiedad, aprovechando lo que tenía a mano.

Realizo un modelo arrastrado por la caída de un peso (E) al que estaba unido por medio de un cable. Por la popa iba unido también a otro peso (G) menor que el de arrastre, que servía para que mantuviera el rumbo recto durante su movimiento. La línea de arrastre llevaba dos marcas (I,K) separadas 74 pies para medir la velocidad.

Para hacer la prueba bastaba dejar caer el peso y poner en marcha el reloj cuando la primera marca (k) pasaba por un punto determinado (L) y pararlo cuando pasaba la segunda (I) por el mismo punto. Combinando el peso que ponía el cuerpo en movimiento (E) se variaba la velocidad, mientras el otro (G) era siempre el mismo. Por medio de un curioso razonamiento había deducido que un cuerpo “sufre menos resistencia cuando el extremo obtuso esta delante, que cuando esta el agudo. Para comprobarlo ensayo una serie de carenas con diferentes cuerpos de entrada y salida, repitiendo cada experimento seis veces para cerciorarse de los resultados, llego a la acertada conclusión de que la mejor posición longitudinal de la cuaderna maestra depende de la velocidad.

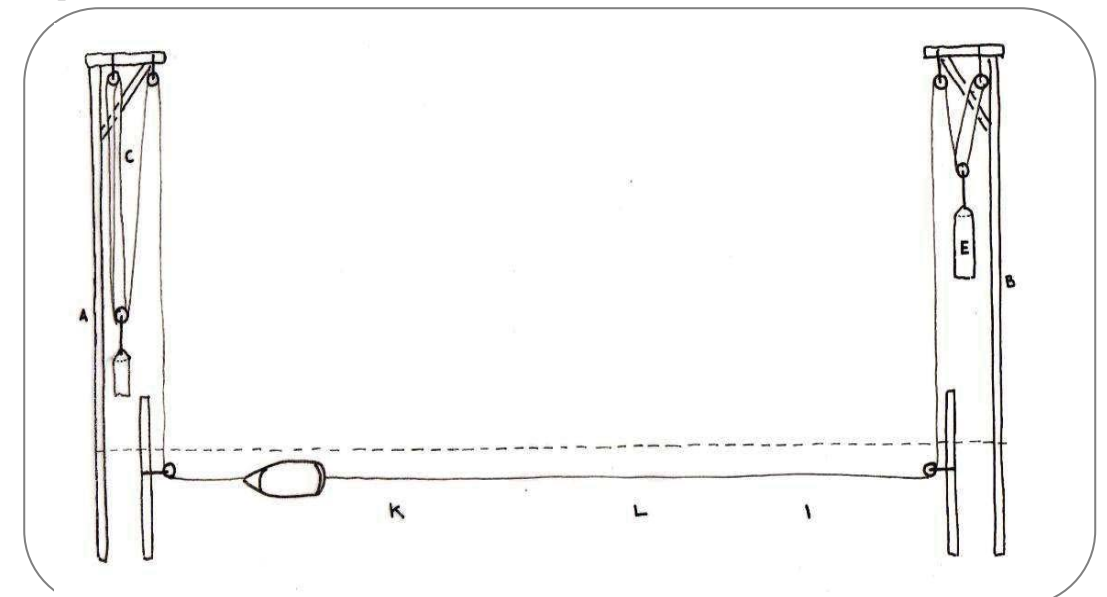


Figura 65. Esquema para ensayo hidrodinámico por medio de contrapesos de Fedrik Henrik Chapman.

D'Aalambert, el abate Bossut y el marques Condorcet pretendían encontrar la manera de mejorar la navegación en la aguas interiores francesas. Utilizaron para mover el modelo el mismo sistema de Chapman, el del peso que cae, que todavía se usa en algunos canales pequeños. En unos de los extremos del estanque, que media 30 metros de largo, dos de profundidad y casi veinte de ancho se levanto un poste alto al que se sujeto al polea sobre la que trabajaba el cable de remolque; la velocidad se media contando el tiempo que empleaba el modelo en pasar por delante de unas miras situadas en emplazamientos conocidos. Para conocer la influencia de la profundidad del agua se desplazaba hacia arriba y hacia abajo un suelo horizontal.

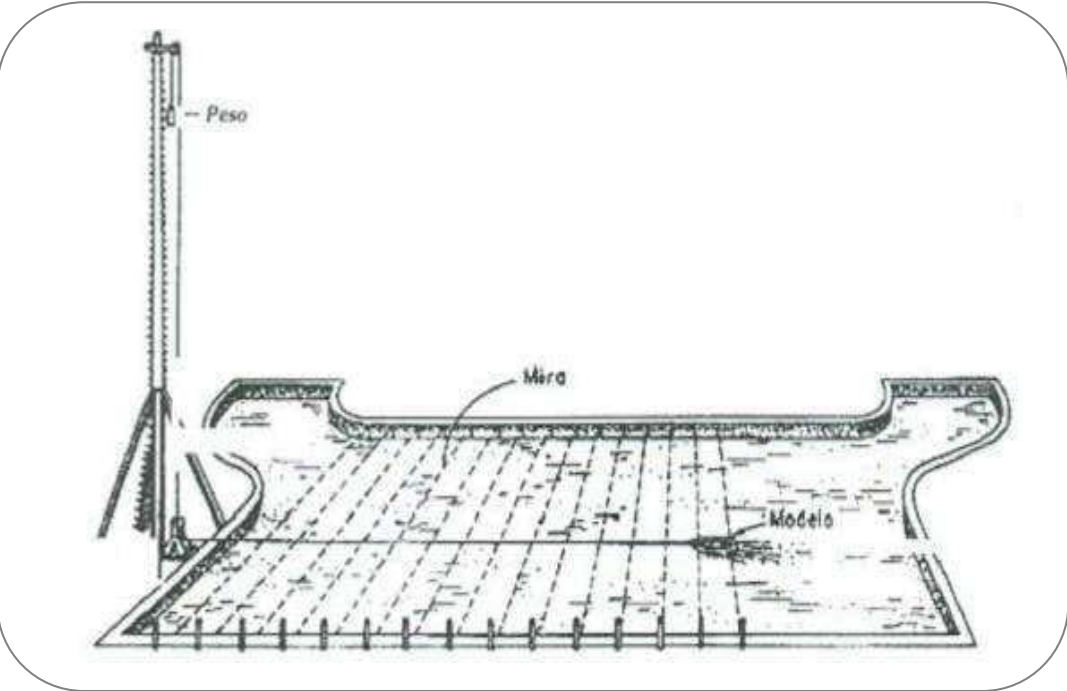


Figura 66. Vista esquemática del estanque para ensayos por medio de contrapesos.

A Froude le preocupaba, y mucho, el dispositivo de remolque. No estaba muy satisfecho del sistema que había utilizado que era semejante al de Beaufoy, porque era muy difícil mantener el modelo en línea recta mientras se estaba remolcando. “Sin embargo si se sustituye el alambre por unos rieles sobre los que se mueve un carro al que a través de un dinamómetro, se une el modelo, al mover el carro el dinamómetro guiará al modelo e indicará su resistencia”. Dos años más tarde en 1872, en Torquay, el almirante británico construyó el primer canal de ensayos. Estaba provisto de un carro remolcador que se deslizaba sobre unos carriles a lo largo de la longitud del canal, tal como había aconsejado Froude.

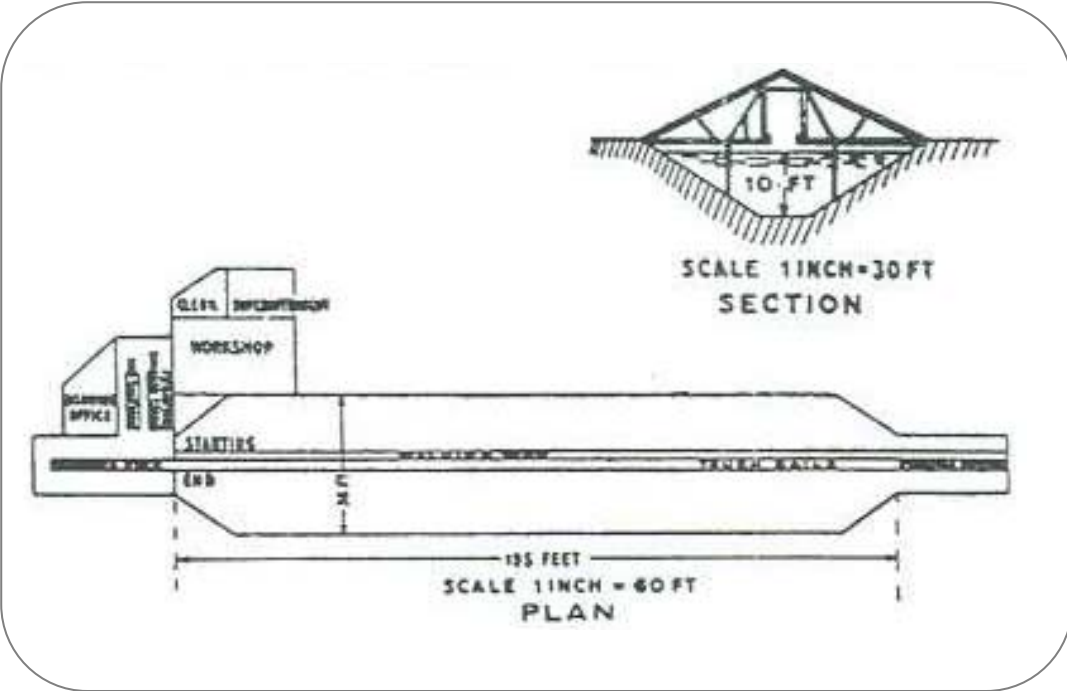


Figura 67. Planta y corte del primer Canal de Ensayos Hidrodinámicos.

3. Sistema constructivo.

A. El viento.

El lugar en el que se emplaza la obra se encuentra sometido diariamente al viento proveniente del Sur-Oeste. Este aire en movimiento es horizontal propio de la atmósfera; los movimientos verticales, o casi verticales, se llaman corrientes. Los vientos se producen por diferencias de presión atmosférica, atribuidas, sobre todo, a diferencias de temperatura. El viento nace en la parte ecuatorial del planeta, en la zona de las calmas ecuatoriales, comprende una estrecha franja que se extiende entre 5° y 10° a cada lado del ecuador. La intensa energía del sol calienta el aire que asciende en grandes columnas, arrastrando los fuertes vientos superficiales del norte y del sur. El aire solo se desplaza de abajo hacia arriba por tanto que las regiones que se encuentran por debajo, permanecen en calma y sin viento.

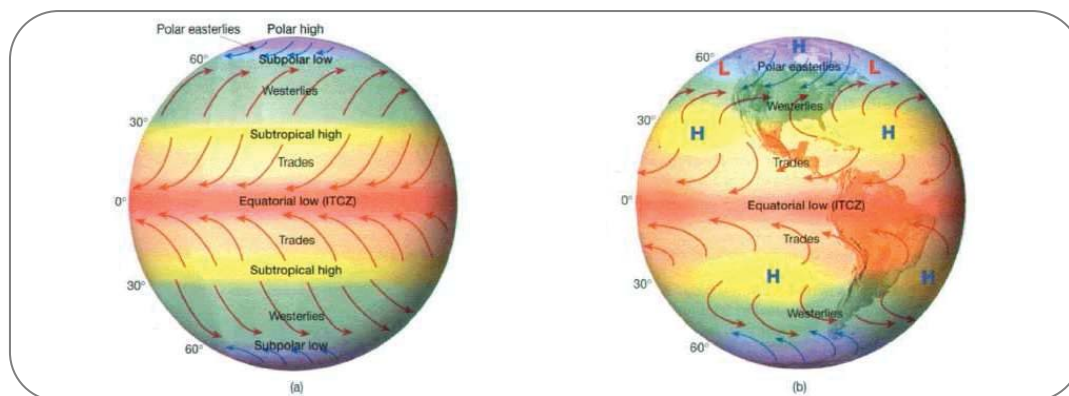


Figura 68. Esquema de direcciones del flujo de viento en el planeta.

Aunque la transferencia de energía es de norte a sur o sur a norte, los vientos dominantes son oeste-este o este-oeste, esto es porque los vientos son desviados por la fuerza de Coriolis debido a la rotación de la Tierra.

El efecto de la fuerza de Coriolis es el de desviar los vientos hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur.

La ascensión del aire es tan solo el primer paso del enorme ciclo del viento que lo llevara a recorrer todo el planeta. Todos los vientos del mundo se encuentran inmersos en un ciclo infinito.

El aire caliente asciende desde el ecuador y se ve frenado por la Tropopausa, una zona de transición entre la troposfera y la estratosfera, a continuación se desliza hacia el norte y hacia el sur antes de regresar a la superficie de la tierra y volver a las regiones ecuatoriales en forma de vientos marítimos y terrestres. Este proceso vuelve a repetirse por duplicado en sendos ciclos que discurren hacia el norte y hacia el sur, conformándose celdas de circulación que tratan de equilibrar la temperatura entre los gélidos polos y el sofocante ecuador, es como el aire acondicionado natural del planeta, de no ser por este fenómeno la temperatura de los polos descendería 25° y la del ecuador ascendería 14° , y todo esto es generado en una región de calma absoluta.

En los tiempos de la navegación a vela encontrarse a la deriva en las zonas de calmas ecuatoriales era la pesadilla de los marinos, abordo la provisión de agua era limitada, y cuando esta se acababa lo mismo ocurría con la posibilidad de sobrevivir.

“Nos topamos en una zona de calma tan infinita que no encontrábamos otra salida, sino la muerte”. Así lo relataba un marino que vivió esa experiencia. Actualmente es difícil imaginar la tortura que debían soportar marinos mientras aguardaban a que retornase el viento, no obstante si sobrevivían el tiempo suficiente los vientos volverían a soplar, y eso se debe a que las calmas ecuatoriales siguen el ritmo de las estaciones, a medida que el verano se desplaza del hemisferio norte al sur, las regiones de intenso calor que originan las calmas se trasladan hacia el sur llevándose la calma consigo por tanto los vientos producidos por este gran sistema global acaban regresando.

El flujo del aire tiene muchas similitudes con el del agua. Puede ser laminar y turbulento. El viento laminar adopta trayectorias de hilos paralelos a la superficie terrestre, en el viento turbulento adoptan trayectorias de carácter helicoidal.

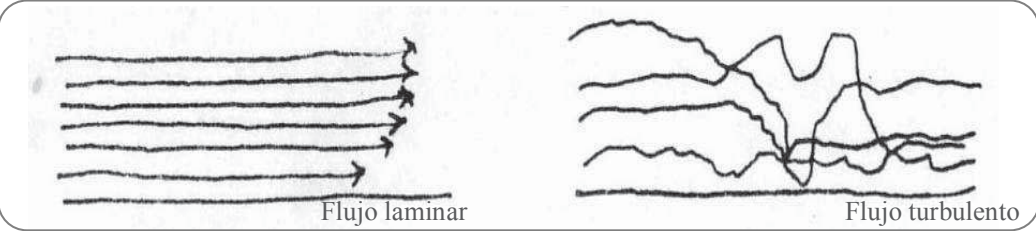


Figura 69. Tipos de flujos de aire. Teoría de modelos.

Cuando un flujo se ve forzado a superar un obstáculo se pueden producir tres patrones distintos en función de las características del perfil de vientos:
a. Vientos débiles y constantes en altitud: Formación de ondas a sotavento poco desarrolladas y estrechas

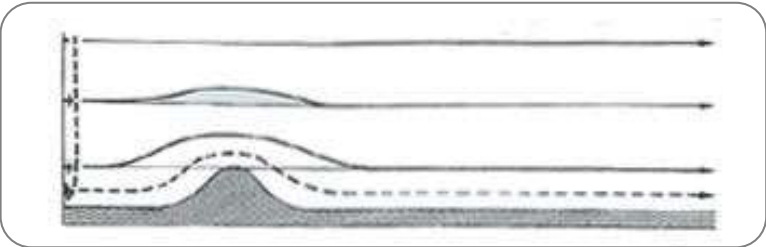


Figura 70. Esquema de vientos débiles y constantes en altitud. Teoría de modelos.

b. Vientos más intensos y con un incremento moderado de la velocidad en altitud: Se forma un remolino a sotavento que no se propaga con su eje paralelo al obstáculo orográfico.

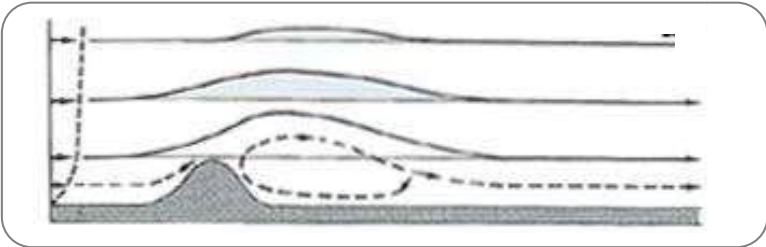


Figura 71. Esquema de vientos intensos con incremento de velocidad en altitud. Teoría de modelos.

c. Vientos fuertes y con incremento en altitud: Formación de ondas a sotavento con elevada amplitud e importante propagación a sotavento.

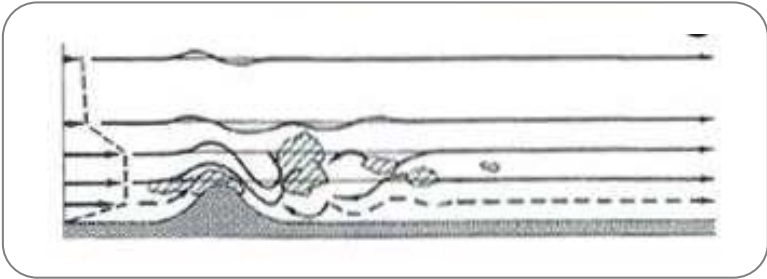


Figura 72. Esquema de vientos fuertes incrementando altitud. Teoría de modelos.

En la Ciudad Abierta de Ritoque se han utilizado distintos métodos constructivos con fin de resguardarse del viento, como la implementación de fachadas curvas y en pendientes, techos inclinados y perpendiculares a la dirección del viento SW junto con terraplenes naturales a ángulos naturales de posamiento de la arena, todos estos sistemas han surgido un efecto considerable en la disipación de la energía.

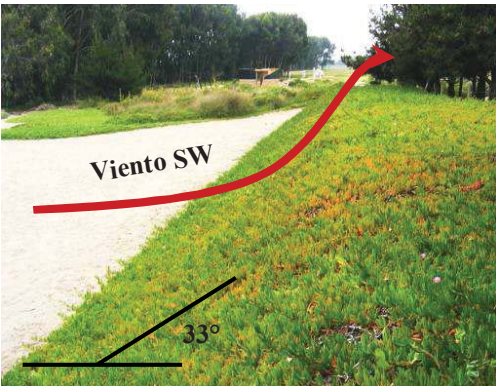


Figura 73. Esquema protección del viento en talud de docas con ángulo natural de 33°.



Figura 74. Hospedería del Errante.

Con motivo del diseño de Canal de Pruebas, en la asignatura de teoría de modelos se expuso el tema del efecto del viento en la arquitectura por Edison Segura y Boris Ivelic donde se mostraron una serie de ejemplos que es relevante exponer a continuación:

Sombra aerodinámica: El viento, con estructura de flujo laminar, al incidir sobre un obstáculo desvía las líneas de flujo hacia arriba y hacia los lados del mismo, produciendo zonas de estancamiento o turbulencia, previas a la recuperación del flujo. La dimensión de estas zonas estará en función de la altura del obstáculo y del grado de permeabilidad del mismo.

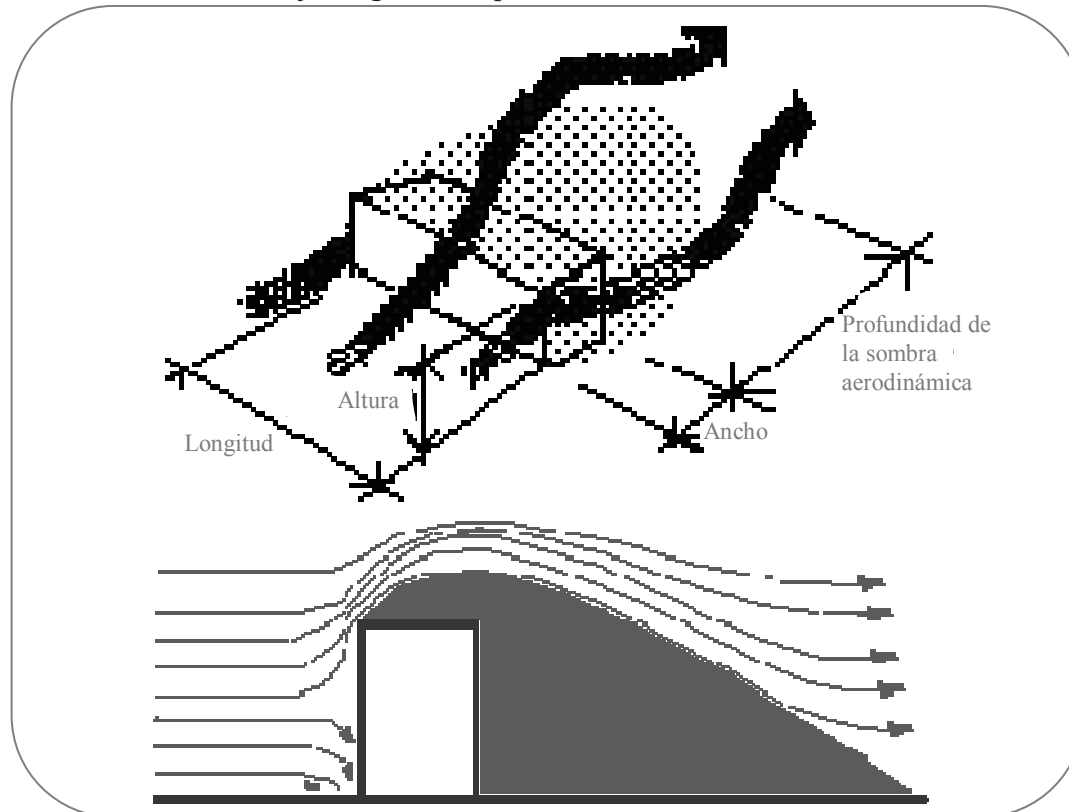


Figura 75. Esquema de la sombra aerodinámica. Teoría de modelos.

Cuando el viento incide sobre un edificio se crea una zona de alta presión (positiva) en la fachada del terreno frontal al viento (barlovento) y en la cubierta; al rodear al edificio incrementa su velocidad, creando zonas de relativa baja presión (negativa) en las caras laterales y en la cara posterior del edificio (sotavento).

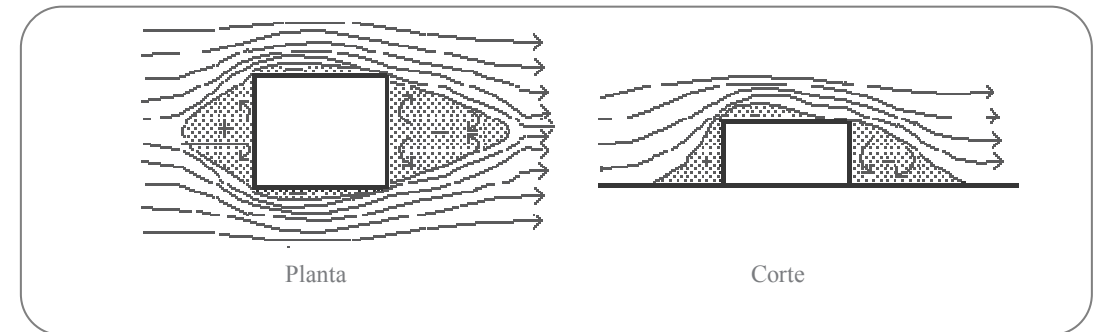


Figura 76. Esquema acción del viento alrededor del edificio. Teoría de modelos.

Al aumentar la altura de una edificación, aumenta la profundidad y altura de la sombra aerodinámica en la misma proporción.

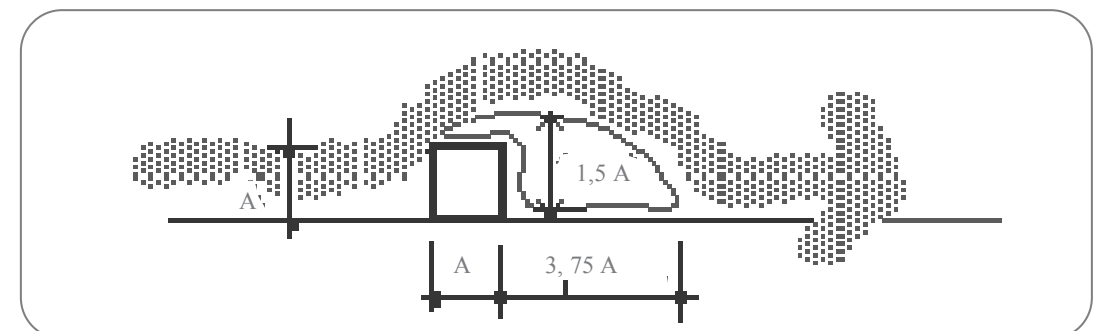


Figura 77. Esquema acción del viento en proporción a la altura. Teoría de modelos.

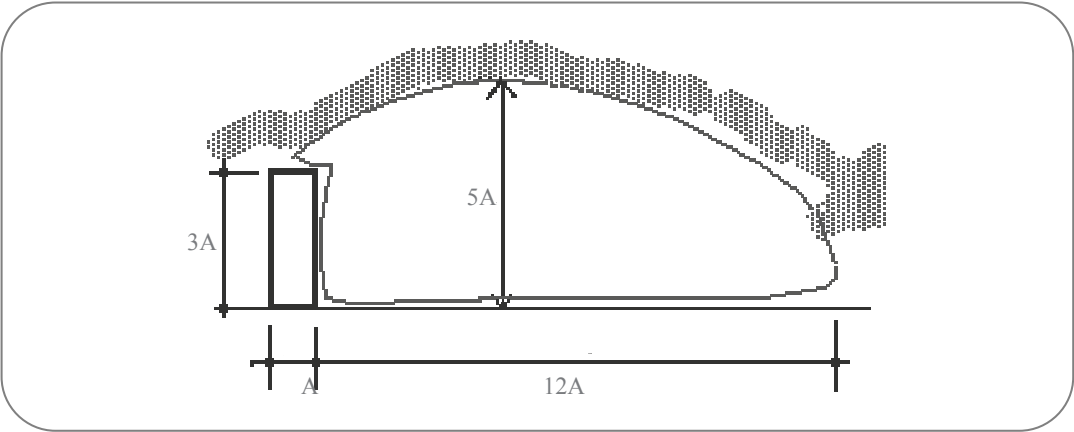


Figura 78. Esquema acción del viento en proporción a la altura. Teoría de modelos.

La longitud del edificio de altura y profundidad constantes, afecta profundamente en el área de remolinos (Eddy); cuanto la longitud aumenta, la profundidad y longitud del remolino crece.

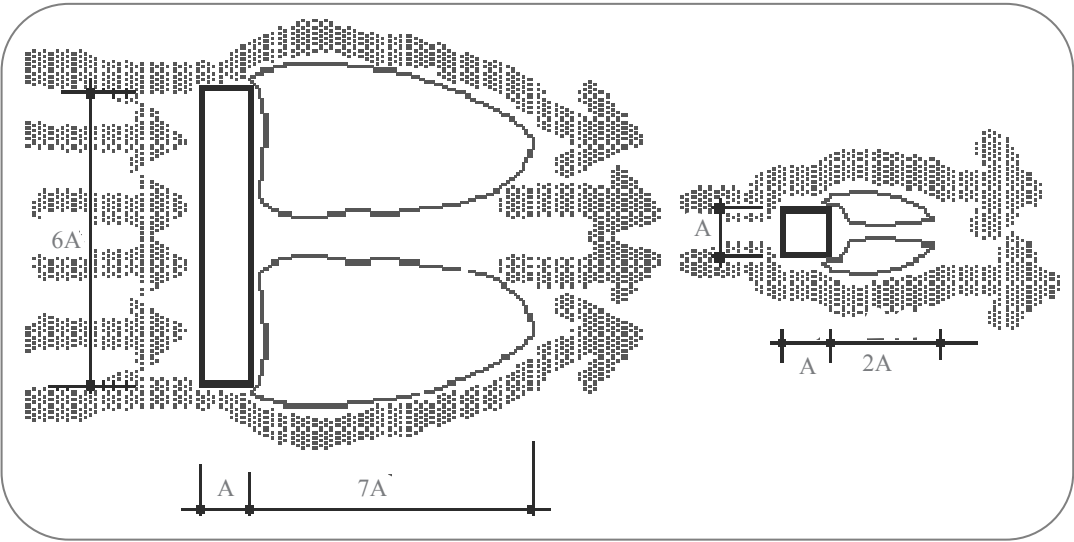


Figura 79. Esquema acción del viento en proporción a la longitud. Teoría de modelos.

B. Fundaciones.

El acto de Fundar en lo inundable

El origen de la palabra palafito proviene del italiano Palafitta y del latín *palum fictum*: palo plantado.

Son pilotes que están sumergidos en una capa blanda y no se apoyan en ningún estrato de terreno firme, por lo que la carga que transmite al terreno lo hace únicamente por efecto de rozamiento del fuste del pilote. Para asegurar el tipo que se debe utilizar, se calcula la longitud del pilote en función de su resistencia. En forma empírica sabemos que los pilotes cuya longitud es menor que la anchura de obra, no pueden soportar su carga.

Sobre los rollizos de madera, estos se conservan más tiempo si se los mantiene permanentemente mojados o secos, pero si se alternan estas condiciones de humedad, se destruyen rápidamente. Antes de colocar los pilotes se aconseja impregnarlos a presión con una sustancia protectora para evitar el ataque de hongos o insectos que destruyen sus fibras. Las maderas más usadas, por ser más económicas, son pino y abeto. Si se requiere de mayor resistencia por el ataque de aguas de mar o por impactos, se debe recurrir a maderas más costosas pero de mayor dureza. El hincado debe realizarse con golpeteo suave sobre la parte más gruesa del tronco. En pilotes más grandes la carga de trabajo no ha de superar las 25 T. Esta clase de construcción se emplea donde el tronco de árbol es un material habitual y fácil de encontrar en ese lugar, o cuando se trata de cimentaciones en zonas lacustres.

Para la vida duradera de los palafitos es necesario una previa impregnación a presión, por lo general se utiliza CCA, arsénico de cobre cromato, reteniéndose en la pieza una cifra no inferior a 6,5 kg.m3. una alternativa económica pero no tan duradera es la impregnación con petróleo lo que llevaría a un recambio de las estacas entre 6 a 8 años.

Los siguientes esquemas explican el proceso de impregnación con CCA:

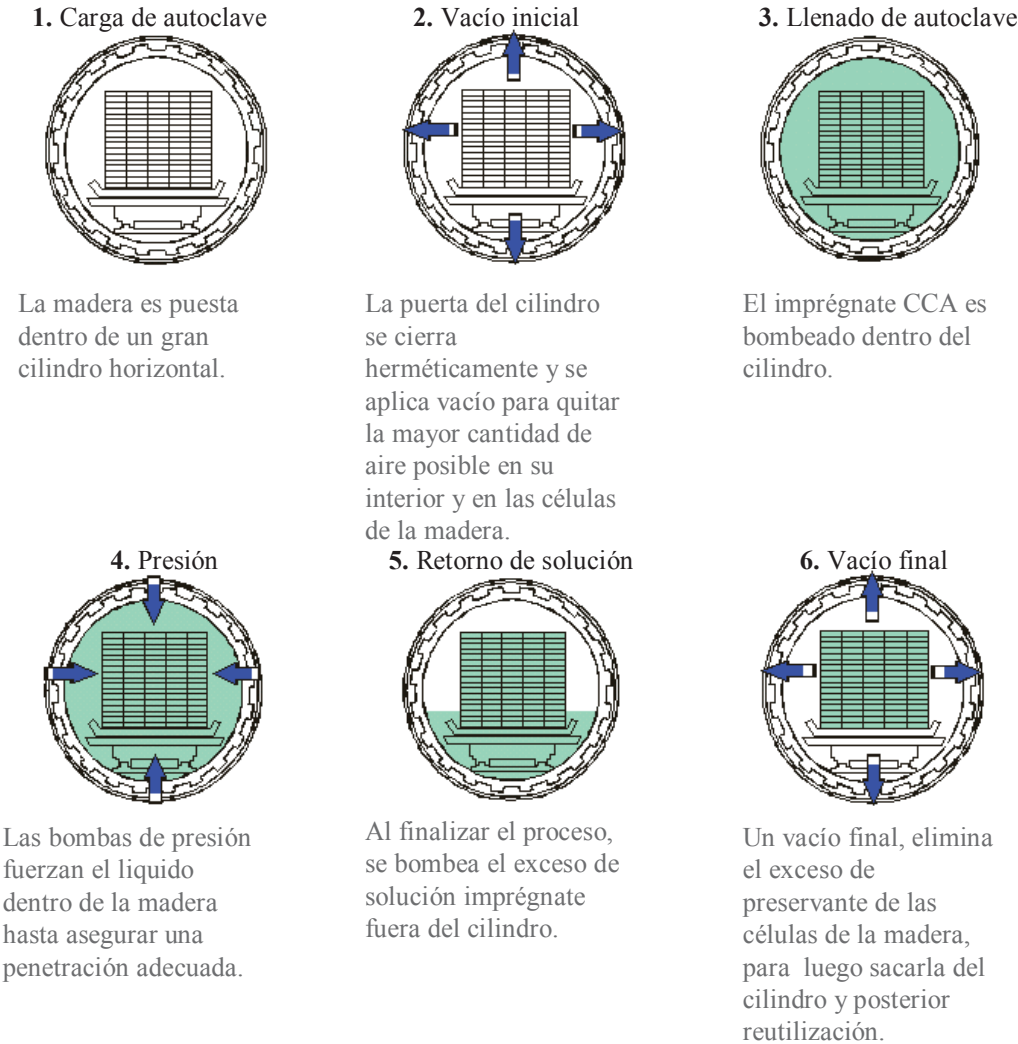


Figura 80. Esquema del proceso de impregnación con CCA.



Figura 81. Cilindro para impregnación con CCA.

El preservante para maderas CCA es un insecticida fungicida aprobado está constituido por los siguientes elementos:

- Cobre: Desempeña el papel de fungicida.
- Cromo: Además de fungicida para ciertos hongos, trabaja en la fijación de los productos químicos a la madera.
- Arsénico: Es tóxico para los insectos una vez que está fijado en la madera, pero no es tóxico para animales mayores y humanos. En el producto se encuentra bajo la forma de arseniato inorgánico pentavalente. Este compuesto está presente en el suelo, en el agua y en la mayoría de los tejidos de los seres vivos.

Dentro de sus características, la impregnación con CCA es de alta efectividad al aplicarlo en maderas para uso en agua dulce o salada. la madera se torna durable, conservando el medio natural, protegiendo la ecología y evitando la tala innecesaria de árboles.

Se concluye en que la madera impregnada requiere mucha menos energía para su producción que los materiales tales como acero, aluminio, plástico y concreto.



Figura 82. Imágenes Viviendas en regiones bajas apoyadas en pilares simples o estacas sobre cuerpos de agua, cursos irregulares de ríos y lagunas.

Los palafitos más allá de su construcción tradicional o ampliamente difundida en algunos países, son un recurso arquitectónico contemporáneo presente en zonas lacustres, fluviales y marítimas de todos los continentes.

Las obras fundadas con este sistema proporcionan alturas que permiten estar en resguardo de los distintos niveles de mareas o crecidas de agua, otorgando la opción de incorporar embarcaciones y elementos flotantes a su alrededor. La distribución de los palafitos, es en relación de la estructura soportante o el habitáculo que involucra el peso total a soportar por roce.



Figura 83. Imágenes Viviendas en regiones bajas apoyadas en pilares simples o estacas sobre cuerpos de agua, cursos irregulares de ríos y lagunas.

Al fundar al borde del estero con cercanía a la costa ,se entiende que se esta trabajando en un suelo con poca densidad, donde la roca o estratos duros se encuentran a mucha profundidad (60 mts.). En una zona como esta, solo se pueden utilizar tres métodos: fundación de pilotes hormigonados in situ, pilotes de acero, pilotes de madera. La densificación del suelo puede realizarse con cualquiera de los sistemas anteriores.

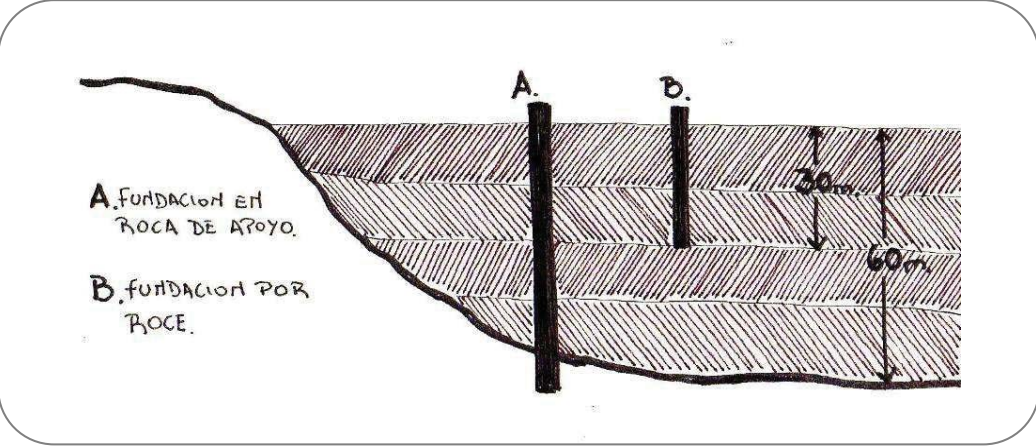


Figura 84. Esquema de fundación en roca de apoyo y por roce.

El sondaje es una herramienta esencial para conocer las característica del suelo donde se esta trabajando, obteniendo resultados de los estratos, los componentes del suelo y su capacidad de resistencia y roce, todo esto para determinar el mejor sistema de construcción en un suelo especial.

El sistema de medición y sondaje del suelo es el siguiente:

Se toma una cañería con un cono dentro, se le deja caer un peso continuo que va hinchando este con la tierra, tras el cono va la cañería con una pala que lanza el material hacia arriba, lo que permite al cono seguir bajando.

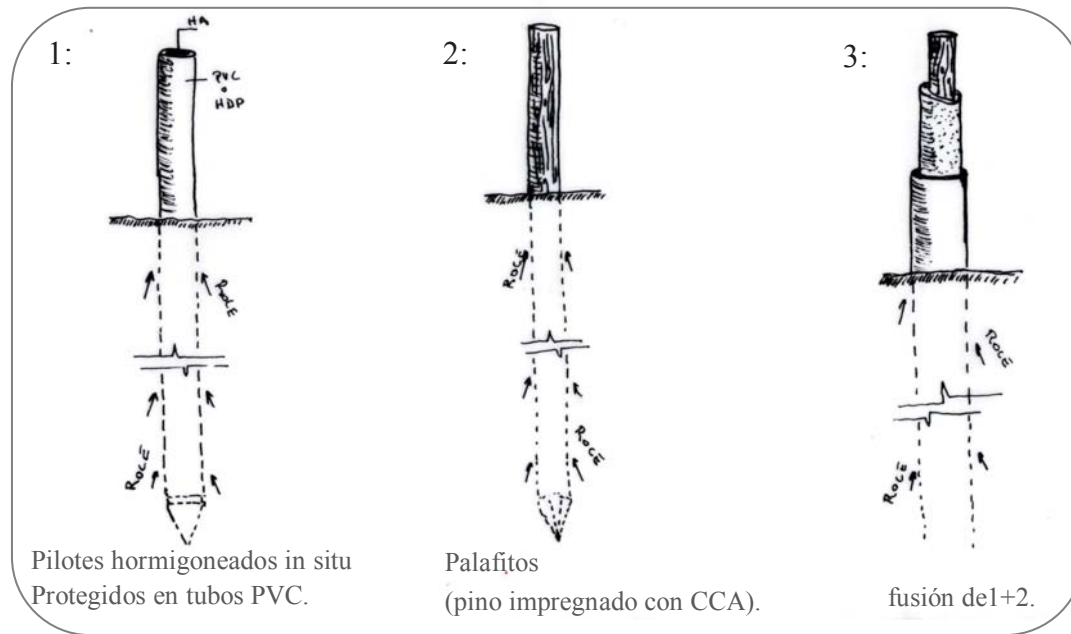


Figura 85. Esquema para tres alternativas de fundación para La Casa del Dante.

Cada cierta profundidad se retira el cono para tomar las muestras Shelby, estas muestras son cortadas del suelo con su forma natural y lo saca inalterado para analizar en laboratorio su condición natural.

Para realizar pruebas en roca se introduce un taladro cilíndrico que corta una muestra de roca llamada Testigo, el golpe del cono permanente y constante en su peso arroja una medida de cuantos golpes se requieran para llegar a los metros deseados, esta medida arroja la densidad y resistencia del suelo.

Otro sistema es el pilote Yoder o pilote de acero cilíndrico de 2 metros de diámetro cada 3 metros, el cual tiene la característica de ser un tubo sin soldaduras verticales, se va montando en anillos para soldarlos uno sobre otro y se va hincando en la tierra con martinete, se usa fundamentalmente con apoyo de punta, debiendo llegar al suelo estable de roca.

Para continuar esta la densificación del suelo con pilotes de madera hasta lograr la capacidad de soporte del suelo, buscando pilotes de dimensiones requeridas para una obra dada, dejando fundado al mismo tiempo con pilotes mas largos a modo de palafitos, es muy importante con este sistema alcanzar las capacidades de soporte y asismicidad requeridas por la construcción que se desea levantar.

Los pilotes hormigonados in situ, son realizados cavando a modo de cilindros en el terreno con una pala cilíndrica y se introduce al terreno una malla de acero tipo canastillo para afirmar el material. Una vez hecha la excavación se inyecta el hormigón, como este es mas denso que la tierra, se saca la malla y se deja sin fraguar haciendo de contacto, de modo que la tierra se expanda o comprima, esto ayuda un poco al roce pero no se considera en el calculo, lo que si se considera es el apoyo y el roce de los estratos de material y el hormigón que sustenta.

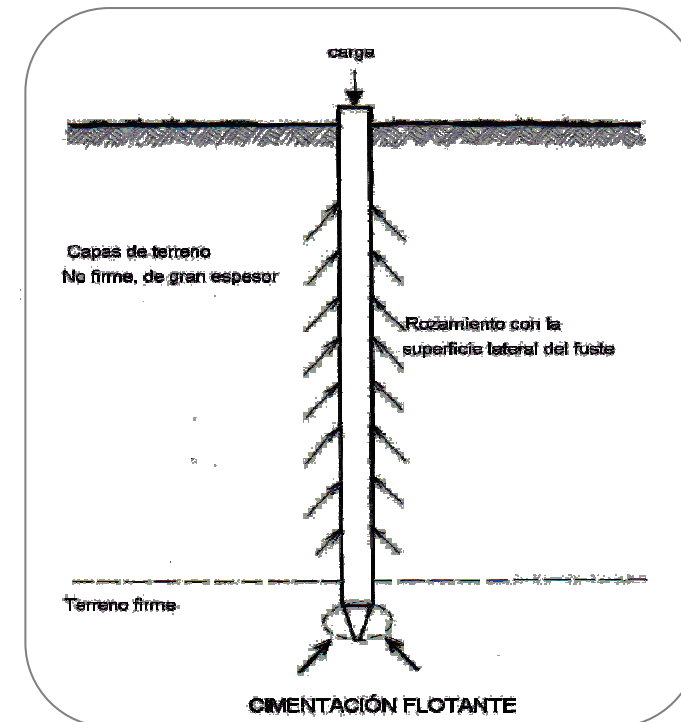


Figura 86.
fundación por
roce.

VI. Hipótesis

1. Estero.
2. Canal.
3. Casa del Dante.
4. Plataforma flotante portátil.

A. Estero:

Por medio del estudio Hidrológico de la cuenca Quintero – Mantagua y se diseñara un nuevo cauce para las aguas del estero Mantagua en el tramo de 732 mts. de Ciudad Abierta de Ritoque, previniendo el ensanche de sus bordes en tiempos de crecidas.

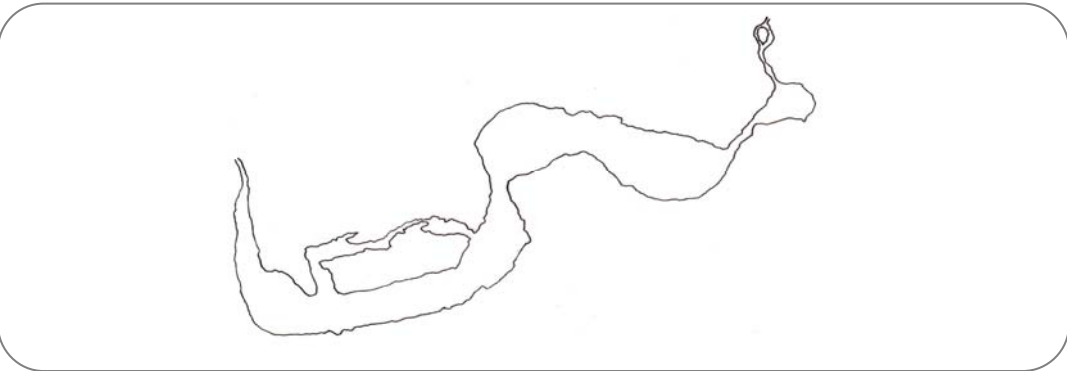


Figura 87. Croquis, silueta Estero Mantagua

B. Canal:

Generar el canal de pruebas mediante una excavación transversal al estero Mantagua, con paredes ataludadas en el ángulo natural de posamiento de la arena (33°), protegiéndolo del Viento SW mediante un terraplén aerodinámico lateral.

Empleando el principio de contrapeso para impulsión de los modelos, sustentándolo desde lo alto de la casa del Dante.

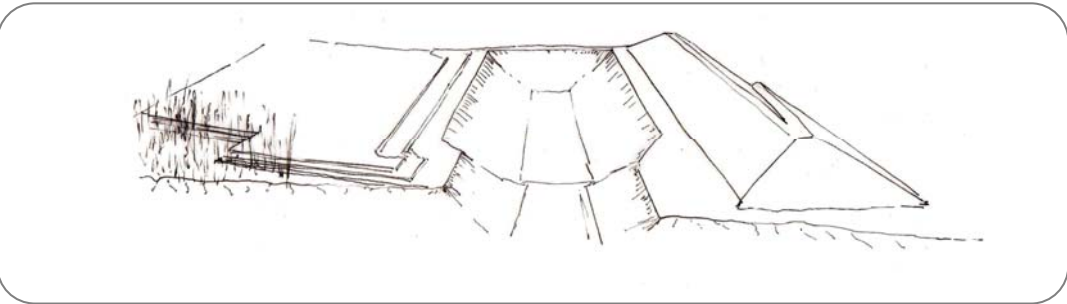


Figura 88. Croquis, vista frontal Canal de Pruebas.

C. Casa del Dante:

Mediante la luz natural, la refracción, el reflejo y la transparencia, lograr que la estructura de la casa del Dante desvele la cualidad de flotabilidad. Por medio de un piso que baja y flota en el agua produciendo el cambio de dimensión del espacio por medio de la luz, una extensión multidireccional en flotabilidad.

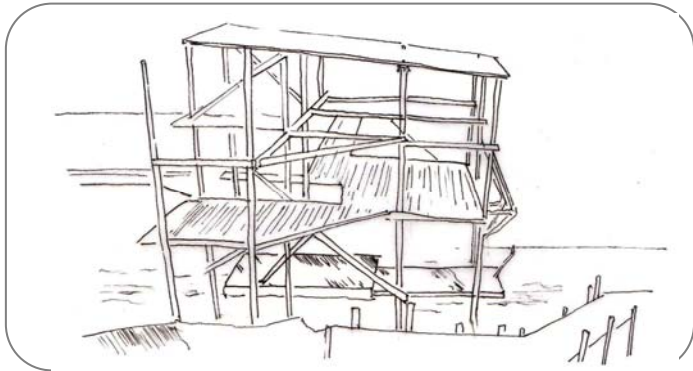


Figura 89. Croquis, vista lateral estructura de La Casa del Dante.

D. Plataforma flotante para ensayos hidrodinámicos:

Mediante la construcción de una plataforma flotante de aluminio de 3,5 mts. x 2 mts. se suspenderán a 5 mts. de altura contrapesos para la impulsión de pruebas hidrodinámicas, en conjunto de ser el piso de la Casa del Dante y una balsa de cruce para Ciudad Abierta.

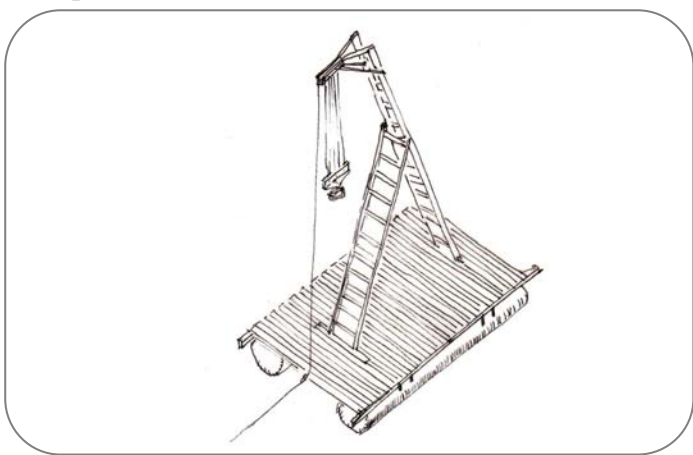


Figura 90. Croquis, vista Plataforma Flotante.

VII. Metodología

1. Espiral de diseño y Requerimientos de Alto Nivel.
2. Teoría Hidráulica de canales abiertos y calculo de caudales.
3. Pruebas en túnel de viento.
4. Demostraciones geométricas acotadas.
5. Demostración Hidrodinámica del prototipo con modelo a escala reducida.
6. Resistencia en una embarcación y potencia efectiva.

1. Espiral de diseño y Requerimientos de Alto Nivel [RAN].

Los Requerimientos de Alto nivel es un procedimiento que se utiliza para una solución ordenada en el desarrollo de las partidas de un proyecto, sea este un encargo o autogenerado, se desglosa en una serie de interrogantes base, por ejemplo en el caso de una embarcación:

1. ¿Para que se quiere? Si será de pasajeros, carga (tipo y cantidades de carga), población, turismo, etc.
2. ¿Dónde se quiere operar? El medio donde se moverá nuestra embarcación, ya sea costero, lacustre, ultramar, fluvial, etc.
3. Densidad de las aguas donde se navegara. Para deducir el desgaste de la embarcación según las condiciones climatológicas en un agua específica.
5. Autonomía. Que tan lejos podemos ir y regresar estando en la embarcación, y la preocupación por el abastecimiento en caso de que se tenga mucha autonomía.
6. Restricciones externas, impuestas por las leyes de la naturaleza, restricciones por rocas, profundidad de agua, lluvias, oleajes, corrientes, etc.
7. Legales y reglamentarias. Con menos restricciones tendremos mas posibilidades de construir.
8. Cultura, usos y costumbres. Ajustado a las exigencias culturales de cada nación. Un barco chino no será igual a uno alemán por las dimensiones de sus habitantes.
9. Tecnologías y estado del arte. Si acaso esta disponible la tecnología necesaria.
10. Universalidad de géneros.
10. Cuanto se esta dispuesto a pagar.
11. Tiempo.
12. Sistemas de unidades.
13. Idiomas.

Una vez completo el desarrollo de los RAN se procede en el método de la espiral de diseño, mediante un esquema concéntrico que contempla paso a paso las partidas del proyecto, teniendo la posibilidad de sobre el mismo agregar nuevas etapas o corregir las existentes.

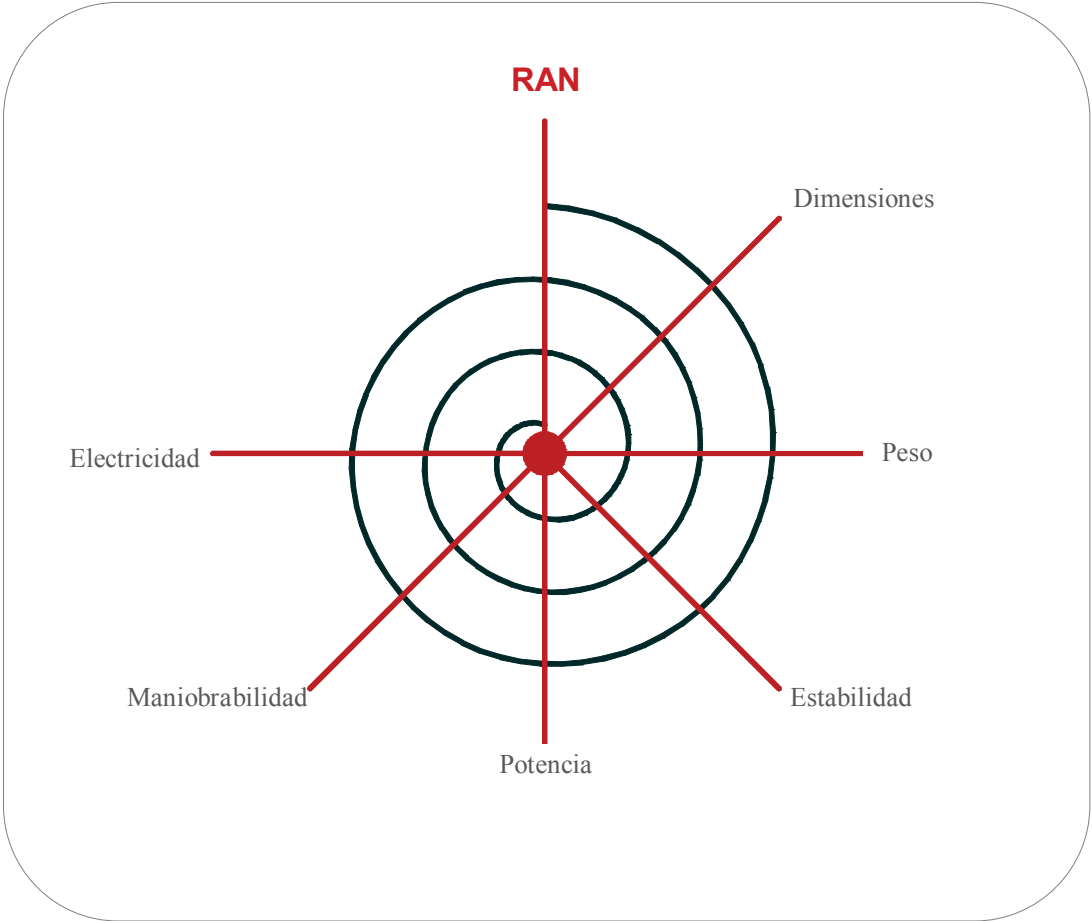


Figura 91. Ejemplo de la Espiral de Diseño para una embarcación.

2. Teoría Hidráulica de canales abiertos y calculo de caudales.

Debido a la relación directa del estero Mantagua con el mar y la cuenca que lo contiene, surge la necesidad de estudiar la historia de su cauce y la Cuenca Quintero-Mantagua ubicada en la V región de Valparaíso a modo de resolver los ensanchamientos que se producen en el estero producto de las crecidas en años anteriores, por ello desde el Magíster y la asignatura de Teoría Hidráulica se procede al estudio junto al profesor e ingeniero Hidráulico Jorge Pastene para investigar y observar el comportamiento hidrostático e hidrodinámico del agua, y su vínculo con la tierra, a modo de comprender las corrientes, olas, mareas, sedimentaciones, profundidades, presiones, capacidades, contenciones, ejes hidráulicos, secciones, velocidades de escurrimiento, coeficientes y antecedentes hidrológicos.

Se procedió como a fin de tener resultados a recolectar información del estero,, a redibujar esquemas que demuestran sus ensanchamientos productos de las crecidas en años anteriores y a observar diariamente el comportamiento de sus niveles de agua, caudales, cambios en sus espejos de agua y diferencias de altura del lecho, este periodo y como parte del rigor del estudio, se extendió habitando en la Ciudad Abierta de Ritoque desde agosto 2008 hasta marzo del 2010.

Recopilando todos estos antecedentes se evalúan las crecidas que podría presentar el estero Mantagua en 10 a 100 años, evitando por medio del calculo y el diseño el ensanche de sus bordes para el tramo de 730 mts. que atraviesa la Ciudad Abierta de Ritoque.

Un segundo aspecto que se puede obtener conocimiento con esta metodología, es la organización y mecanización portuaria, tomando como referencia distintos puertos en cuanto a magnitud, tecnología y las tendencias portuarias actuales: sedimentación y dragado, grúas y cintas transportadoras, sistema de container y acopio, sistema multimodal, valijas de pasajeros, sistema de aduanas, etc.

Para comprender el fenómeno y el desarrollo de la metodología se utiliza como apoyo bibliográfico el texto de ingeniería hidráulica de canales abiertos, Ven Te Chow y el software Hcanales desarrollado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica como una herramienta de importancia para el diseño de canales y estructuras hidráulicas.

Para entender el desarrollo de la investigación es fundamental tener claro los siguientes conceptos de la hidráulica:

El flujo del agua en un conducto puede ser en un canal abierto o en una tubería. Estas dos clases de flujo son similares en muchos aspectos pero se diferencian en un aspecto fundamental. El flujo en canal abierto, como lo dice su nombre, tiene una superficie libre, la cual esta sometida a la presión atmosférica, en tanto que el flujo en tubería no la tiene.

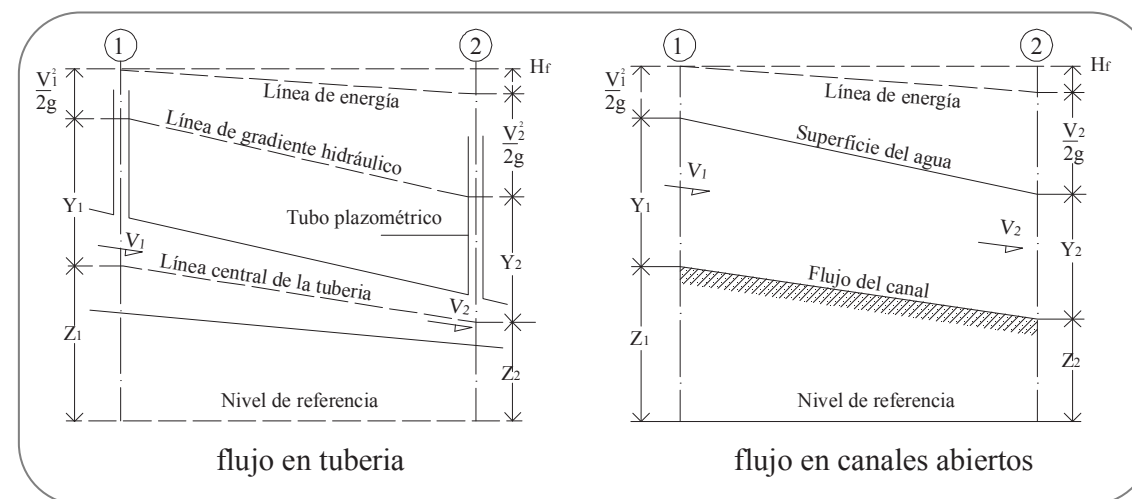


Figura 92. Esquema para clases de flujo en un conducto.

Al comprender que en un flujo de canal abierto la variable esta dada por la superficie libre donde escurre impulsada por la gravedad en relación a la pendiente, reflejada en el espacio, y la velocidad que trae dada por el tiempo. Clasificamos a continuación los distintos tipos que existen:

En el tiempo:

Flujo permanente:

Es cuando la profundidad del flujo no cambia durante el intervalo de tiempo.

Flujo no permanente:

Es cuando la profundidad cambia con el tiempo.

En el espacio:

Flujo uniforme:

Es cuando la profundidad del flujo es la misma en cada sección del canal.

Flujo variado:

Es cuando la profundidad del flujo cambia a lo largo del canal. Puede ser gradualmente variado, cambiando la profundidad paulatinamente y rápidamente variado cambiando abruptamente la profundidad en distancias cortas.

El estero en el tramo a investigar posee un flujo uniforme, siendo su principal característica física la pendiente baja y homogénea, conformándose en su acercamiento al mar áreas bajas e inundables que dan vida al humedal Mantagua. Esto debido a que existe un equilibrio entre las fuerzas gravitacionales que aceleran el flujo a lo largo y las fuerzas friccionales sobre el perímetro mojado que retardan el flujo.



Figura 93. Vista del limite noreste del estero Mantagua en tramo Ciudad Abierta de Ritoque.



Figura 94. Vistas del estero Mantagua hacia el océano Pacifico en el tramo Ciudad Abierta de Ritoque.

Para llegar al desarrollo del cálculo del estero como el resultado de varios afluentes de la cuenca Quintero – Mantagua el camino fue en base a la hidrología.

Hidrología viene del griego $\Upsilon \delta \omega \rho$ (hidro): agua, y $\Lambda \omicron \gamma \omicron \varsigma$ (logos): estudio, y es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

La circulación de las masas de agua en el planeta son responsables del modelado de la corteza terrestre, como queda de manifiesto en el ciclo geográfico. Esa influencia se manifiesta en función de la distribución de las masas de rocas coherentes y frágiles, y de las deformaciones que las han afectado, y son fundamentales en la definición de los diferentes relieves.

Recordemos que un río es una corriente de agua que fluye por un cauce desde las tierras altas a las tierras bajas y vierte en el mar o en una región endorreica (río colector) o a otro río (afluente). Los ríos se organizan en redes.

Una cuenca hidrográfica es el área total que vierte sus aguas de escorrentía a un único río, aguas que dependen de las características de la alimentación. Una cuenca de drenaje es la parte de la superficie terrestre que es drenada por un sistema fluvial unitario. Su perímetro queda delimitado por la divisoria o interfluvio.

Los trazados de los elementos hidrográficos se caracterizan por la adaptación o inadaptación a las estructuras litológicas y tectónicas, pero también la estructura geológica actúa en el dominio de las redes hidrográficas determinando su estructura y evolución.

Lo primero para realizar un estudio de una cuenca es extraer su área, y reconocer en ella sus afluentes principales longitud del cauce, forma de la cuenca, ubicación, vías y urbanizaciones principales, zonas habitadas, instituciones, complejos deportivos, educación, etc., y sitios de interés. Luego se procede a utilizar un modelo matemático basado en los siguientes conceptos:

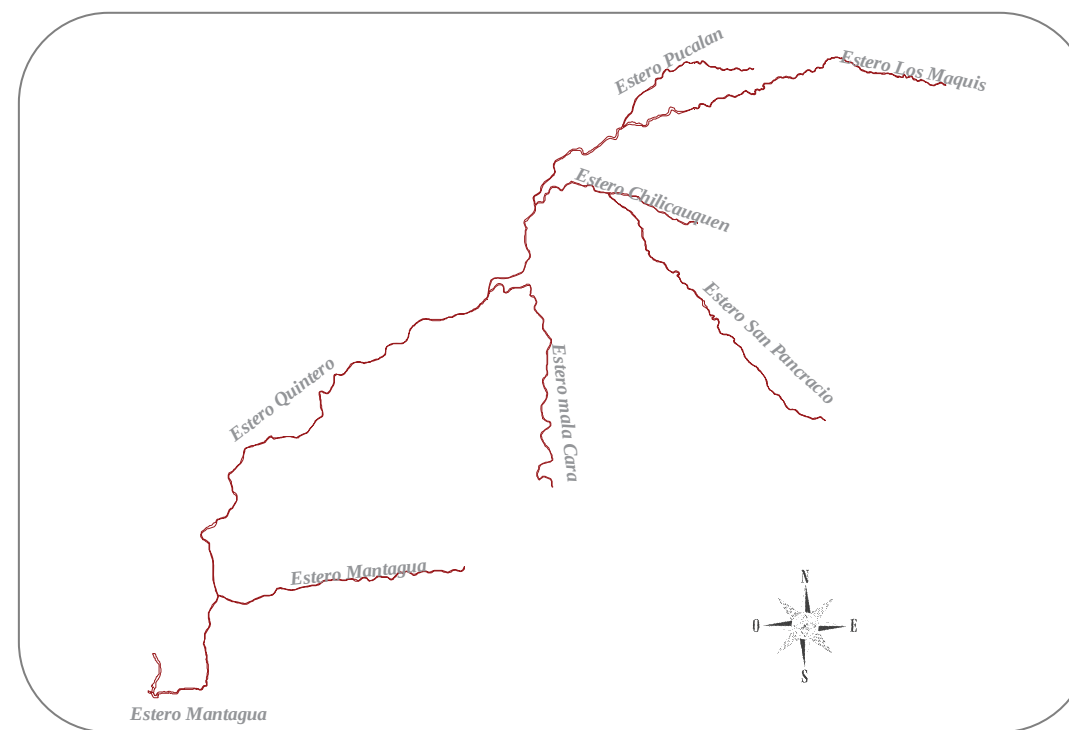


Figura 95. Afluentes de la cuenca Quintero-Mantagua.

A. Formula racional.

El caudal máximo asociado a períodos de retorno de 10 años es a partir del método de la fórmula racional con el fin de determinar caudales de afluentes a los puntos de control definidos, utilizando una relación precipitación escorrentía, la expresión correspondiente está dada por la siguiente fórmula:

$$Q = C I A$$

Donde:

Q: caudal de diseño (m^3/s)

C: coeficiente de escorrentía

i : intensidad de precipitación de diseño (mm/hr)

A: área de la cuenca (Km^2)

B. Tiempo de concentración.

Se define como el tiempo transcurrido desde el tiempo de aguacero hasta el final de su hidrograma superficial. El calculo de tiempo concentración, se utilizan las relaciones propuestas por Giandotti y velocidad media, considerando el promedio de ambos como valor representativo, La expresión es la siguiente:

$$t_c = (4 \cdot A + 1,5 \cdot L) / (0,8 \cdot H)$$

Donde:

A: superficie de la cuenca en km².

L: longitud del cauce principal de agua en km.

H: diferencia de nivel en metros entre la cota media de la cuenca y el punto de salida.

C. Velocidad media de escurrimiento.

Se determina la pendiente media de la cuenca y con ella se estima la velocidad de media de escurrimiento mediante una correlación entre estas dos a partir de valores entregados por Texas Higway Departament Rational Design of Culverts and Bridgest (diseño racional de alcantarillas y puentes)

La expresión es la siguiente:

$$V = 3,668 \cdot i^{0,4886}$$

Donde:

V: velocidad.

I: pendiente media de la cuenca.

Con la velocidad obtenida y la longitud del cauce principal se procede a determinar el tiempo de concentración empleando la siguiente relación:

$$t_c = L / (3,6 \cdot V_m)$$

Donde:

t_c : tiempo de concentración (hrs)

L: longitud del cauce principal (km)

V_m : velocidad media de escurrimiento superficial (m/s)

D. Coeficiente de escorrentía c.

El coeficiente de escorrentía depende de las características geomorfológicas, topografía, vegetación, capacidad de almacenamiento, condiciones de infiltración, etc. de la cuenca de estudio.

E. Intensidad de precipitación para un retorno $t = X$ años.

La Intensidad de Precipitación Pluvial para un período de retorno de X años, se calcula usando la ecuación de la curva Intensidad – Duración – Frecuencia, de modo de obtener los puntos de la curva asociada a un período de retorno.

En el caso del estero Mantagua se considero $t : 10$ años.

Luego realizado los cálculos se procede el diseño de la caja para a un periodo de retorno de 10 años.

F. Recomendaciones prácticas para secciones transversales.

Sección Rectangular:

y = tirante

b = ancho de solera

T = espejo de agua

Sección Triangular:

y = tirante

Z = talud

T = espejo de agua

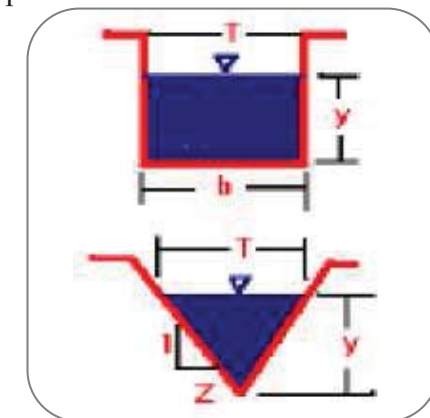


Figura 96. Esquemas software Hcanales.

Sección Trapezoidal:
y = tirante
b = ancho de solera
Z = talud
T = espejo de agua

Sección Parabólica:
y = tirante
T = espejo de agua

Sección Circular:
y = tirante
D = diámetro
T = espejo de agua

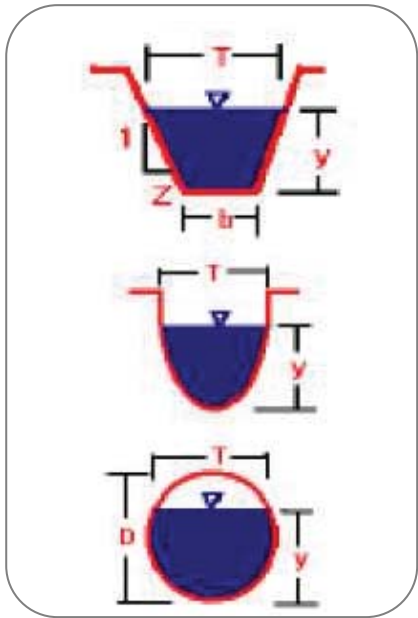


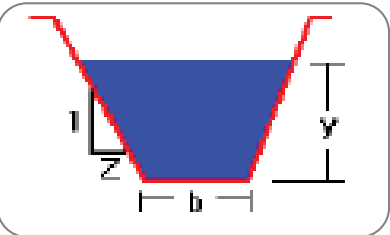
Figura 97. Esquemas software Hcanales.

G. Secciones de máxima eficiencia hidráulica

En un flujo uniforme, una sección es de máxima eficiencia hidráulica, cuando para la misma área, pendiente y calidad de las paredes, deja pasar un caudal máximo.

Las secciones de máxima eficiencia hidráulica, solo se recomiendan para secciones revestidas, por lo general para canales en tierra este tipo de secciones proporcionan velocidades erosivas.

Para el caso de una sección trapezoidal, las relaciones de los parámetros hidráulicos para una sección de máxima eficiencia hidráulica son:



Relación de b/y:

$$\frac{b}{y} = 2\left(\sqrt{1 + Z^2} - Z\right)$$

Radio hidráulico:

$$R = \frac{y}{2}$$

Figura 98. Esquema software Hcanales.

H. Tirante crítico.

Es la profundidad del agua en el canal, bajo las condiciones del flujo crítico. Cualquiera que sea la sección transversal, el cálculo del tirante crítico se hace a partir de la ecuación general del flujo crítico, que tiene la forma:

Donde:

Q = caudal crítico, m3/s.

g = aceleración de la gravedad, 9.81 m/s2.

Ac = área hidráulica crítica, m2.

Tc = espejo de agua crítico, m.

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A_c^3}{T_c}$$

I. Resalto hidráulico.

El resalto hidráulico es un fenómeno local, que se presenta en el flujo rápidamente variado, el cual va siempre acompañado por un aumento súbito del tirante y una pérdida de energía bastante considerada (disipada principalmente como calor), en un tramo relativamente corto. En el resalto hidráulico, en un corto tramo, el tirante cambia de un valor inferior al crítico a otro superior a éste.

J. Tirante normal.

Es la profundidad del agua en el canal, bajo las condiciones del flujo uniforme. No obstante que la definición de flujo uniforme y las suposiciones requeridas para desarrollar las ecuaciones fundamentales rara vez se satisfacen, en la práctica, el concepto de flujo uniforme es de suma importancia, para la comprensión y solución de muchos problemas en la hidráulica de canales. En general, el flujo uniforme ocurre únicamente en canales prismáticos muy largos y rectos. Por definición el flujo uniforme ocurre cuando:

El tirante, el área hidráulica, la velocidad y los otros parámetros hidráulicos, en cada sección transversal son constantes.

La línea de gradiente de energía, la superficie libre de agua, y el fondo del canal son paralelos, esto es, la pendiente de la línea de energía (S_e), la pendiente de la superficie libre de agua (S_w) y la pendiente del fondo del canal (S_o), son iguales, es decir:
 $S_e = S_w = S_o = S$

Las condiciones ligadas al flujo uniforme y permanente se llaman normales, de ahí el término de tirante normal.

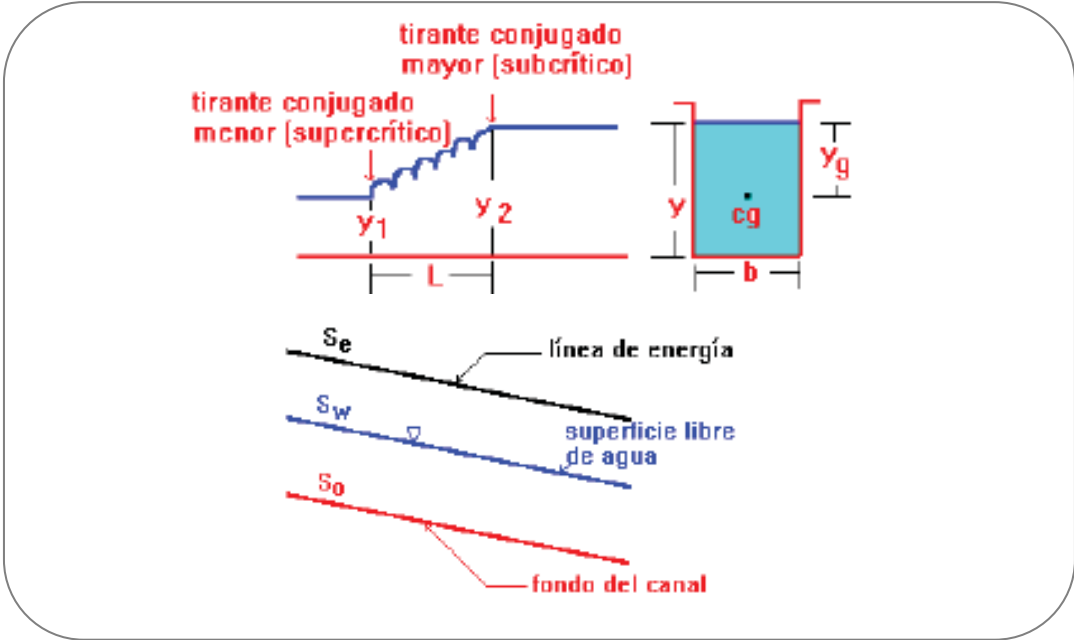


Figura 99. Esquema software Hcanales.

K. Elementos de una sección Hidráulica.

1. Tirante

El tirante y , es la profundidad del agua en una sección específica

2. Ancho de solera

El ancho de solera b , es el ancho de fondo del canal

3. Espejo de agua

El espejo de agua, es la superficie libre del agua en la sección transversal del canal.

4. Talud

Como talud, se define la relación de la proyección horizontal y la proyección vertical de las paredes del canal.

Se designa como talud Z a la proyección horizontal, cuando la vertical es 1.

La inclinación de las paredes laterales depende de la clase de terreno donde está alojado el canal. Mientras más inestable sea el material, menor será el ángulo de inclinación de los taludes, y mayor debe ser Z .

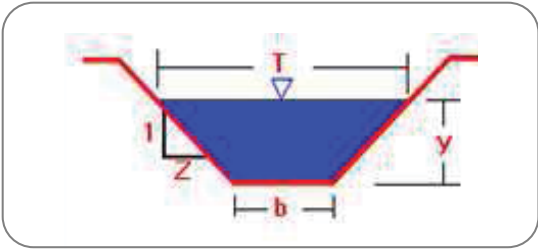


Figura 100. Esquema software Hcanales.

3.Pruebas en Túnel de Viento.

El canal de pruebas contempla una barrera de protección contra el viento predominante Sur-Oeste (SW), consiste en un talud de arena reforzado con docas y comprobando en terreno el ángulo natural de posamiento de la arena (33°). Para tal efecto se diseñan geométricamente una serie de modelos para esta barrera aerodinámica, y son llevados a la Escuela de Ingeniería Mecánica de la PUCV, para someterlos a pruebas en el Túnel de Viento, que conjuntamente trabaja en el desarrollo de tesis y ensayos con el programa de Magíster en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo de la [ead]PUCV, consiguiendo que los proyectos obtengan la perfección y eficiencia requerida.



Figura 101. Vista del Túnel de viento con modelo de pruebas. Fotografía Oscar Andrade.

Es en el túnel de viento donde podemos ver el comportamiento aerodinámico de modelos a escala reducida, esta herramienta de investigación somete a distintos esfuerzos un modelo según la potencia de viento deseada, y la visualización de este flujo de aire se consigue con la utilización de una máquina de humo para obtener cualitativamente el recorrido que se proyecta al pasar por el modelo a investigar.

Geométricamente es un poliedro o prisma de 300 cm. y secciones de 60 cm x 60 cm, posee además dos lados de acrílico transparente para la visualización de los modelos que se ingresan en su interior, apoyado por un sistema de medición cuadriculado blanco dibujado en una de sus caras negras interiores. En uno de sus extremos posee una entrada de aire donde se sitúa la entrada de humo que es puesta en marcha desde el otro extremo del túnel por medio de una turbina. El túnel consta con la posibilidad de tener dos superficies para ensayo, una opción es la utilización de agua como elemento de apoyo y la otra una plancha sólida.

4. Demostraciones geométricas acotadas.

Por este método, el proyecto y la forma, se unen en una dimensión real y de calce geométrico perfecto, partiendo por el desarrollo de perfiles en el estero Mantagua, cálculo de la pendiente, observación de los niveles de agua, apoyado con la tabla de mareas correspondiente a la región de Valparaíso, para luego seguir con el diseño y propuesta del canal abierto a las aguas del estero, seguidamente a lo anterior viene a incluirse en la boca del canal y por encima del agua, el proyecto de La Casa del Dante, que incluye desde su altura máxima un sistema de arrastre por medio de contrapesos, este sistema se consideró desmontable para ser utilizado desde cualquier lugar y altura necesaria, sucesivamente se diseñó y construyó una plataforma flotante de aluminio para ensayos hidrodinámicos. Todo lo anterior es apoyado por el dibujo planimétrico de plantas, elevaciones, cortes, detalles constructivos, fabricación de maquetas y modelos a escala, y un prototipo que será de utilidad como una herramienta de laboratorio para el magíster.

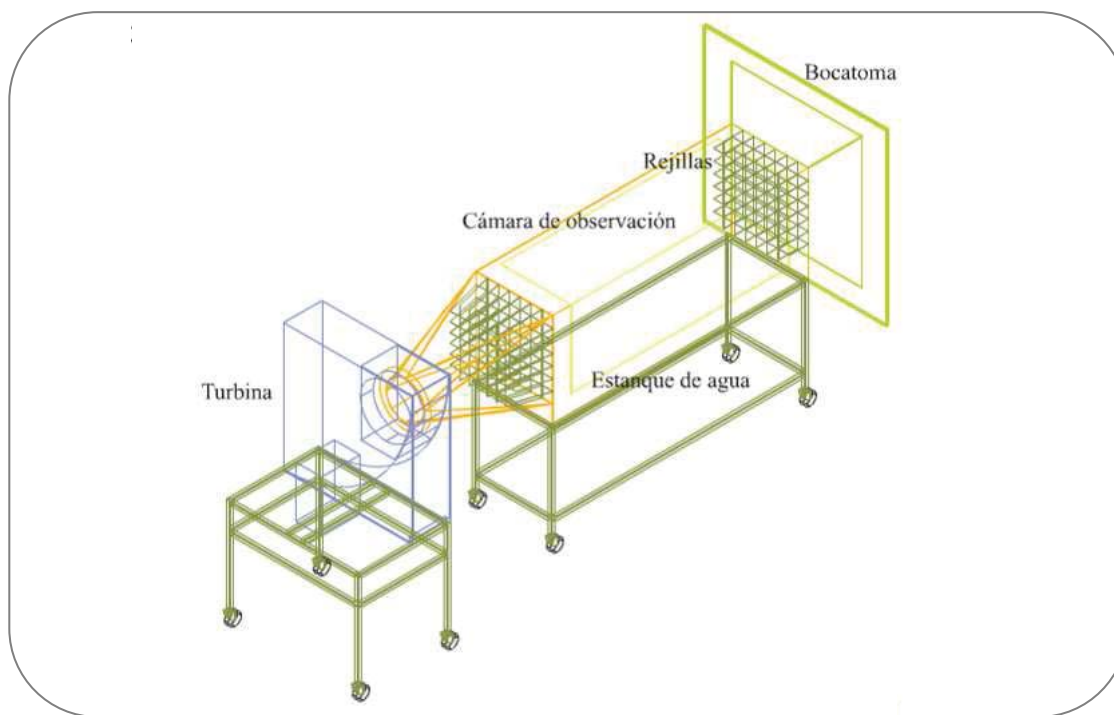


Figura 102. Isométrica partes principales del Túnel. Archivo 3D, Leonardo Aravena y Egidio Jeria.

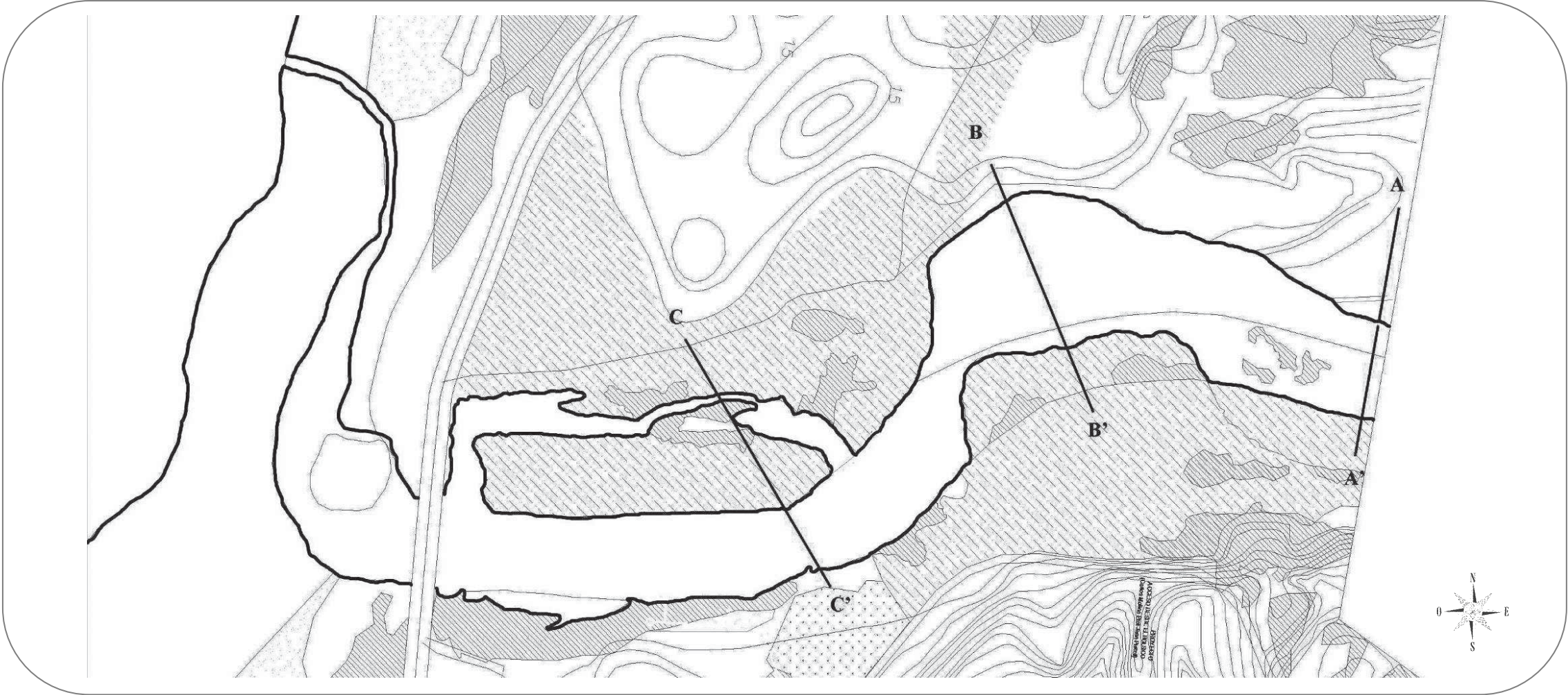


Figura 103. Sectorización de perfiles para obtención del el área mojada. Archivo digital DWG.

Desarrollo de perfiles del estero Mantagua.

Se escogieron 3 sectores del estero Mantagua donde se elaboraron los cortes de medición según el ancho de cada eje y profundidades correspondientes.

El trabajo fue realizado metódicamente junto a una estudiante postulante a título de arquitecta de la escuela, Valentina Camilla, utilizando herramientas como: lienzas, estacas milimetradas de medición, guincha de medir, nivel, cámara fotográfica y block de notas, para finalmente traspasar los datos obtenidos a un dibujo planimetrico en el software Autocad.



Figura 104. Fotografías para la obtención de la pendiente del estero Mantagua, en el tramo de Ciudad Abierta de Ritoque..

Para obtener el dato de la pendiente del estero se ubicaron dos estacas en el agua distanciadas a 10 metros, y elevadas aproximadamente 1 mt. del agua, donde fueron unidas desde su extremo superior, con un cable tensado y nivelado, luego desde una distancia determinada se procedió a fotografiar esto con una cámara fotográfica nivelada sujeta a un trípode, en tres puntos distintos del estero.

Luego de tener varios perfiles fotográficos, se procedió a insertar las imágenes seleccionadas al software Autocad utilizando herramientas de líneas obteniendo tres ángulos, $0,009^\circ = P:0,00156\%$, $0,114 = P: 0,00199\%$, $0,098^\circ = P: 0,00171\%$, que resultaron en un promedio de $P:0,0017\%$. Al tener una pendiente tan baja, se comprobó con esto, la formación del humedal Mantagua.



Figura 105. Primera referencia de medición para los niveles de agua del estero Mantagua.

El proyecto del canal de pruebas es emplazado perpendicularmente a la dirección del estero y abierto a sus aguas para ser llenado de forma natural. Este tramo del estero con su reducida pendiente se ubica muy cercano a la costa del océano Pacífico, por lo que las mareas afectarían directamente en los niveles de agua proyectados para el canal.

Para tal efecto fue necesario observar periódicamente los niveles reflejados en una estaca de medición ubicada en el eje del proyecto, apoyado simultáneamente con la tabla de mareas correspondientes a la región de Valparaíso, con esto se pudo obtener datos claves para la proyección en la profundidad necesaria del canal y poder contar con distintos niveles en los

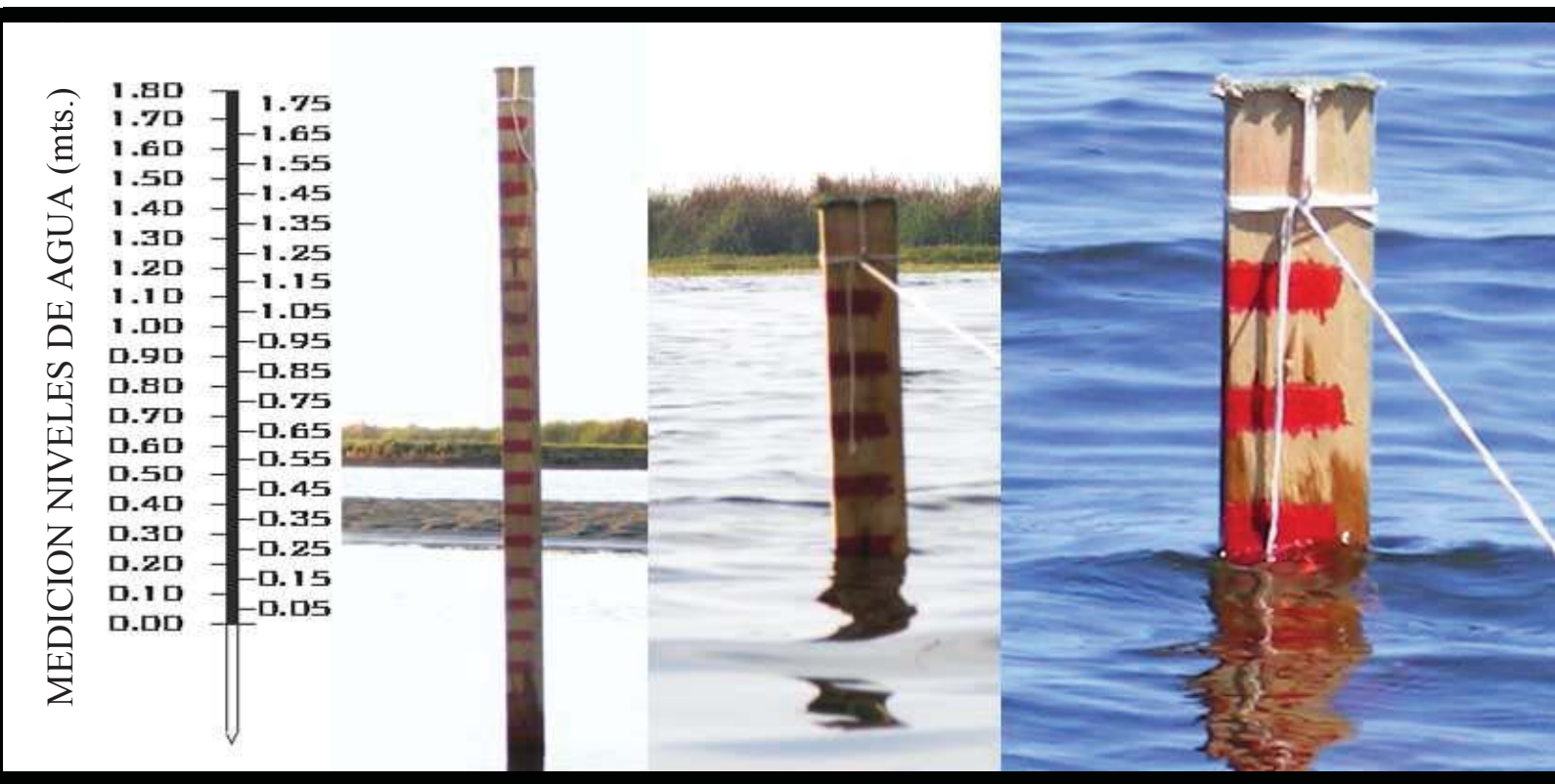


Figura 106. Estaca de medición para los niveles de agua en el lugar del proyecto., 1,80 mts.

ensayos hidrodinámicos que ahí se realicen.

Esta información permito diseñar una profundidad de trabajo estable de 1,80 mts con la marea mas baja de 0,25 mts. a diferencia que con la marea mas alta de 1,80 mts se puede llegar a tener 3,35 mts de profundidad.

En relación a la mareas que afectan a la región, es necesario saber que ellas son un movimiento de elevación y descenso periódico de las aguas en los océanos y grandes lagos, resultante de la acción gravitacional de la luna y el sol sobre la Tierra al girar. Este flujo y reflujo periódico de las aguas del mar, tiene dos connotaciones que suceden dos veces por día, cuando suben se llaman pleamar y cuando bajan se denominan bajamar.

VALPARAÍSO, 2008												37					
HORAS Y ALTURAS DE PLEAMARES Y BAJAMARES												Lat. 33° 02' S Long. 71° 38' W					
ZONA HORARIA + 4																	
ENERO						FEBRERO						MARZO					
Día	Hora	Altura	Día	Hora	Altura	Día	Hora	Altura	Día	Hora	Altura	Día	Hora	Altura	Día	Hora	Altura
	h. m.	m.		h. m.	m.		h. m.	m.		h. m.	m.		h. m.	m.		h. m.	m.
1	0414	1.18	16	0336	1.22	1	0103	0.73	16	0057	0.56	1	0032	0.71	16	0050	0.48
MA	1057	0.55	VI	1005	0.46	VI	0613	0.93	SA	0627	0.96	SA	0558	0.88	DO	0643	0.99
	1738	1.25		1650	1.35		1143	0.70		1150	0.58		1041	0.77		1154	0.62
	2357	0.75		2317	0.66		1853	1.35		1855	1.54		1805	1.30		1846	1.51
2	0525	1.08	17	0447	1.11	2	0212	0.64	17	0207	0.44	2	0145	0.62	17	0150	0.39
MI	1148	0.59	JU	1101	0.48	SA	0742	0.95	DO	0749	1.02	DO	0732	0.93	LU	0746	1.09
	1837	1.32		1758	1.44		1251	0.69		1308	0.54		1217	0.75		1311	0.55
							1949	1.44		2000	1.63		1914	1.38		1948	1.57
3	0121	0.71	18	0049	0.60	3	0257	0.55	18	0257	0.33	3	0226	0.53	18	0234	0.32
JU	0643	1.03	VI	0612	1.04	DO	0835	1.00	LU	0844	1.11	LU	0816	1.01	MA	0830	1.20
	1238	0.61		1203	0.49		1346	0.64		1412	0.46		1325	0.67		1408	0.46
	1929	1.40		1903	1.55		2034	1.53		2052	1.72		2005	1.48		2036	1.63
4	0224	0.63	19	0204	0.49	4	0331	0.47	19	0338	0.24	4	0258	0.45	19	0311	0.26
VI	0751	1.01	SA	0734	1.03	LU	0913	1.05	MA	0927	1.20	MA	0849	1.10	MI	0907	1.30
	1325	0.60		1308	0.47		1433	0.57		1504	0.36		1415	0.58		1455	0.37
	2015	1.49		2003	1.67		2114	1.61		2137	1.78		2046	1.57		2116	1.66
5	0311	0.55	20	0302	0.36	5	0402	0.39	20	0415	0.19	5	0327	0.38	20	0343	0.23
SA	0844	1.03	DO	0841	1.08	MA	0946	1.12	MI	1005	1.29	MI	0919	1.19	JU	0941	1.38
	1408	0.58		1409	0.43		1514	0.50		1549	0.29		1456	0.48		1536	0.31
	2055	1.57		2058	1.77		2150	1.68		2217	1.80		2122	1.65		2152	1.65
6	0350	0.47	21	0351	0.25	6	0432	0.33	21	0449	0.17	6	0355	0.31	21	0413	0.23
DO	0926	1.05	LU	0936	1.14	MI	1018	1.18	JU	1041	1.35	JU	0949	1.29	VI	1013	1.45
	1448	0.55		1506	0.37		1553	0.43		1631	0.26		1536	0.38		1615	0.29
	2133	1.63		2148	1.85		2225	1.73		2253	1.77		2232	1.72		2226	1.60
7	0424	0.41	22	0435	0.17	7	0502	0.29	22	0522	0.19	7	0424	0.26	22	0442	0.25
LU	1003	1.07	MA	1022	1.21	JU	1050	1.24	VI	1116	1.39	SA	1020	1.39	SA	1045	1.49
	1526	0.51		1557	0.31		1632	0.37		1710	0.26		1615	0.31		1652	0.30
	2208	1.68		2233	1.89		2300	1.75		2327	1.70		2232	1.72		2257	1.52
8	0457	0.36	23	0517	0.14	8	0533	0.26	23	0552	0.23	8	0454	0.23	23	0509	0.29
MA	1038	1.10	MI	1105	1.26	VI	1124	1.29	SA	1150	1.41	SA	1054	1.48	DO	1117	1.52
1604	0.47			1645	0.28		1711	0.33		1749	0.31		1655	0.26		1730	0.33
	2244	1.71		2316	1.87		2335	1.74					2308	1.69		2328	1.42
9	0530	0.33	24	0556	0.15	9	0605	0.26	24	0622	0.30	9	0525	0.22	24	0534	0.35
MI	1113	1.12	JU	1145	1.29	SA	1159	1.34	DO	1224	1.40	DO	1130	1.55	LU	1149	1.51
	1643	0.44		1730	0.28		1752	0.33		1827	0.40		1738	0.25		1807	0.39
	2320	1.72		2356	1.80								2345	1.61		2359	1.30
10	0604	0.31	25	0633	0.20	10	0011	1.68	25	0031	1.45	10	0557	0.24	25	0559	0.42
JU	1149	1.14	VI	1224	1.30	DO	0638	0.27	LU	0649	0.38	LU	1209	1.60	MA	1221	1.49
	1723	0.43		1812	0.32		1238	1.37		1300	1.38		1824	0.29		1847	0.47
	2356	1.70					1836	0.36		1907	0.50						
11	0640	0.31	26	0033	1.69	11	0049	1.58	26	0101	1.30	11	0024	1.48	26	0031	1.18
VI	1227	1.15	SA	0709	0.27	LU	0712	0.31	MA	0716	0.47	MA	0631	0.28	MI	0623	0.50
	1805	0.43		1304	1.29		1321	1.40		1337	1.35		1252	1.61		1255	1.44
				1854	0.41		1924	0.43		1953	0.60		1917	0.37		1931	0.55
12	0035	1.66	27	0109	1.55	12	0128	1.44	27	0134	1.15	12	0107	1.32	27	0105	1.06
SA	0716	0.33	DO	0744	0.35	MA	0748	0.36	MI	0743	0.56	MI	0709	0.36	JU	0848	0.58
	1308	1.17		1346	1.27		1409	1.41		1422	1.31		1342	1.59		1334	1.38
	1849	0.46		1937	0.52		2022	0.52		2054	0.69		2020	0.46		2028	0.62
13	0114	1.58	28	0143	1.40	13	0213	1.27	28	0216	1.02	13	0159	1.15	28	0150	0.95
DO	0754	0.36	LU	0818	0.44	MI	0829	0.42	JU	0816	0.65	JU	0754	0.46	VI	0718	0.66
	1354	1.19		1432	1.25		1507	1.42		1520	1.27		1442	1.53		1425	1.32
	1937	0.51		2027	0.63		2139	0.61		2233	0.74		2143	0.54		2153	0.67
14	0156	1.48	29	0220	1.24	14	0312	1.11	29	0330	0.91	14	0313	1.00	29	0310	0.87
LU	0834	0.39	MA	0854	0.53	JU	0919	0.50	VI	0907	0.72	VI	0853	0.56	SA	0805	0.74
	1445	1.23		1526	1.24		1618	1.43		1639	1.27		1558	1.48		1537	1.28
	2034	0.58		2135	0.73		2319	0.63					2322	0.54		2338	0.65
15	0242	1.36	30	0305	1.10	15	0439	0.98	30	0503	0.94	15	0503	0.63	30	0537	0.87
MA	0917	0.42	MI	0937	0.61	VI	1027	0.56	DO	1019	0.63	DO	0944	0.79	DO	0944	0.79
	1545	1.28		1631	1.25		1738	1.46		1726	1.47		1706	1.28		1706	1.28
	2146	0.64		2317	0.78												
31	0420	0.98	31	0420	0.98												
JU	1033	0.67	JU	1033	0.67												
	1744	1.29		1744	1.29												

Figura 107. Tabla de mareas para los meses de enero a marzo del 2008 en la región de Valparaíso. Fuente extraída del libro del SHOA.

Existen otros factores que inciden en la variación de las mareas, como son los efectos meteorológicos que no pueden ser pronosticados con exactitud, como por ejemplo los avasallantes vientos que soplan en dirección a la costa , produciendo el aumento de las mareas previstas.

Un factor de incidencia considerable en las mareas, corresponde a las variaciones de la presión atmosférica, ya que si es menor a la normal causa que estas alcancen alturas mayores a las predecidas, así como lo contrario, si esta presión es mayor a la normal, incide en que la altura de la marea sea menor a la pronosticada.

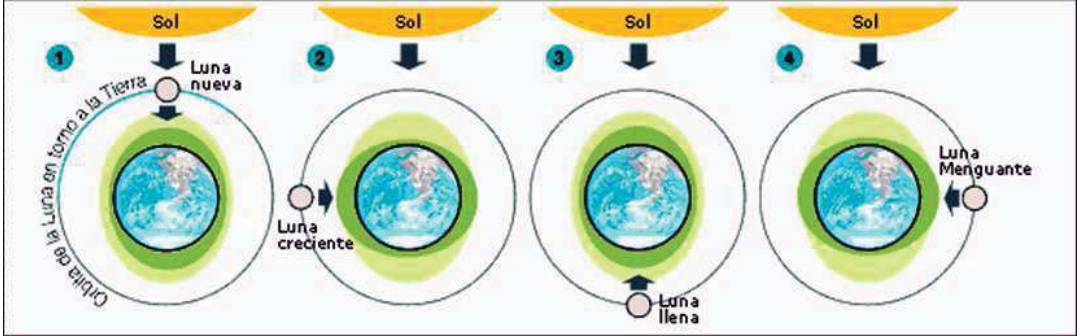


Figura 108. Esquema de las mareas.

1 y 3: Cuando la luna y el sol están alineados (luna llena y luna nueva) se producen las mayores diferencias de mareas.

2 y 4 : Cuando la luna y el sol están en ángulo recto (luna creciente y menguante), se producen las menores diferencias de mareas.



5. Demostración Hidrodinámica del prototipo con modelo a escala reducida.

Para desmotar la presente tesis y el funcionamiento del sistema de arrastre, se procedió a diseñar y construir una plataforma flotante que permitiera llevar a cabo ensayos hidrodinámicos en las aguas del estero y en cualquier lugar, con la exigencia de poseer un nivel de agua y distancias necesarias.

Se emplearon perfiles de aluminio en la construcción de la plataforma que por medio de pontones de covernil inflados con aire, fueron el apoyo para

Figura 109. Secuencia de imágenes del proceso constructivo de la plataforma flotante.

suspender desde lo alto de una escalera galvanizada, el sistema de arrastre por contrapesos, lo que permitió una serie de ensayos con el modelo Hidrofoil, para obtener resultados de peso, resistencia y velocidad.

Se escogieron en el diseño cuatro tipos de perfiles de aluminio, ángulos y pletinas, todo el aluminio fue de origen nacional. 12,9 mts de perfil 40/100, 10,84 mts. de perfil 50/100, 76 mts. de perfil 60/30 , 6,08 mts. de perfil 50/50, 4 mts. de angulo 50/50, 16,07 mts. de pletina 25,4/2,5. completando un peso total de 95,09 kg/m.

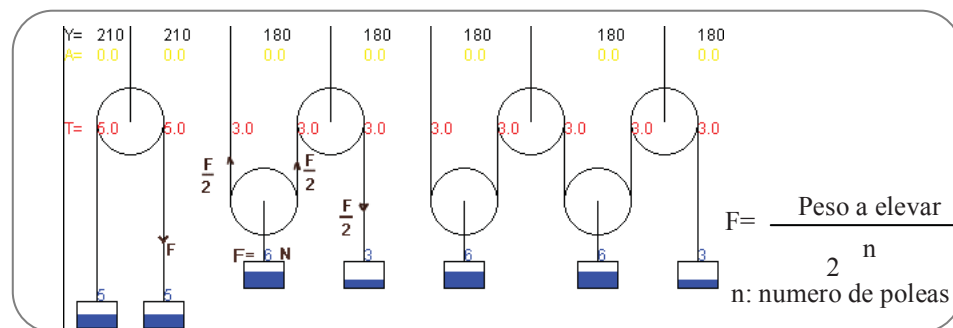


Figura 110. Esquema del funcionamiento de las poleas.

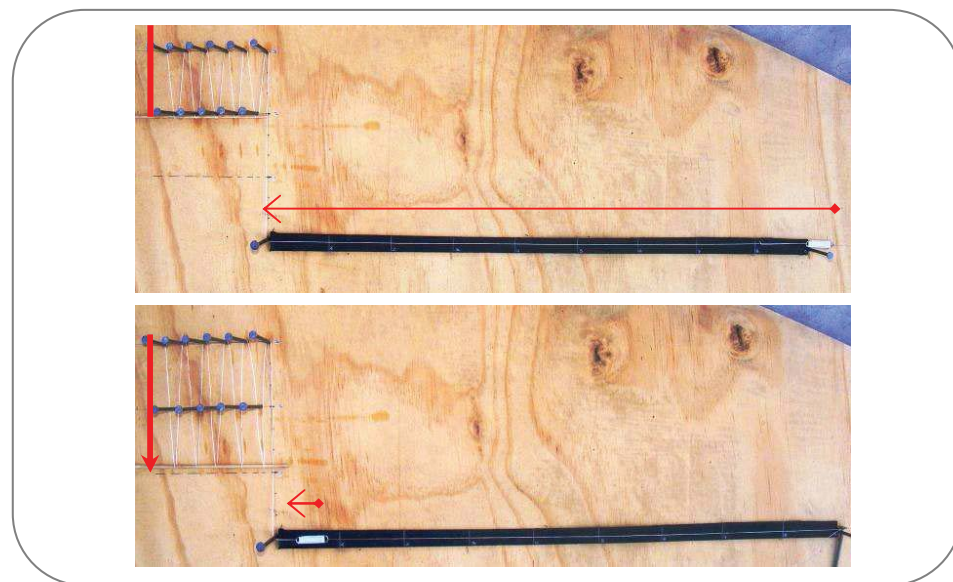


Figura 111. Prueba de arrastre y recorrido.

Una de las partes sustanciales del proyecto fue el diseño y construcción del sistema de arrastre por medio de contrapesos, para ello se contempló la implementación de poleas y su capacidad de emplear menos fuerza aumentando el recorrido, con esta facultad se pretende conseguir que por medio de distintos pesos, una cantidad de roldanas y una altura suficiente, produzca el efecto de arrastrar en el agua por 30 mts. un modelo náutico flotante.



Figura 112. Secuencia de imágenes del proceso constructivo del sistema de arrastre.

La fabricación del prototipo fue desarrollada en base a 8 roldanas, 2 pares de gomas, perfiles de aluminio, cuerda, pernos y golillas inoxidables a modo de prevenir la corrosión que puede afectar el sistema.

Luego de algunos intentos en seco, y no poder conseguir la caída recta del peso, se consiguió la calibración correcta del sistema por medio de unas pletinas de aluminio que se distancian de las roldanas.

6. Resistencia en una embarcación y potencia efectiva.

Una de las metas de esta tesis es poder llegar a obtener resultados cuantitativos de ensayos hidrodinámicos en un modelo Hidrofoil, por consiguiente lo que viene a continuación es la transcripción de una de las clases del curso de Hidrodinámica que imparte el magíster por medio del profesor e ingeniero mecánico, Ramiro Mege Thierry, de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la PUCV, quien nos dio conocer entre otras materias, la parte teórica y practica de cómo obtener la resistencia total en una embarcación a partir de un modelo.

Llamaremos RT a la Resistencia Total de una embarcación, definida en función de las siguientes variables:

L : longitud

V : velocidad

g : aceleración de gravedad

ρ : densidad

μ : viscosidad

P : presión

$RT = f(L, V, g, \rho, P)$

De estas variables podemos sacar cuatro parámetros adimensionales.

$\Pi_1 = RT / (V^2 L^2 \rho)$ [tiene que ver con la resistencia]

$\Pi_2 = RL = V L \rho$ [tiene que ver con el numero de Reynolds]

$\Pi_3 = FN = V^2 / (L g)$ [tiene que ver con el Numero de Froude]

Este parámetro (Π_3) cumple con una acepción que es valida, por que un parámetro adimensional si se eleva a cualquier potencia, va seguir siendo adimensional. Esta seria nuestra expresión oficial del numero de Reynolds; y eso precisamente para que la velocidad este elevado a una unidad.

$FN = V / \sqrt{L g}$

Y tenemos por ultimo un cuarto factor:

$\Pi_4 = P / (V^2 \rho)$ [que tiene que ver con la Presión]

De acuerdo a estos parámetros podemos definir la función de la siguiente manera:

$RT / (V^2 L^2 \rho) = f[RL, FN, P / (V^2 \rho)]$

Entonces de siete variables pasamos a solamente cuatro. Naturalmente hay algunas que son conocidas como el número de Reynolds lo que nos facilita cualquier investigación que se haga con respecto a la resistencia total.

Analizando:

$L^2 \longrightarrow S$

L^2 supone una superficie entonces lo vamos a llamar S , en el caso de una embarcación va a ser la superficie externa bajo la línea de flotación, es decir, lo que esta en contacto con el agua.

Entonces:

$RT / (V^2 S \rho)$

Siendo:

RT = resistencia total

V = velocidad de la embarcación

S = superficie sumergida

P = densidad del agua

La Resistencia Total depende de algunas variables y entre las mas incidentes esta la Resistencia Friccional, RF , ya que es la pérdida que se produce por la rugosidad superficial y la acción de la viscosidad, teniendo esta estrecha relación con el numero de Reynolds, (numero adimensional).

$RF \longrightarrow \mu \longrightarrow RL$

Otra variable de RT es la Resistencia por generación de ola, RW , y tiene que ver con la aceleración de gravedad y en consecuencia con el Número de Froude. En tercer lugar podemos ver una tercera resistencia, la cual llamaremos Rap , Resistencia de apéndices, y tiene que ver con todo lo que sobresalga de la embarcación. Estos apéndices van a ser: el timón, el sonar, quillas laterales, ánodos de sacrificio, etc. Cualquier cosa que se tenga adosada al casco.

La Resistencia del aire, Raire, es la velocidad relativa entre la embarcación y el aire que pudiera estar en reposo. Muy distinto a la Resistencia del viento, Rv, que vendría siendo solo el aire en movimiento. La Resistencia por Presión Viscosa , Rpv, Tiene que ver con la viscosidad y con la separación de la capa límite; vale decir que depende la viscosidad y del numero de Reynolds.

En conclusión la Resistencia Total, RT, se debe a todas estas cosas: RF, RW, Rap, Raire , Rpv , Rv, que hay que tomarlas en cuenta. Algunas van a ser muy importantes como RF y RW , siendo las otras menos importantes pero no excluyentes. Por ejemplo la resistencia por apéndices, habría que evitar cualquier cosa que sobresalga del casco, ya que eso produciría una mayor resistencia de la embarcación.

Froude ideó un sistema, que por eso se le puso a esa combinación su nombre. El dijo: *Voy a separar la resistencia total en dos resistencias:*

$$RT = RF + RR$$

RF = Resistencia Friccional.
RR = Resistencia Residual.

Resistencia Residual (RR)

Esta resistencia residual son: RW, Rap, Raire , Rpv , Rv , esto trata de ver la relación entre un modelo y un prototipo. Ahora cuando hacemos ensayos de un modelo todo lo que tiene que ver con la acción del viento lo vemos por un lado y todo lo que tiene que ver por la acción del agua lo vemos por otro independientemente. De hecho cuando hay viento solo interesa la superestructura. Cuando queremos ver la resistencia al avance del casco solo interesa la parte sumergida.

Resistencia Friccional (RF)

La Resistencia Friccional depende de la rugosidad. Y para esto debemos entender que existen varios tipos de rugosidad:

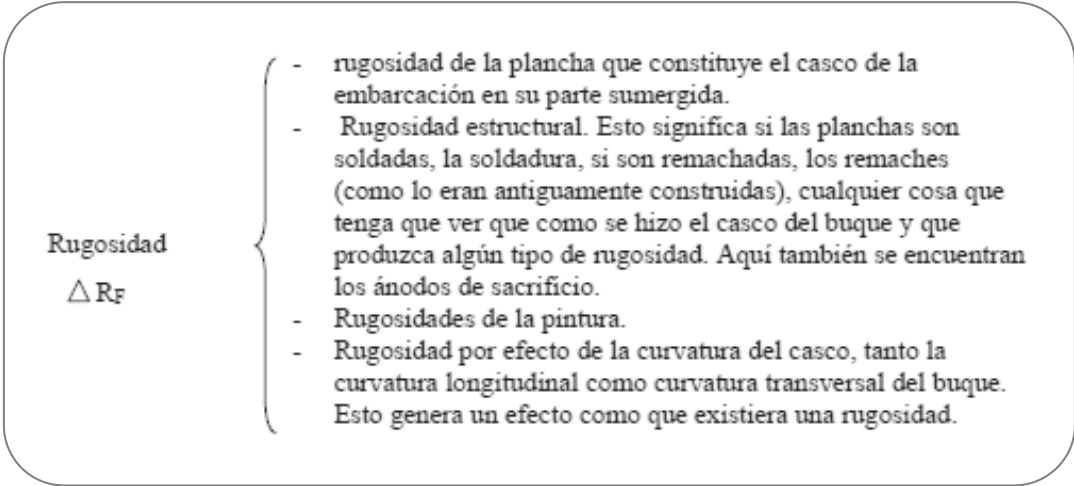


Figura 113. Cuadro tipos de rugosidad.

Cabe mencionar del cuadro anterior, que no esta considerado todo lo que se va adhiriendo después, esto es un casco limpio. Generalmente las pruebas hidrodinámicas que se realizan en un Canal de Pruebas el casco se encuentra con la mínima rugosidad posible. Después habría que poner un efecto de envejecimiento y de adherencia de distintos elementos marinos. Todas estas rugosidades se pueden agrupar en un factor que se va a llamar ΔRF , Resistencia Friccional.

Entonces esta expresión: $RT = RF + RR$
Se nos transforma en: $RT = RF + RR \iff RT = \underbrace{RF + \Delta RF} + RR$

Después nosotros vamos a sacar la resistencia que produce una plancha lisa de igual superficie que la superficie que tiene contacto con el agua la embarcación.
Donde: RF se calcula
RR se obtiene por ensayos
El cálculo se basa en haber ensayado una plancha lisa, una superficie idéntica a la que tendría el buque.

En esta Resistencia Residual (RR), la componente más importante es RW, resistencia por la generación de ola y por eso se debe tener preocupación de la formación de la ola que genera la misma embarcación. Tanto así que los cascos que se fabrican para ensayos, en uno de sus costados se tiene un cuadriculado o por lo menos un rayado vertical para poder trazar y medir por medio de la fotografía, y con esto medir como se esta generando la ola. Este factor será el mas importante y los demás casi se desprecia, podríamos decir que en orden de prioridad serian: Rap, Raire , Rpv , Rv

Entonces la resistencia total va estar compuesta por la resistencia friccional y por la Resistencia Residual, siendo constituida por la resistencia por generación de ola, RW y por la resistencia de la presión viscosa, Rv. Pero esta resistencia por la presión viscosa es como el 1% de la resistencia residual siendo la resistencia por generación de ola el 99%. Por consiguiente lo que realmente nos interesa es la resistencia por generación de ola. La Resistencia Residual , RR, por depender principalmente de la resistencia por generación de ola, RW, entonces es una función del número de Froude y la resistencia por presión viscosa, Rpv, como tiene relación con la viscosidad y la separación, es una función del numero de Reynolds.

$$RW = f(RN)$$

99%

$$RPV = f(RL)$$

1%

Resistencia Residual (RR)

Entonces tenemos que tener muy claro que aunque vamos a usar las dos en la Resistencia Residual, RR, su origen es totalmente distinto. Es una mala mezcla, es casi un error que vayan juntas, ya que dependen de distintas cosas. Ese error de concepto, como veíamos anteriormente en los números, uno vale 99% y el otro 1%. La Resistencia Total, RT, la definíamos como:
 $RT = (V^2 S \rho) / 2 f [RL, FN, P / (V^2 \rho)]$

Volviendo a la expresión:

$$RT = (V^2 S \rho) / 2 f [RL, FN, P / (V^2 \rho)]$$

CT

Esta expresión podríamos decir:

$$RT = (V^2 S \rho) / 2$$

Y que la expresión

$$CT = f [RL, FN, P / (V^2 \rho)]$$

En consecuencia:

$$RT = ((V^2 S \rho) / 2) * CT$$

Siendo CT, el Coeficiente de Resistencia Total y al igual como lo hicimos con la Resistencia. Podemos dividir CT en:

$$CT = CF + CR$$

Siendo:

CF = Coeficiente de Resistencia Friccional.
CR = Coeficiente de Resistencia Residual.

Al conocer el coeficiente de Resistencia Total, ya estaría resuelto gran parte del problema.
El Coeficiente de Resistencia Friccional, CF, lo vamos a tomar como la siguiente expresión:

$$C_F = \frac{R_F}{\frac{(V^2 S \rho)}{2}}$$

El Coeficiente de Resistencia Residual, CR, lo tomaremos como:

$$C_R = \frac{R_R}{\frac{(V^2 S \rho)}{2}}$$

Estos dos ensayos determinan dos posibles coeficientes friccionales:

Un autor define:

$$C_F = \frac{0,075}{(\log R_L - 2)^2}$$

Y otro autor define:

$$\frac{0,242}{\sqrt{C_F}} = \log (R_L \cdot C_F)$$

Estas dos formulas, deberían llegar al mismo resultado. En la segunda ecuación es más complicado el cálculo de CF, por estar compuesta la fórmula de dos incógnitas. Para estos casos se resuelve aplicando un posible valor para CF y ahí se calcula el otro valor y con ese resultado se vuelve hacer la iteración y por cálculos sucesivos se vuelve a calcular el valor de CF. La primera ecuación es directa, de tal manera que esta ecuación es preferida con respecto a la anterior. Hay muchas ecuaciones en ingeniería que son de esta misma manera y que nos provocan serios problemas en los cálculos. Actualmente con el uso del computador uno puede realizar muchas ecuaciones en un tiempo muy pequeño teniendo resultados rápidamente y obteniendo errores de un valor infinitesimal.

La Resistencia Friccional se puede entrar a corrección diciendo:

$$R_F = R_{FPPE} + \Delta R_F$$

Siendo: R_{FPPE} = Resistencia Friccional de una Plancha Plana equivalente.

ΔR_F se puede determinar en base a un valor

$$\Delta R_F = 0,4 \cdot 10^{-3}$$

Incompatibilidad Reynolds / Froude

Cuando tenemos un modelo y un prototipo, lo Números de Froude tienen que ser iguales para que haya equivalencia dinámica y los Números de Reynolds tienen que ser iguales para que también siga existiendo la misma condición. Entonces decíamos que el Número de Froude viene a ser:

$$\frac{V_M}{\sqrt{(G_M L_M)}} = \frac{V_P}{\sqrt{(G_P L_P)}}$$

Donde

V_M = Velocidad Modelo

G_M = aceleración gravedad modelo

L_M = Longitud Modelo

V_P = Velocidad Prototipo

G_P = aceleración gravedad prototipo

L_P = Longitud del Prototipo

$$\frac{V_M L_M}{V_M} = \frac{V_P V_P}{V_P}$$

Ahora, lo que suele suceder es que los líquidos que se usan son los mismos. Por lo tanto la viscosidad cinemática del modelo es igual a la viscosidad cinemática del prototipo.

$$V_M = V_P$$

Por otro lado la aceleración de gravedad del modelo coincide con la aceleración de gravedad del prototipo.

$$G_M = G_P$$

Entonces se nos cancelan esas dos incógnitas y puedo despejar de la ecuación inicial:

$$VM = VP \frac{LP}{LM}$$

Y de la misma manera podemos despejar en la otra ecuación:

$$VM = VP \sqrt{LM / LP}$$

Ahora llamaremos λ a la relación de longitud del prototipo / longitud del modelo, es decir, a la escala geométrica:

$$\lambda = LP / LM$$

Reemplazando el valor λ en las igualdades anteriores:

$$VM = VP \lambda \quad VM = VP 1 / \sqrt{\lambda}$$

¿Qué es lo que me están diciendo estas ecuaciones? Para que el número de Reynolds funcione, tienen que darse estas relaciones entre la velocidades. Ahora las velocidades del modelo son totalmente distintas a las velocidades el prototipo. Por eso a esto se llama la incompatibilidad Reinolds /Froude. Y eso dificulta la situación. Porque ¿Cuándo van a ser coincidente esta velocidades?, Cuando λ sea igual a 1. Vale decir que esta a escala 1:1 . Si no esta escala 1: 1 van a ser diferentes. Cuando uno crece el otro disminuye. Y esa es una dificultad que existe en todos los diseños que tengan que ver con el número de Froude y el Número de Reinolds.

¿Qué se hace en esos casos? En estos casos hay que decidir cual es el Número más importante. En el caso de las embarcaciones como por el lado de la resistencia friccional se pueden hacer los cálculos y solamente se va hacer experimental la resistencia residual que tiene que ver con el Número de Froude. En el caso de la tesis Puerto Parque en Aguas Interiores Protegidas, se estudio la desembocadura del Río Aconcagua, lo que interesó aquí es la corriente, y se pensó en el Número de Reynolds para ver toda la parte de sedimentación, ahora el numero de Froude puede ser más importante por que es predominante el asunto de la gravedad; todo lo que tenga que ver con formación de olas o con una actividad donde la gravedad este presente, indudablemente que va a ser Froude más importante que Reynolds. Entonces la parte de fricción va a ser menos importante que la parte de las pendientes.

Con todo lo expuesto anterior continuamos a explicar las partes que inciden en la potencia de una embarcación.

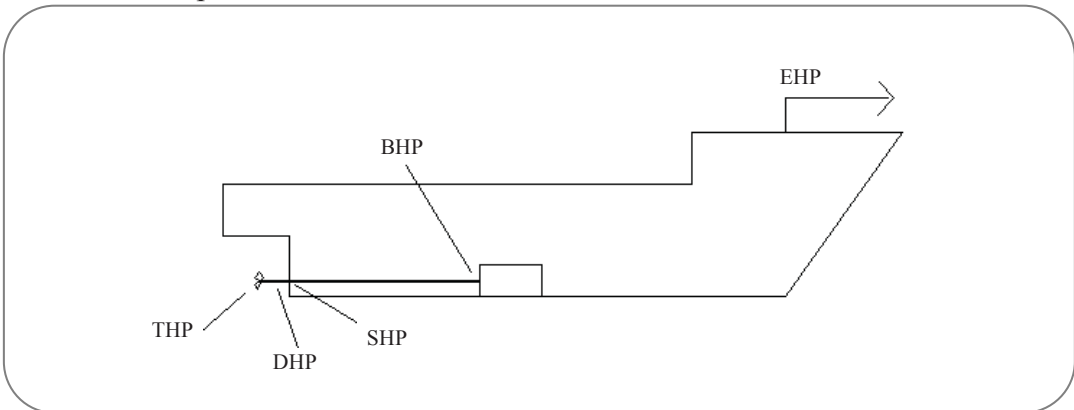


Figura 114. Cuadro de potencias que inciden en una embarcación.

EHP se le llama a la potencia efectiva del casco, la E es de efectiva,, hp es de potencia, la efectiva del casco, esta sería correspondería a la que obtendríamos también arrastrándola.

La THP es la potencia de empuje que produce la hélice, la T es de trust (de empuje). Todas estas potencias son para alcanzar la velocidad que va a tener en un caso el modelo o el prototipo en otro, Vm o Vp, porque tendíamos distintas potencia a distintas velocidades.

Después la DHP, esa se denomina potencia antes de la hélice, es la potencia desarrollada (delivered) que permite determinar el rendimiento de la hélice. La relación entre estas dos, nos permite determinar el rendimiento de la hélice y como vamos a ver ese rendimiento es bastante bajo y esta se obtiene directamente de los ensayos de la hélice. Los ensayos de la hélice se hacen independientemente a los ensayos del casco.

La SHP es la potencia en el eje, por eso la S es de shaft (el eje), potencia antes del descanso del codaste, el descanso del coarte al codaste es toda la zona, donde se afirma el timón y muchas veces es parte casi de la quilla, o se puede considerada en todas las embarcaciones de una construcción metálica,

en las de madera es una pieza especial que va sujeta, siendo el soporte del timón.

BHP es break, es la potencia al freno, es la potencia de salida de la máquina motriz cualquiera que sea.

Pasos para obtener la potencia efectiva:

1. Lo primero es hacer un diseño preliminar de una embarcación. Se entiende que no es el definitivo, por que el diseño definitivo va a salir una vez que se hagan todas las pruebas sobre él. Para esto es necesaria la elaboración de la planimetría. Entendiendo que el plano preliminar que nos interesa es del casco, que nos permitirá realizar los ensayos hidrodinámicos.

2. El segundo paso, es construir el modelo que sea similar al prototipo, eligiendo la escala, para construir el modelo a una escala definida, teniendo L del prototipo sobre L del modelo que podemos usar. Esta elección debe ser muy rigurosa para así poder tener resultados estrechamente cercanos e incluso exactos a la realidad.

$$\lambda = L_p/L_m$$

3. En tercer lugar viene la parte del modelo que se remolca a una velocidad V_m , que es igual a la velocidad del prototipo partido por la raíz cuadrada de λ , o sea, 0,182 por la velocidad del prototipo.

$$V_m = V_p/\sqrt{\lambda}$$

Se obtiene la velocidad y la resistencia total del modelo midiéndola directamente, del sistema de arrastre que tengamos. Por ejemplo un cable con un dinamómetro, o un carro que se mueve con el modelo en el canal, o un sistema de arrastre por contrapesos, como el proyectado en la presente tesis.

4. El cuarto paso, es determinar la resistencia friccional utilizando las formulas que expusimos con anterioridad. Decíamos que la resistencia friccional del modelo era $\frac{1}{2}$ por la superficie del modelo, la superficie del casco del modelo por la velocidad a que estuviera el modelo, y esta al cuadrado, por la densidad del modelo y por C_f , coeficiente friccional del modelo, y este coeficiente friccional lo obteníamos a su vez por la siguiente formula:

$$R_{fm} = \frac{1}{2} \cdot S_m \cdot V_m^2 \cdot \rho_m \cdot C_{fm}$$

Conociendo el n° de Reynolds todos los demás son constante, entonces logaritmo en base diez de esa expresión dividiendo a 0,075 nos da el C_f , obteniendo así todos estos otros datos, como por ejemplo la densidad del agua donde hagamos los ensayos del modelo, la velocidad a la que se desplaza el modelo y la superficie en contacto con el agua, la superficie húmeda del casco pudiendo con todo esto, determinar la Resistencia Friccional, que con este dato tenemos ya la Resistencia Total que se mediría por el efecto del remolque vale decir que seguidamente de lo anterior podemos obtener la Resistencia residual, Que va a ser igual a la resistencia total del modelo menos la resistencia friccional del modelo.

$$R_{rm} = R_{tm} - R_{fm}$$

Por consiguiente, tendríamos todos los valores que nos van a interesar para seguir los cálculos.

5. Determinación de la resistencia residual del modelo.

6. El sexto paso involucra traspasar todos los datos en función del prototipo obteniendo la resistencia residual. Esta resistencia residual del prototipo va a ser la resistencia residual del modelo por λ al cubo y multiplicada por una relación entre las densidades del agua, las densidades del agua del prototipo a la densidad del agua del modelo.

$$R_{rp} = R_{rm} \cdot \lambda^3 (\rho_{pw} / \rho_{mw})$$

Con este dato se corrige que probablemente en el canal de prueba estamos usando agua dulce y el modelo pueda estar en agua salada y por ende en condiciones distintas de temperatura. Si pensamos en el agua de mar, podemos tener una temperatura de 9 a 10 ° en cambio en el agua dulce podemos tener cualquier temperatura, más si está dentro de un canal de prueba en que está a una temperatura bastante más alta del ambiente, el canal de prueba no es algo que esté enterrado sino que normalmente está soportado vale decir está sobre el piso entonces el agua ahí además de ser agua dulce está a una temperatura que puede ser muy superior. Por tal motivo es de tanta importancia la proyección de una canal de pruebas en un medio natural donde las condiciones se acercan mucho mas a la realidad.

Entonces podemos llegar a determinar ahora la resistencia residual del prototipo a través de la resistencia residual del modelo que obtuvimos acá arriba por diferencia; simplificando esta, obtenemos la resistencia total menos la resistencia calculada de fricción.

7. Este paso es muy similar al anterior ya que se determina la Resistencia Friccional del prototipo. Esta nuevamente se calcula pero se incluye el factor Coeficiente de rugosidad expresado como ΔCF . La Resistencia Friccional del prototipo, esta dada por la relación $\frac{1}{2}$ por S del prototipo multiplicado por V del prototipo al cuadrado por la densidad ahora del prototipo, ahora en este paso hay que agregarle el ΔCf del prototipo, que este era por un efecto de la rugosidad, vale decir que siempre la Resistencia Friccional la estamos calculando.

8. Ahora pasamos a la Resistencia Total del prototipo, que va a ser la suma de la Resistencia Residual más la Resistencia de Fricción del prototipo:

$$R_{tp} = R_{fp} + R_{rp}$$

9. El ultimo paso es el calculo de la Potencia efectiva, EHP, y esta va a ser la resistencia total del prototipo multiplicado por la velocidad del prototipo. En algunas de estas fórmulas podrá ir una constante según las unidades que se utilicen para dejarlo en las unidades que se estimen convenientes, resultando la ecuación como:

$$EHP_p = R_{tp} \cdot V_p$$

Conluyendo algunas consideraciones que se deben tener en cuenta son: relación que tiene que haber entre el modelo y el prototipo, una escala lo más perfecta posible en todos sus detalles, y sin dejar de considerar las dimensiones que tendría el canal de pruebas a utilizar. También hay que ver el peso del modelo y la velocidad empelada, para así estar en directa relación con la escala del modelo.

VIII. Resultados

1. Espiral de diseño y Requerimientos de Alto Nivel.
2. Teoría Hidráulica de canales abiertos y calculo de caudales.
3. Pruebas en túnel de viento.
4. Demostraciones geométricas acotadas.
5. Demostración Hidrodinámica del prototipo con modelo a escala reducida.
6. Resistencia en una embarcación y potencia efectiva.

1.Espiral de diseño y Requerimientos de Alto Nivel.

Para que se quiere

El magíster en arquitectura y diseño náutico y marítimo de la [ead]PUCV, requiere de un lugar físico donde poder experimentar y comprobar empíricamente ensayos de modelos náuticos y marítimos de las Tesis que aquí se desarrollan.

Para ello un canal de pruebas, un terraplén para modelos marítimos y La Casa del Dante o Casa de botes abarcando un programa arquitectónico que sustentara el modo de habitar y dar forma a este laboratorio de ensayos hidrodinámicos.

Para operar donde

El canal de pruebas y La Casa del Dante se construirán dentro de las 270 hás. de Ciudad Abierta de Ritoque, V región de Valparaíso, específicamente a 600m del mar, ocupando una superficie de 2.430 m² en la ribera sur del estero Mantagua de origen pluvial, trazado en un eje Nor-Oeste perpendicular y abierto a las aguas del cauce, en un ambiente costero, donde podemos observar el humedal de Mantagua con la gran variedad de aves que ahí migran y emigran, un paisaje rodeado de dunas y una vega contigua protegida de un bosque lineal de Eucaliptos que disipa el viento SW.

La obra se intersecta en el área con dos proyectos uno es el desarrollo del eco-parque Amereida postulando a ser un área protegida y el segundo es el nuevo acceso por el sector de El Bolsico.

Aguas donde se opera

El canal de pruebas es para modelos náuticos y marítimos que operaran con las aguas del estero Mantagua y niveles naturales manejados por las mareas, siendo un agua dulce alta en contenido de nutrientes y minerales que

aportan a la biodiversidad del Humedal existente.

Se pretende conseguir un agua tranquila o mansa y luminosa por medio de arenas claras, protegida del viento predominante y limitada en sus extremos por dos estructuras pórtico que favorecen al programa.

De la autonomía.

Autonomía definida por la capacidad de llenado natural abierto al caudal y sometido a las mareas de la V región, que varían entre los 0.25 mts. y 1.90 mts.

La renovación del agua será determinada por diferencia de presión existente entre el canal y el estero, fundamentada en el fenómeno natural que se describe con el principio de Bernoulli.

Al enfrentarse con depósitos de arena y otros agentes que arrastra el caudal, se propone próxima a la boca una excavación para decantar estos sedimentos.

Sobre la técnica de arrastre de modelos se plantea un mecanismo que es parte de la Casa del Dante y utilizara el moviendo de la energía realizada por medio de un sistema de pesos y roldanas, descendiendo de una altura de 7 mts. para alcanzar un arrastre de 40 mts. lo cuantitativo y cualitativo de este tramo se obtendrá del 75% del largo, considerando como zonas invalidas 5 mts a cada extremo. Por medio de esta solución no se requerirá de energías eléctricas o a combustión.

El proyecto en su conjunto requerirá la mantención periódica de sus mecanismos que se diseñen para elaborar las pruebas.

De las restricciones externas.

El terreno donde se emplaza la obra predomina una maleza densa y un suelo arenoso de poca consolidación donde se va a desarrollar un canal natural de paredes ataludadas con un ángulo de 33° , reutilizando y ordenando la excavación para fines del proyecto.

El agua del canal proviene del estero, la napa y las mareas, requiriendo de un manejo de los niveles posibles de agua, y el refuerzo de la boca del canal para crecidas de caudales como aluviones o marejadas, se pretende para ello un refuerzo por medio de sacos de arena ubicados estratégicamente y que deben ser comprobados en un modelo previo a la obra. El agua y su densidad podría calcularse en algún promedio entre dulce y salada. Se deben considerar su viscosidad, y como producir transparencia, luminosidad y aguas tranquilas. Es muy probable que se generen algas en la fase que no exista una cubierta que proteja del todo el proyecto, la pregunta es ¿como combatir el crecimiento de algas sin producir un daño en la biodiversidad existente?

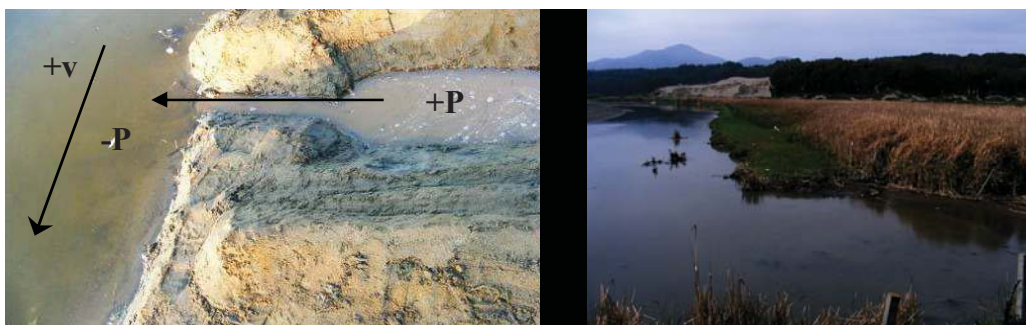


Figura 115. Ejemplo principio de Bernoulli.

Figura 116. Estero Mantagua.

Legales y reglamentarias

Se debe considerar la norma [ISO 17025] que establece los requisitos generales relativos a la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración.

Plan regulador y seccional correspondiente a la zona del proyecto.

Cultura, usos y costumbres

El canal de pruebas y su programa habitable se aunara al trazado poético de Ciudad Abierta, así mismo como los métodos constructivos y la audaz

utilización de la energía en las condiciones que se plantearon anteriormente.

Tecnologías y estado del arte

Los sistemas que otorgaran los resultados para las pruebas buscan fundamento en los primeros canales de pruebas que existieron, utilizando el arrastre de modelos por medio de un juego entre pesos y poleas, estableciendo formulas y datos que permitan tener resultados muy próximos a los de un sistema electrónico-computacional, para ello se cuenta con la colaboración de la escuela de ingeniera mecánica de la PUCV para establecer esos patrones necesarios en el sistema que se va a diseñar, roce, potencia, velocidad, resistencia etc.

Para modelos marítimos existirá un terraplén donde se empleara la utilización de bombas que permiten simular máximos y mínimos de caudales, paletas generadoras de ola, entre otros elementos.

Todos los sistemas que aquí se utilicen serán desmontables considerando los agentes externos como la corrosión y el hurto de ellos.

Universalidad de géneros

La Casa del Dante y el Canal de Pruebas están enfocado a la escala de investigadores del magíster y estudiantes de la [ead]PUCV, no cerrándose a que pueda ser transitado por cualquier tipo de personas que aprecien sus instalaciones y habiten la obra. Considerando los recorridos para un fácil desplazamiento.

Cuanto se esta dispuesto a pagar

El proyecto y su construcción se considera en etapas siendo la primera, contempla el tajo del canal de pruebas, reordenamiento de la excavación en terraplenes, talud de protección del viento SW, llenado de sacos arena y cemento para protección de la boca, y el pórtico para la instalación del sistema

de arrastre e inicio de la Casa del Dante, además se pretende la incorporación de los 10 módulos del muelle flotante de la embarcación Amereida, sumando aproximadamente \$4.000.000.

Tiempo

el tiempo que lleve la construcción del canal es de incidencia en la decisión de la aprobación del proyecto por miembros de la corporación.

Sistema de unidades

Se utiliza el sistema métrico decimal, pretendiendo facilitar la interpretación de planimetría al momento de ejecutar la obra.

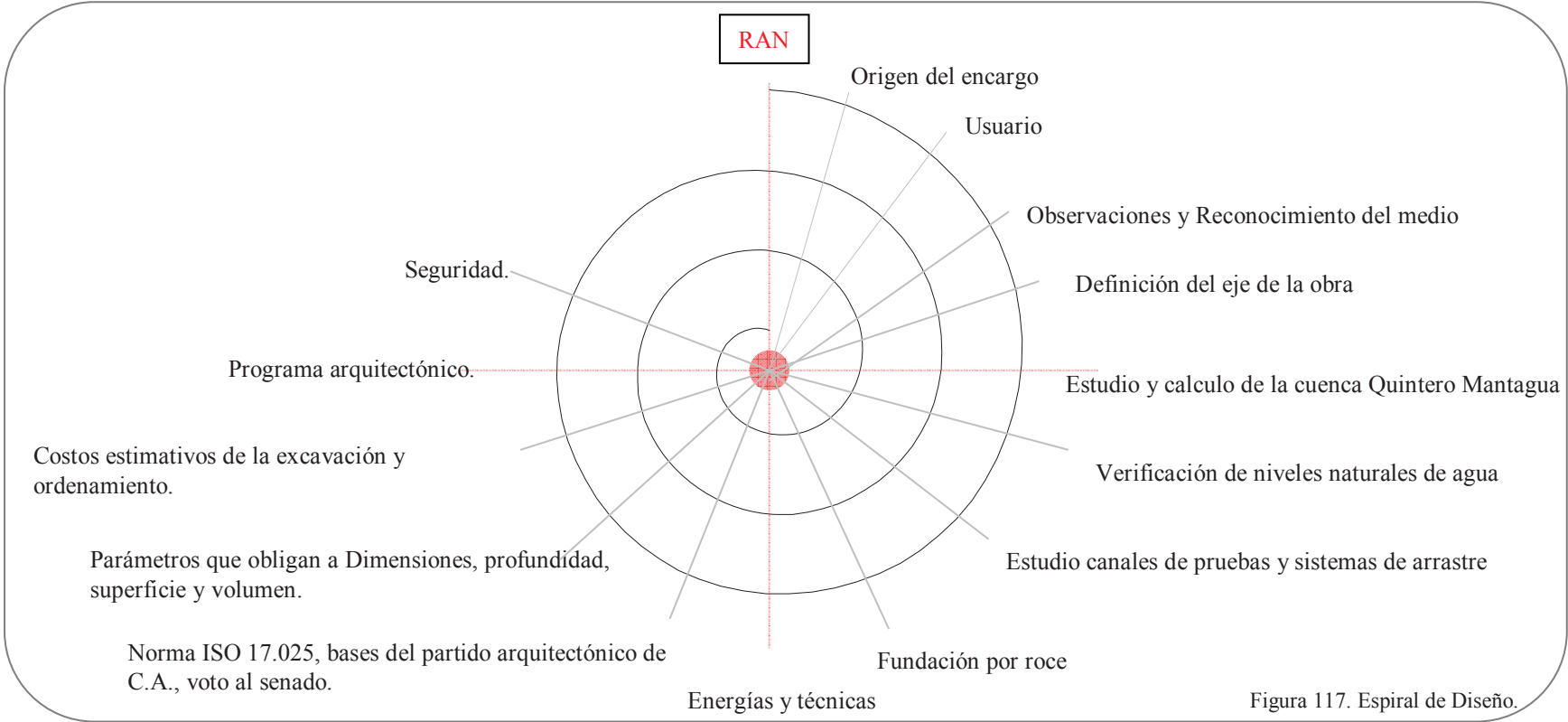
Para cálculos y resultado de pruebas se estiman valores obtenidos de velocidad, potencia, resistencia, roce, ángulos expresados en grados, y caudales.

Idiomas

La obra se plantea básicamente con la utilización de un solo idioma, el español, por el uso frecuente, nacional y local que atribuye la lengua.

Idiomas

Se considera de importancia, la utilización de dos idiomas, Español e Ingles.



2. Teoría hidráulica de canales abiertos y calculo de caudales.

A. Estudio cuenca Quintero – Mantagua.

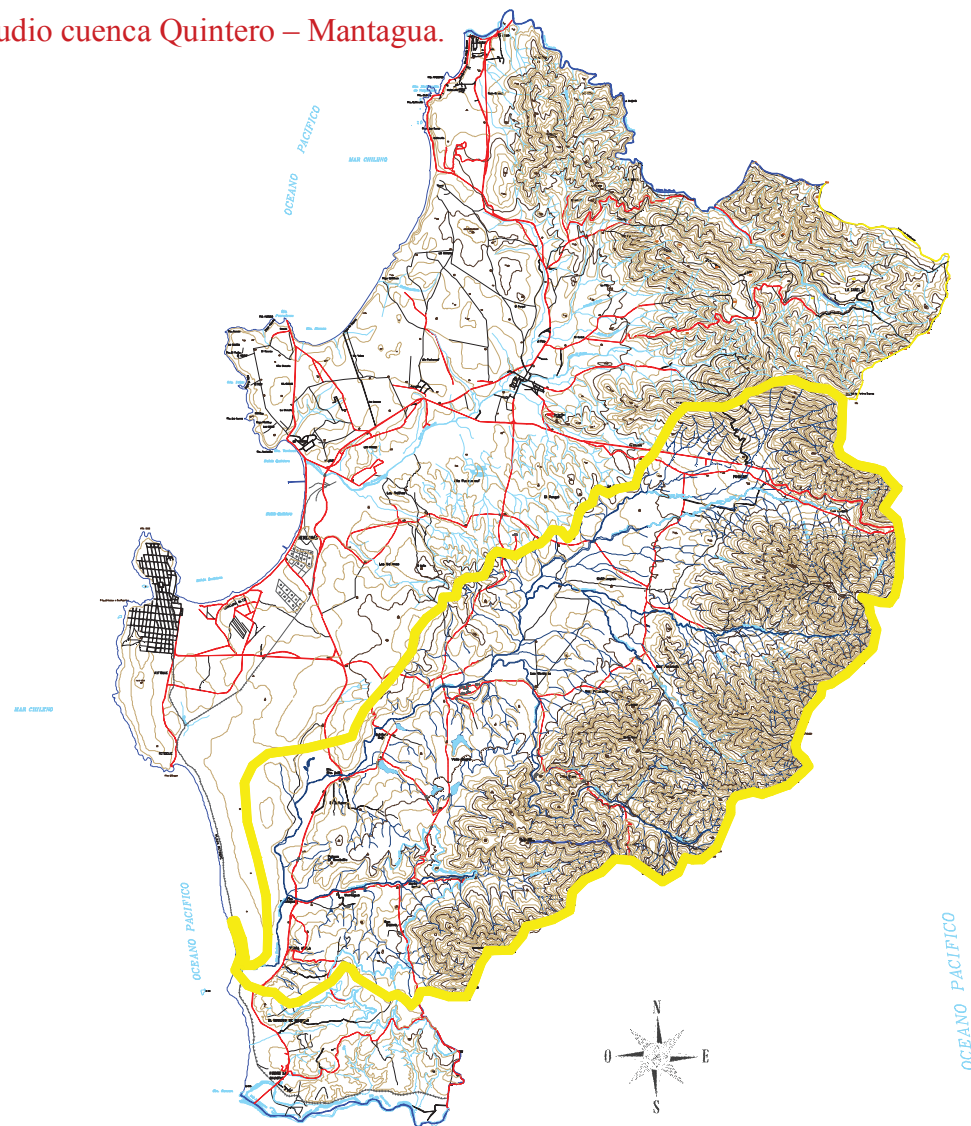


Figura 118. Planta Comuna de Quintero, para extracción de la Cuenca Quintero – Mantagua. Archivo digital DWG.

El motivo del siguiente estudio es para obtener resultados cualitativos y cuantitativos para el diseño de una nueva caja hidráulica, que soporte crecidas y detenga el avance de bordes para el estero Mantagua en el tramo ciudad Abierta de Ritoque y el primer paso para ello es obtener de la cuenca el área, para esto fue necesario la extracción digital desde el plano general de la comuna de Quintero, trabajo que fue apoyado con el manejo del software autoCAD.

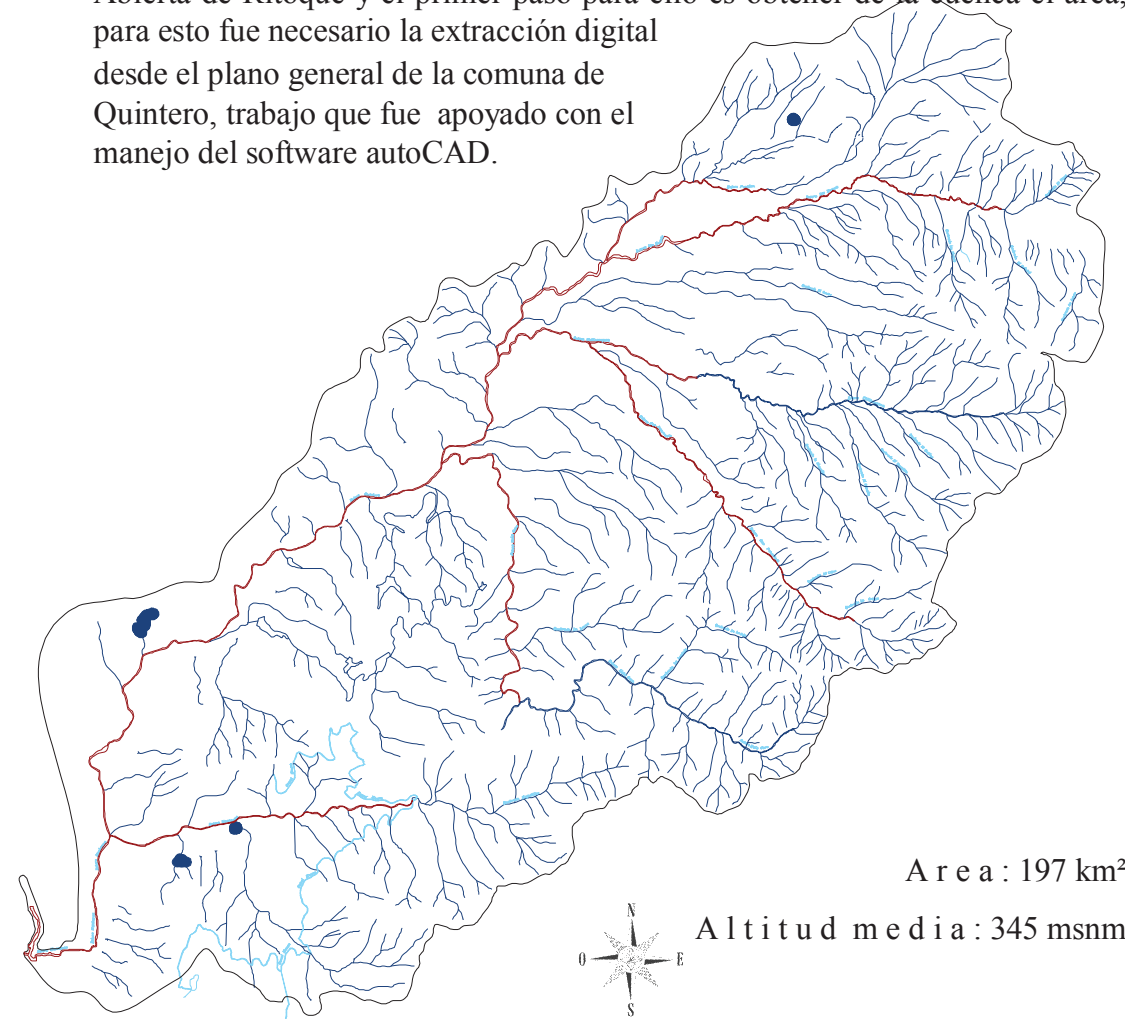


Figura 119. Cuenca Quintero – Mantagua. Archivo digital DWG.

Procediendo del resultado anterior se reconocen los principales afluentes que alimentan el estero Mantagua, siendo todo ellos de origen pluvial.

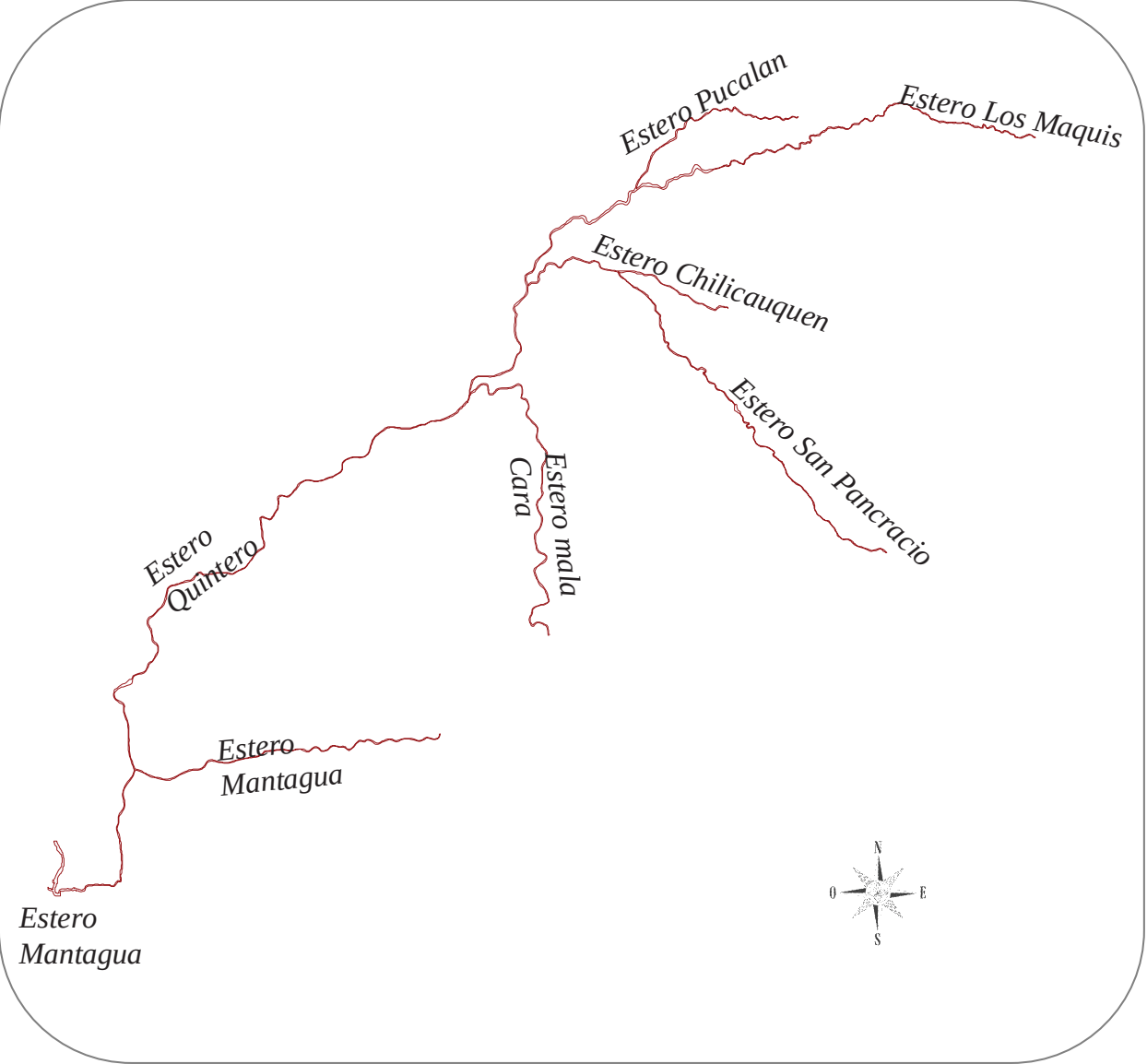


Figura 120. Afluentes cuenca Quintero - Mantagua. Archivo digital DWG.



Figura 121. Vista aérea desde la desembocadura del estero Mantagua y parte de su cuenca. Iván Ivelic.

El siguiente paso fue elaborar una lamina con los datos relevantes que pertenecen a la cuenca como:

Afluentes principales:

Estero Mantagua.
Estero Quintero.
Estero Mala Cara.
Estero San Pancracio.
Estero Chilicauquen.
Estero Los Maquis.
Estero Pucalan.

Longitud del cauce:

27,8 Km.

Forma de la cuenca:

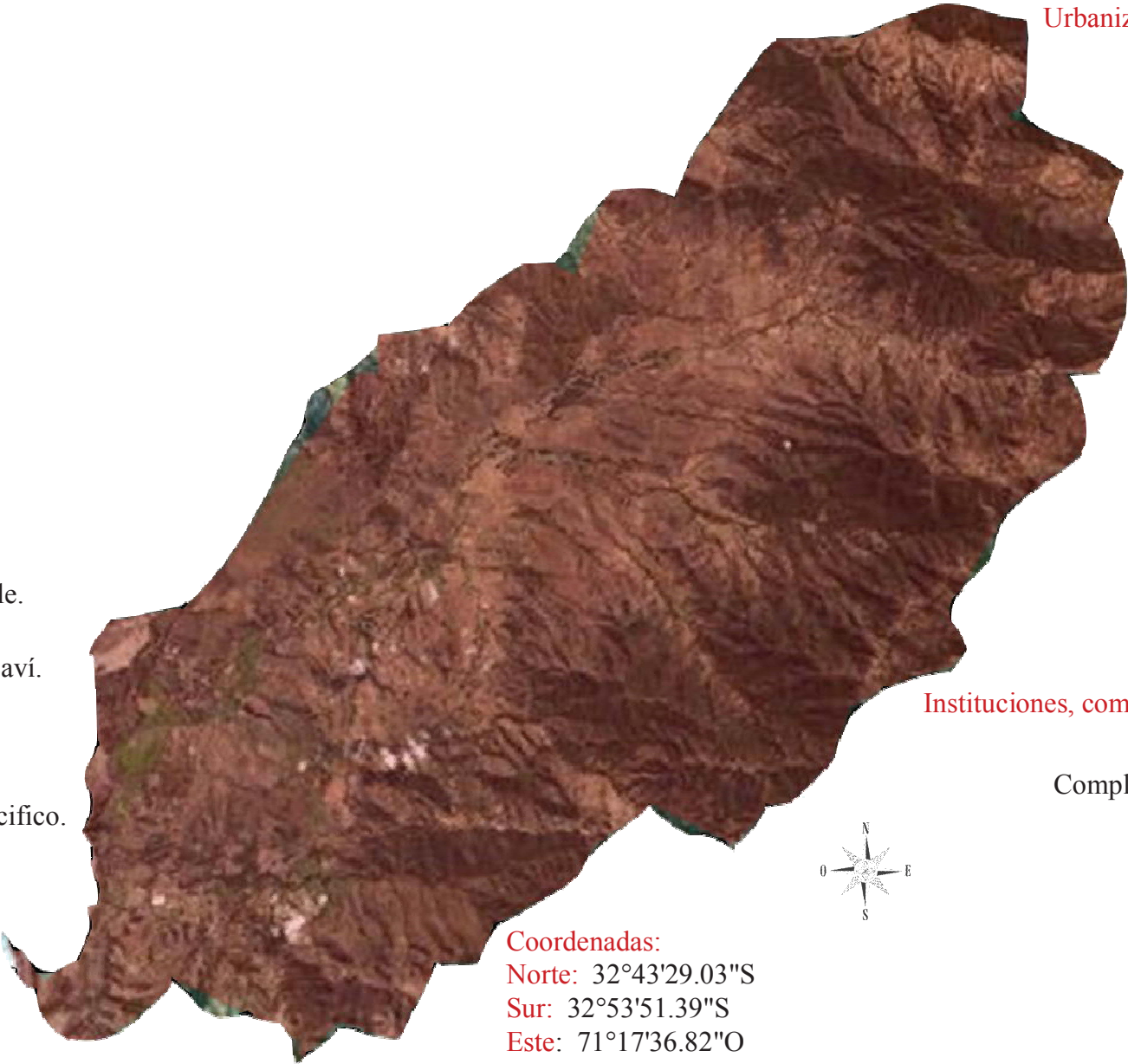
Alargada.

Ubicación:

V Región de Valparaíso, Chile.
Por el norte se ubica
la cuenca del Estero Puchuncaví.
Por el sur y el oriente
una cuenca de relevancia,
la del río Aconcagua,
por el poniente el Océano Pacifico.

Vias principales:

Ruta F-30 E.
Camino Domuno.
Ruta F-190.
Camino Valle Alegre.
Ruta F-226.



Coordenadas:
Norte: 32°43'29.03"S
Sur: 32°53'51.39"S
Este: 71°17'36.82"O
Oeste: 71°32'42.74"O

Urbanizaciones principales mas cercanas:

Quintero por el norte.
Con-Con por el sur.
Zonas habitadas:.
Santa Adela.
Santa Julia.
Santa Isabel.
San Ramón.
El Esfuerzo.
Quintero bajo.
Los Cardales.
Valle Alegre.
Chilicauquen.
Mantagua.
Condominio Lomas de Mantagua.
Ciudad Abierta.

Instituciones, complejos deportivos, educación, etc.:

Corporación Cultural Amereida
Complejo deportivo The Mackay School

Sitios de interés:

Humedal de Mantagua.
Campo Dunar de Ritoque.
Cerro Mauco.
Isla Punta de Piedra.

Figura 122. Lamina de datos de la cuenca Quintero – Mantagua.

Para continuar el estudio se necesitaron obtener algunos datos cuantitativos como velocidades promedio del caudal en situación de barra abierta y marea baja.

	Lugar	Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)
AA'	Limite oriente Ciudad Abierta	15,43 s	3 m	
		15,01 s	3 m	
		15,22 s	3 m	
	Tiempo promedio	15,22 s	3 m	0,197 m/s
BB'	Eje transversal mas ancho del estero en C.A.	14,16 s	3 m	
		13,57 s	3 m	
	Tiempo promedio	13,86 s	3 m	0,216 m/s
CC'	Eje transversal cercano al pto. conocido Roca (eje proyecto Casa del Dante)	15,13 s	3 m	
		15,25 s	3 m	
	Tiempo promedio	15,19 s	3 m	0,197 m/s

Figura 123. Cuadro de obtención de velocidades promedio

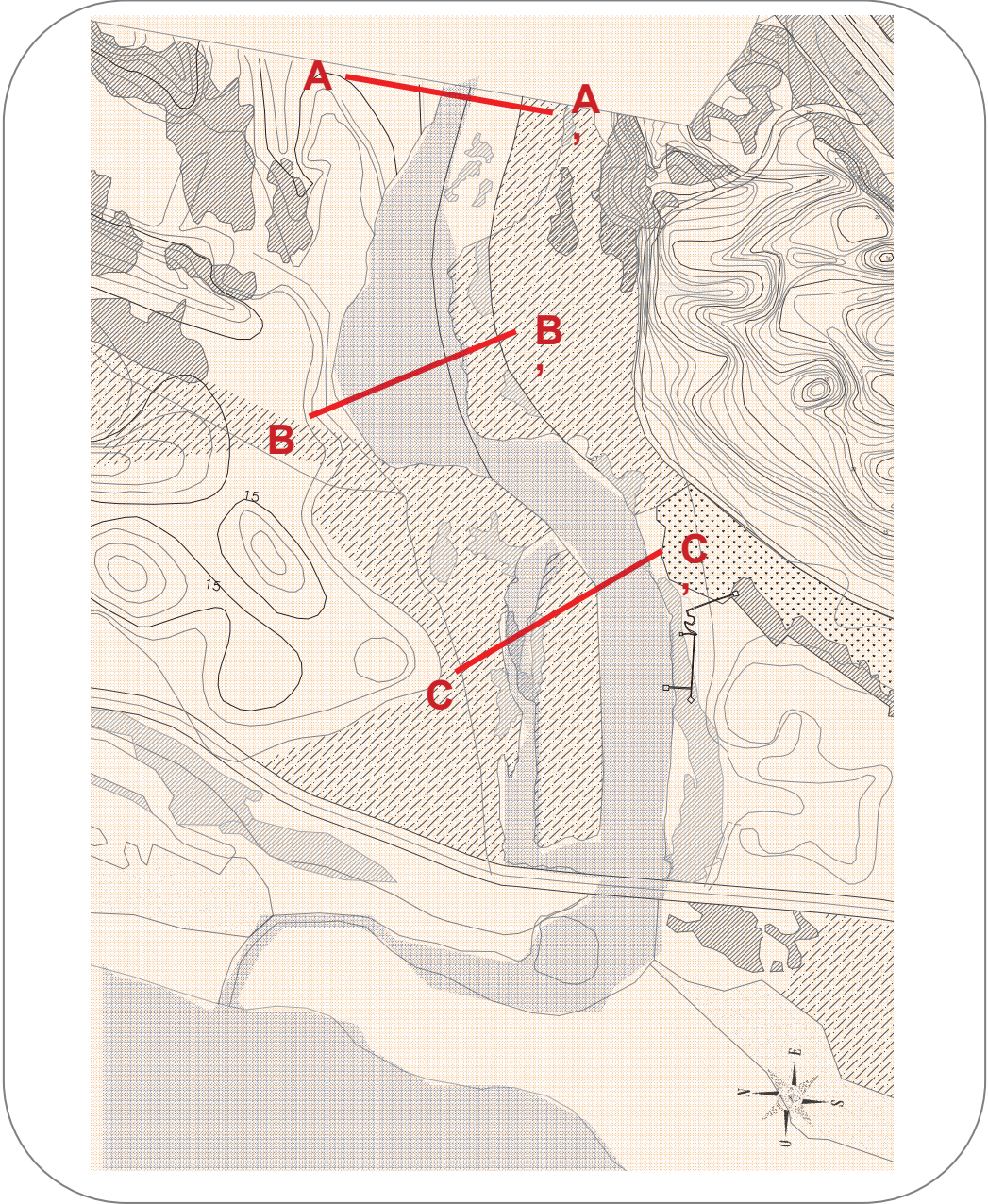
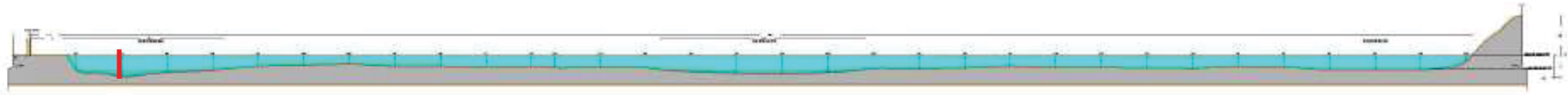


Figura 124. Sectores del tramo donde se realizaron las mediciones. Archivo digital DWG.

Area de los perfiles de medición

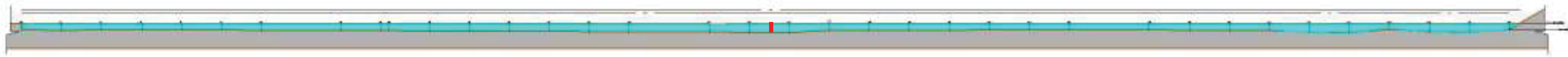
Limite oriente Ciudad Abierta



Altura mayor del perfil : 2,30 mts

218,7 m²
AA'

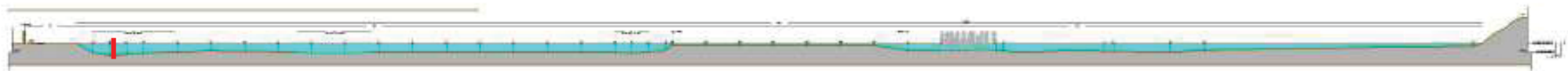
Eje transversal mas ancho del estero y con nivel bajo de agu en Ciudad Abierta.



Altura mayor del perfil : 1,20 mts

174,6 m²
BB'

Eje proyecto Casa del Dante



Altura mayor del perfil : 1,80 mts

204,9 m²
CC'

Figura 125. Perfiles obtenidos en terreno y digitalizados a formato DWG para la obtención de las superficies mojadas.

Luego de tener los datos anteriores se concluye en los siguientes resultados de los caudales (Q) de los perfiles de medición, utilizando la siguiente formula:

$Q : A V$
donde:
Q=caudal (m³/s)
A= area mojada (m²)
V= velocidad (m/s)

Lugar	V (m/s)	A (m²)	Q (m²/s)
Limite oriente Ciudad Abierta, AA'.	0,197 m/s	218,7 m²	43,08 m²/s
Eje transversal BB', lugar mas ancho del estero en Ciudad abierta.	0,216 m/s	174,6 m²	37,71 m²/s
Eje transversal CC' (eje proyecto Casa del Dante).	0,197 m/s	204,9 m²	40,36 m²/s

Figura 126. Cuadro de obtención de caudales.

Calculo del caudal de la cuenca Quintero – Mantagua.

Los cálculos a continuación resultan de consulta y procesamiento del estudio hidrológico desarrollado para el proyecto “Diseño de sistemas de aguas lluvias terminal marítimo Quintero” obtenidos de la información de las estaciones pluviométricas Quintero y Puchuncaví.

Al concluir los cálculos a continuación es necesario saber que utilizaremos la Formula Racional, asociada a períodos de retorno de 10 años en el tramo de Ciudad Abierta de Ritoque. Esta determina caudales y afluentes a los puntos de control definidos , utilizando la relación, precipitación - escorrentía:

$Q = C I A$

Donde:

Q: caudal de diseño (m³/s)

C: coeficiente de escorrentía

i : intensidad de precipitación de diseño (mm/hr)

A: área de la cuenca (Km.²)

Se escoge un retorno T=10 años ,a causa de que el lugar se considera zona de riqueza media del suelo en términos de urbanización, y el humedal por ser un área de inundación.

Tiempo de Concentración t_c , este el tiempo necesario para que el caudal saliente se estabilice.

$t_c = (4 \cdot A + 1,5 \cdot L) / (0,8 \cdot H)$

Donde:

A : superficie de la cuenca en km²

L : longitud del cauce principal de agua en km

H : diferencia de nivel en metros entre la cota media de la cuenca y el punto de salida.

$tc = (4 * 197 \text{ km}^2 + 1,5 * 27,8 \text{ km}) / (0,8 * 345)$

$tc = (4 * 14,03 + 41,7) / (0,8 * 18,57)$

$tc = (56,12 + 41,7) / 14,856$

$tc = 97,82 / 14,856$

$tc = 6,58 = 6,6$

Se debe cumplir la siguiente relación:

$L / 3,6 \geq tc \geq L / 5,4$

Reemplazando:

$27,8 / 3,6 \geq 6,6 \geq 27,8 / 5,4$

$7,72 \geq 6,6 \geq 5,4$

Si esta relación no se cumple el rango exigido se utiliza el tc obtenido a partir de velocidades medias.

Velocidad media de escurrimiento, Se determina la pendiente media de la cuenca y con ella se estima la velocidad de media de escurrimiento mediante una correlación entre estas dos a partir de valores entregados por Texas Higway Departament Rational Design of Culverts and Bridgest (diseño racional de alcantarillas y puentes).

Pendiente (%)	Velocidad promedio (m/s)
0 a 3	0,45
4 a 7	0,90
8 a 11	1,20
12 a 15	1,35

Figura 127. Cuadro pendiente – velocidad promedio.

La pendiente media de la cuenca en estudio es 2,4%.

La expresión que correlaciona velocidad y pendiente es:

$V = 3,668 * i^{0,4886}$

Reemplazando:

$V = 3,668 * 2,4^{0,4886}$

$V = 3,668 * 1,53$

$V = 5,61 \text{ m/s}$

Coefficientes de escorrentía. Depende de las características geomorfológicas, topografía, vegetación, capacidad de almacenamiento, condiciones de infiltración, etc. de la cuenca de estudio. El área de estudio esta compuesta de un suelo de arena fina con presencia de limo, con una PENDIENTE de 0,17%.

Se establece un coeficiente de escorrentía del orden del 0,4 para las condiciones de suelo existentes, cuando se consideran obras que pueden ser pavimentadas u otras edificaciones el coeficiente de escorrentía aumenta, estos coeficientes podemos encontrarlos en la tabla 15-11 de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow.

$C = 0,4$

Intensidad de precipitación para un periodo de retorno T=10 años.

El valor que se considera en el presente estudio hace referencia a los resultados de precipitaciones entregados por el análisis de frecuencia correspondiente a precipitaciones máximas para periodos calendarios diarios, por lo que deben amplificarse por un factor que los transforme en precipitaciones máximas en 24 hrs continuas, en dicho estudio se ha adoptado un valor 1,13 , resultando para un periodo de retorno de 10 años, un valor de : 107,4 mm.

Caudal

$Q_{max} : C I A$

Donde:

Q: caudal de diseño (m³/s)

C: coeficiente de escorrentía

i : intensidad de precipitación de diseño (mm/hr)

A: área de la cuenca (Km.²)

Considerando que en 24 horas tenemos 107,4 mm de precipitaciones, en 1 hora obtenemos 4,47 mm.

Reemplazando:

$Q_{max}: 0,4 * 4,47 * 197$

$Q_{max}: 352,23 \text{ m}^3/\text{s}$

Comparación de caudales:

Caudal t = 10 años	Caudal promedio normal
352,23 m³/s	40,38 m³/s

Figura 128. Cuadro comparativo de caudales.

A continuación se procede al calculo para la obtención del diseño de una nueva caja, apoyado con el programa HCANALES, desarrollado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica, para el diseño de canales y estructuras hidráulicas:

Radio hidraullico (R) :

$R = A/P$

R = radio hidráulico

$R = x$

A = área hidráulica

$A = 110,625 \text{ m}^2$

P = perímetro mojado

$P = 49,8 \text{ m}$

$R =$

$R = 2,2186$

Velocidad:

$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$

R = radio hidráulico

S = pendiente

n = coef. rugosidad

$V = x$

$R = 2.2186$

$S = 0,0017$

$n = 0,022$

$V = \frac{2,2186^{2/3} * 0,0017^{1/2}}{0,022}$

$V = \frac{1,70105885 * 0.0412310563}{0,022}$

$V = 3,188 \text{ m/s}$

Caudal :

Q= caudal

A= Area hidráulica

$Q = AV$

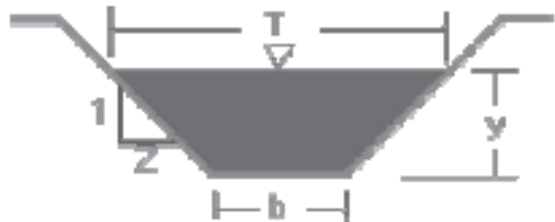
$Q = x$

$A = 110,625 \text{ m}^2$

$V = 3,188 \text{ m/s}$

$Q = 110,625 * 3,188$

$Q = 352,67 \text{ m}^3/\text{s}$



y	2,5m
b	40 m
Talud (Z)	1,7
Coef. Rugosidad (n)	0,022
Pendiente	0,0017

Caudal Q	352,679 m³/s
Area hidraulica	110,625 m²
Numero de froude	0,67
Velocidad	3,188 m/s
Perimetro	49,8 m
Espejo de agua (T)	48,5 M
Energia especifica	3,018 m-kg/kg

Resultado: flujo subcrítico

Figura 129. Cuadro resultados para el diseño de una nueva caja hidráulica.

Al obtener un froud inferior a 1 quiere decir que es un flujo lento, donde la propagación de las ondas es superior a el.

Ejemplo: si lanzamos una piedra al agua podremos ver que las ondas son capaces de subir el río.



Figura 130. Demostración de ondas sobre el flujo de un río.

Corte diseño caja nuevo cauce

Paredes inclinadas reforzadas con:
Sacos arena+cemento y sacos arena enraizados con vegetación existente.
Sistema alternativo: Geotubos.

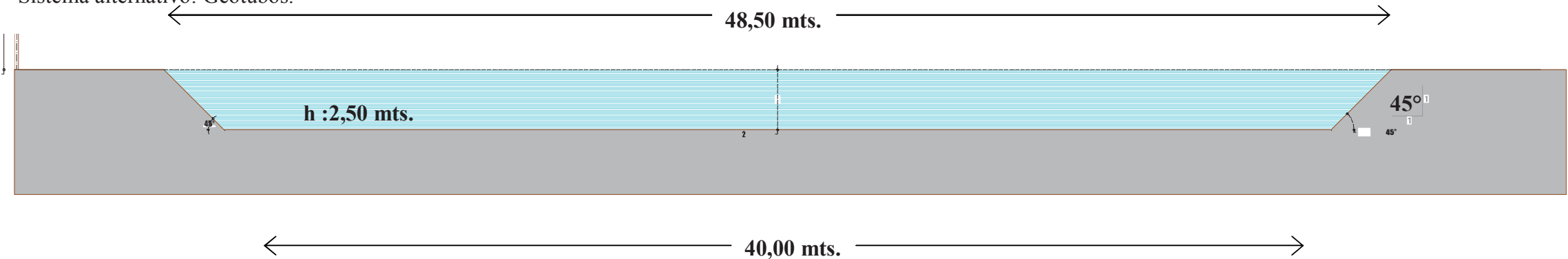


Figura 131. perfil de diseño para la nueva caja del estero, Archivo digital DWG.

Sacos de arena y cemento.

Geotubos, Fabricado con geotextiles tejidos entrelazados en ángulo recto de polipropileno de alta resistencia a la degradación biológica y ataques químicos. Permiten el enraizamiento de plantas, arbustos, árboles.

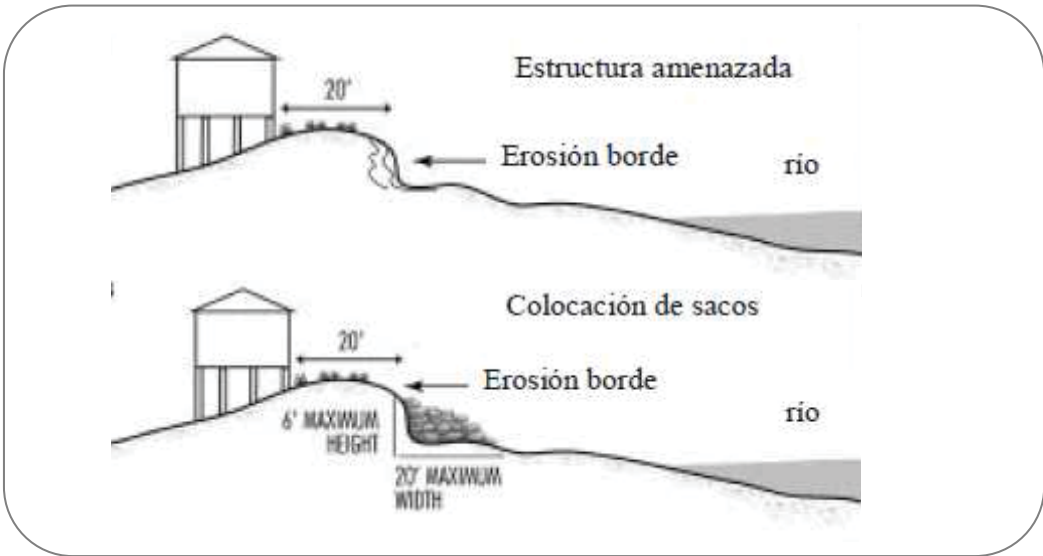


Figura 132. Esquemas ejemplares de causa y efecto por contención con sacos de arena.

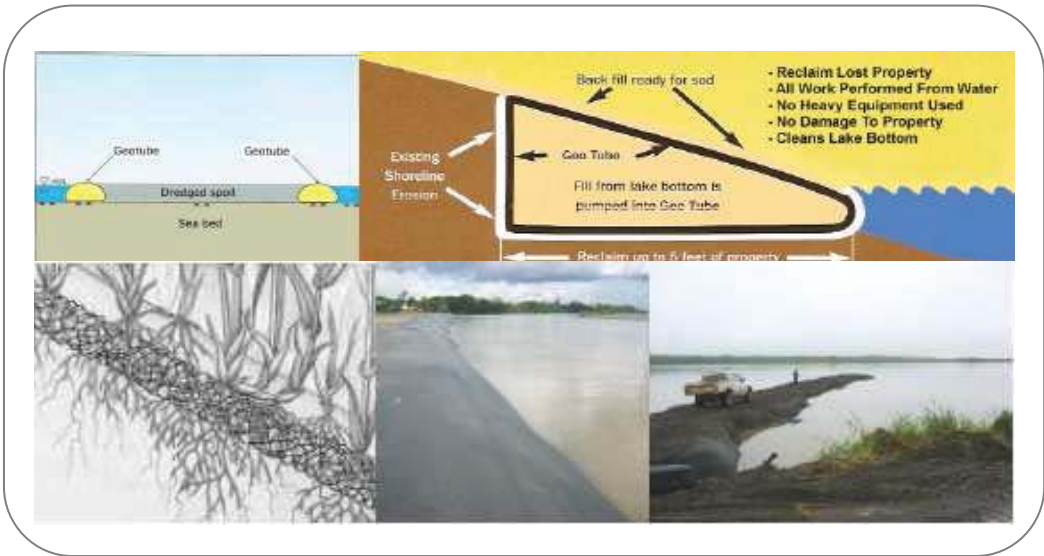


Figura 133. Imágenes ejemplares en utilización de Geotubos.

Propuesta dragado:

La dragado tiene una dimensión de 739m x 48m x 0,7m = 24.830 m3.

La diferencia de 15.253 m3 se utilizaran para relleno de zonas bajas.

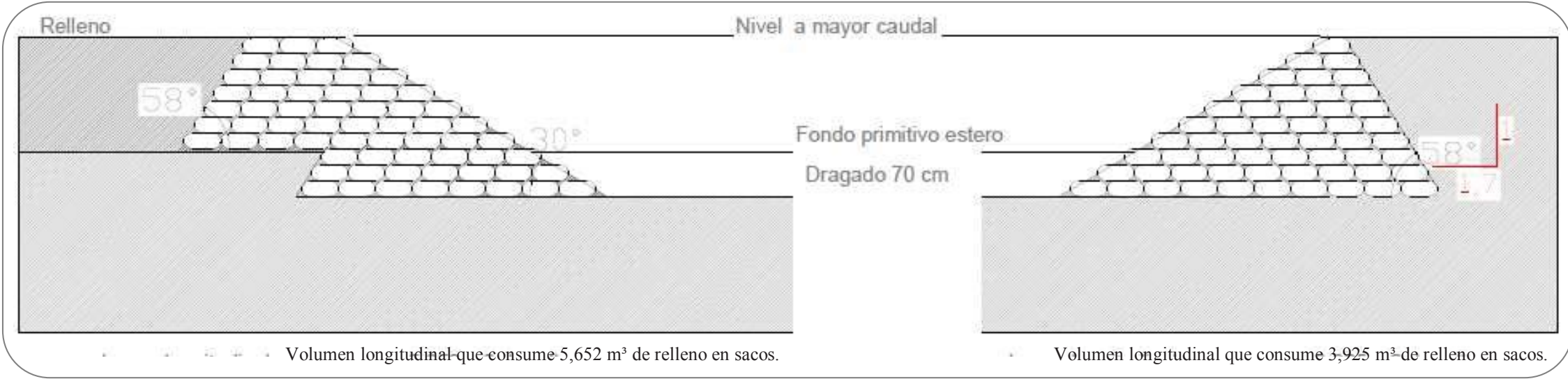


Figura 134. Corte propuesta caja para distribución de sacos y ángulos.

y	2,5m	Caudal Q	352,679 m³/s
b	40 m	Area hidraulica	110,625 m²
Talud (Z)	1,7	Numero de froude	0,67
Coef. Rugosidad (n)	0,022	Velocidad	3,188 m/s
Pendiente	0,0017	Perimetro	49,8 m
		Espejo de agua (T)	48,5 M
		Energia especifica	3,018 m-kg/kg

Figura 135. Cuadro de datos para el diseño de la nueva caja del estero Mantagua..

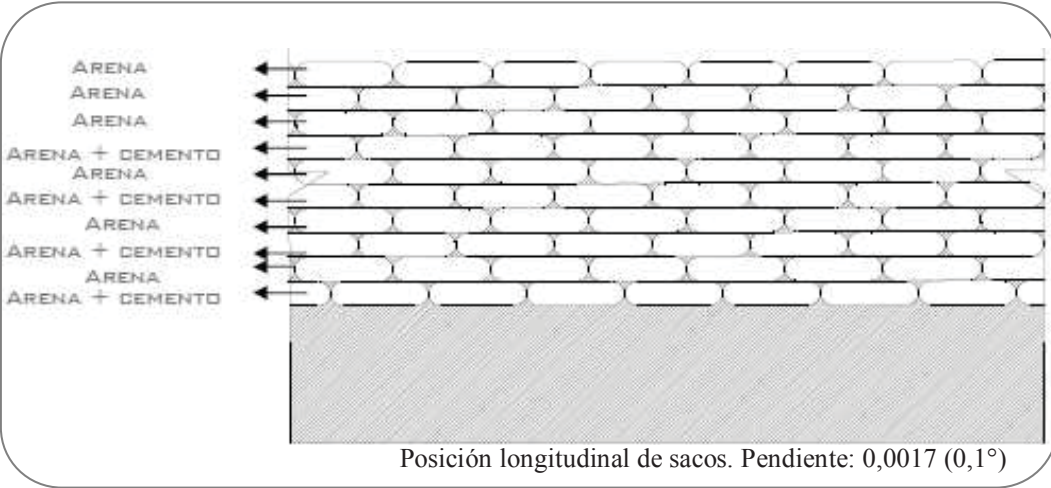


Figura 136. Perfil posiciones longitudinales de saco arena y arena.cemento.

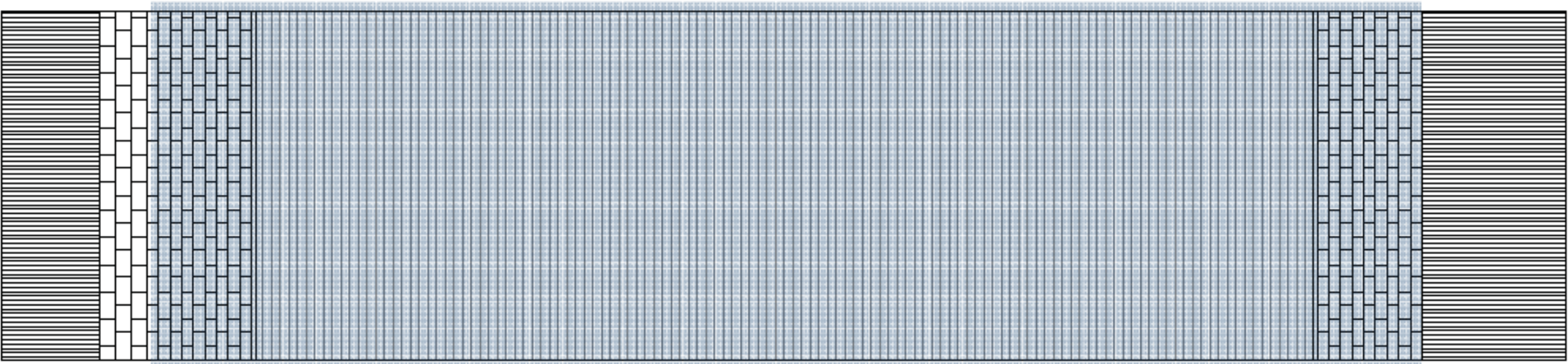


Figura 137. Planta sección propuesta hidráulica. Archivo planimetrico DWG.

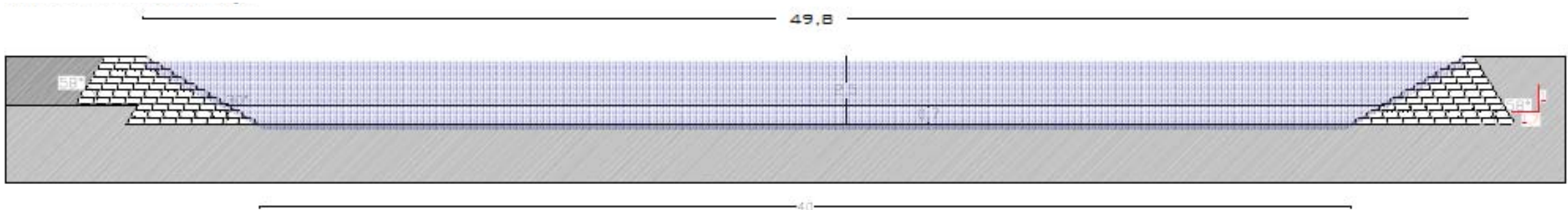


Figura 138. Corte transversal de la caja. Archivo planimetrico DWG.

b. Tres alternativas de encauce.

En conclusión a los cálculos y propuestas anteriores, se expone lo siguiente:

El tramo del estero se extiende 732 mts. desde limite oriente de Ciudad Abierta hasta el puente ferrocarriles, produciendo el efecto de crecer en sus bordes, quitando terreno a la propiedad de la corporación, ensanchando el espejo de agua e impidiendo el atravieso, a modo de esto se proponen 3 alternativas:

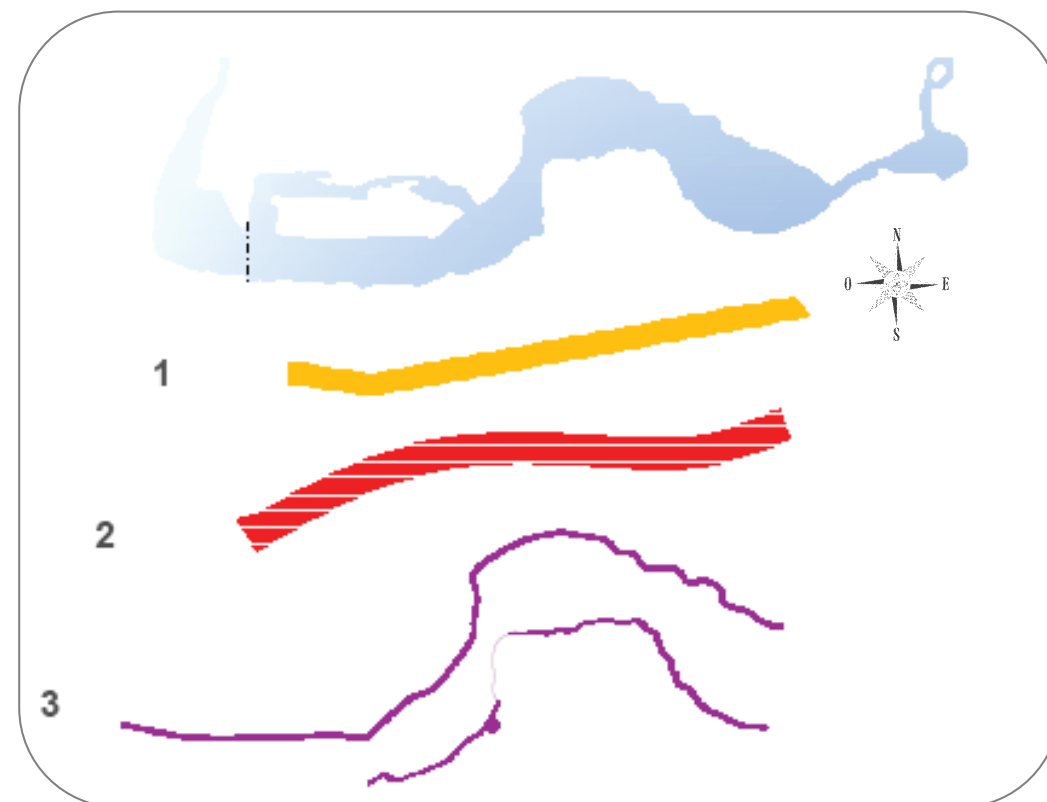


Figura 139. Tres alternativas de encauce para el estero Mantagua, el tramo presente está sometido a niveles de mareas, los cuales en ciertos tiempos la dirección del agua retrocede a su flujo normal por esta condición natural y muy reducida pendiente (0,0017). Archivo digital DWG.

Propuesta 1

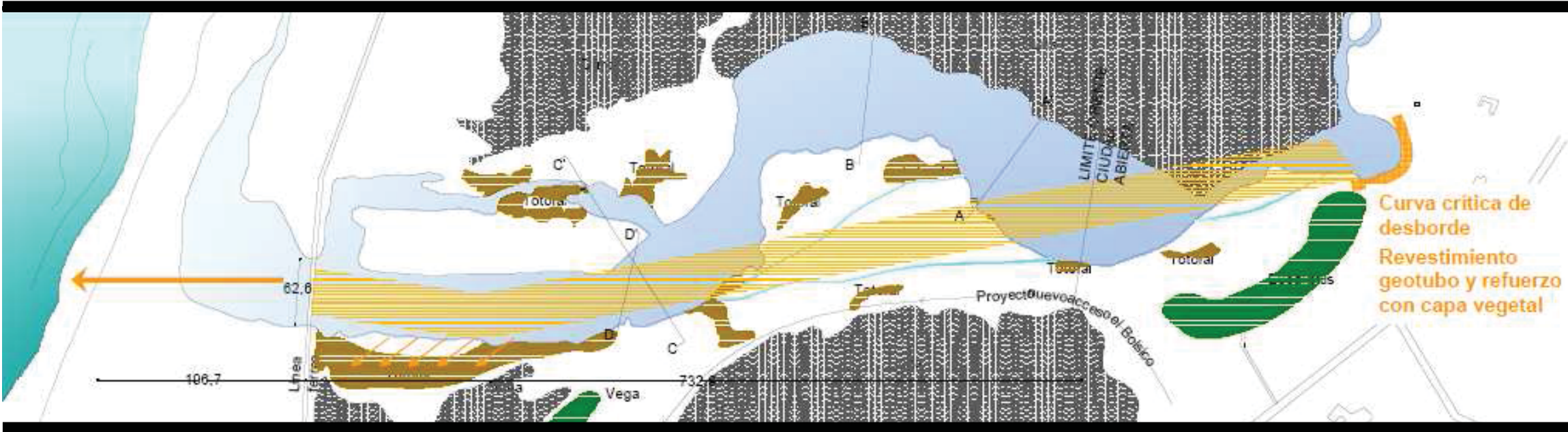


Figura 140. Planta propuesta 1, para el nuevo trazado del estero Mantagua. Archivo planimetrico DWG.

La intención de este trazado es producir un eje lo mas recto posible, utilizando refuerzos laterales a base a Geotubos y revegetación de bordes, como sauces, aumento del totoral, arbustos, etc. El dragado del nuevo cauce se utilizara para relleno de bordes y estabilizar los terrenos contiguos al flujo que queden susceptibles a inundaciones, resultando posibles Agoras para Ciudad Abierta y la reducción del ancho del estero para vincular las riberas norte y sur.

Conclusión del trazado:

Un trazado recto es lo mas adecuado cuando se quiere un flujo parejo y una adecuada vía de escape para un caudal en tiempos de crecidas, este aumentaría la velocidad del caudal y produciría la abertura de la barra en el lugar del puente ferroviario.

Se debe considerar que se proyecta un nuevo acceso para ciudad abierta y se proponen una serie de proyectos emplazados en la ribera sur del estero, lo que implica no quitar terreno por este lado y permitir un fluido acceso de vehículos. Por consiguiente esta alternativa no esta cerca de su factibilidad con los factores existentes a pesar de ser la mas eficiente en términos prácticos de encausar un flujo de agua.

Propuesta 2

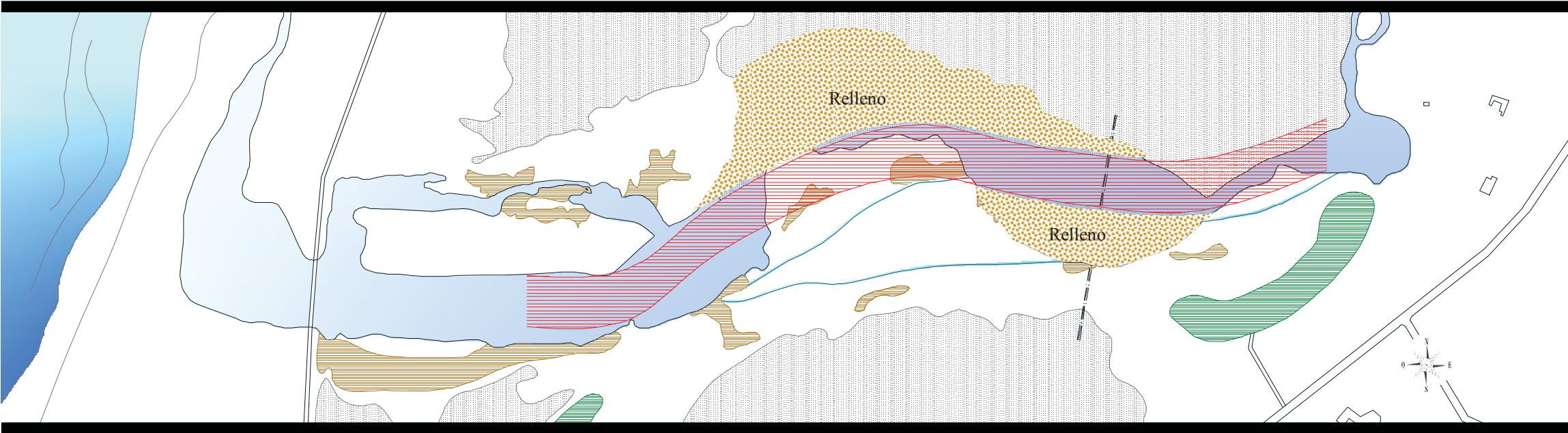


Figura 141. Planta propuesta 2, para el nuevo trazado del estero Mantagua. Archivo planimetrico DWG.

Con este segundo diseño se pretende reducir la curva del flujo sin quitar terreno de forma abrupta al lado sur, rellinando con el producto del dragado dos áreas pertenecientes a la ribera norte y sur del tramo, además se considera reforzar los bordes con sacos de arena y sacos de arena mas cemento, plantar totorales, arbustos y sauces que permitan enraizar y reforzar los bordes, concediendo inundar el totoral sur-oeste del humedal Mantagua.

Conclusión del trazado:

Se considera lo del trazado anterior y se propone una línea del tramo lo menos curva posible, suprimiendo un reducido terreno en la ribera sur del estero. Con esto aumentaría la velocidad del caudal, permitiendo la abertura de la desembocadura del estero al océano Pacifico, inundando totorales y sin producir un desequilibrio en la biodiversidad existente.

Propuesta 3

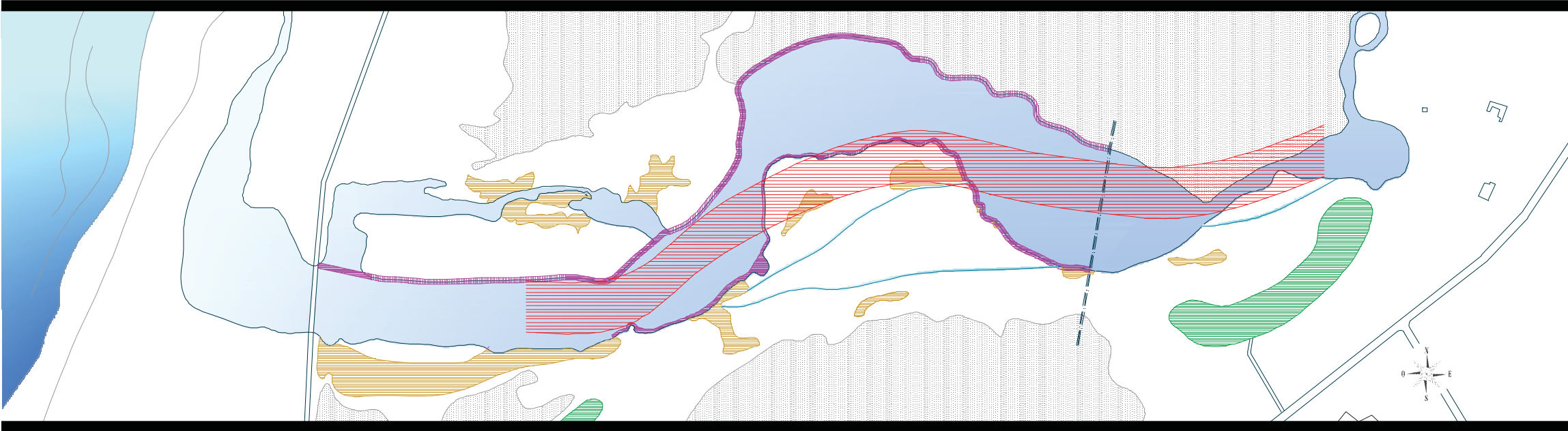


Figura 142. Planta propuesta 3, para el nuevo trazado del estero Mantagua. Archivo planimetrico DWG.

Esta propuesta consiste en dragar el tramo rojo y reforzar los bordes de forma natural en los puntos críticos demarcados con color morado en la figura utilizando vegetación, y con esto se permitiría inundar el humedal, proporcionando el avance del medio natural que ahí reside.

Conclusión del trazado:

Lo relevante de este trazado en el lugar es que considera lo existente, lo bello y lo extenso de su biodiversidad.

Solo reforzando bordes de forma natural no se alteraría el estado actual del estero. Considerándolo una propuesta limpia, pero dentro del encargo principal, que es poder conectar los bordes con un posible puente o una balsa de cruce, es una alternativa discutible, debido al avance de bordes que se produce con las crecidas.



Figura 143. Vista aérea desde la desembocadura del estero Mantagua y parte de su cuenca. Fotografía, Iván Ivelic.

1. Pruebas en Túnel de Viento.

Se elaboraron varios modelos en cartón piedra a escala 1:20 para someterlos al Túnel de Viento., como por ejemplo el que se muestra a continuación, utilizando su geometría en la propuesta final para el Canal de Pruebas :

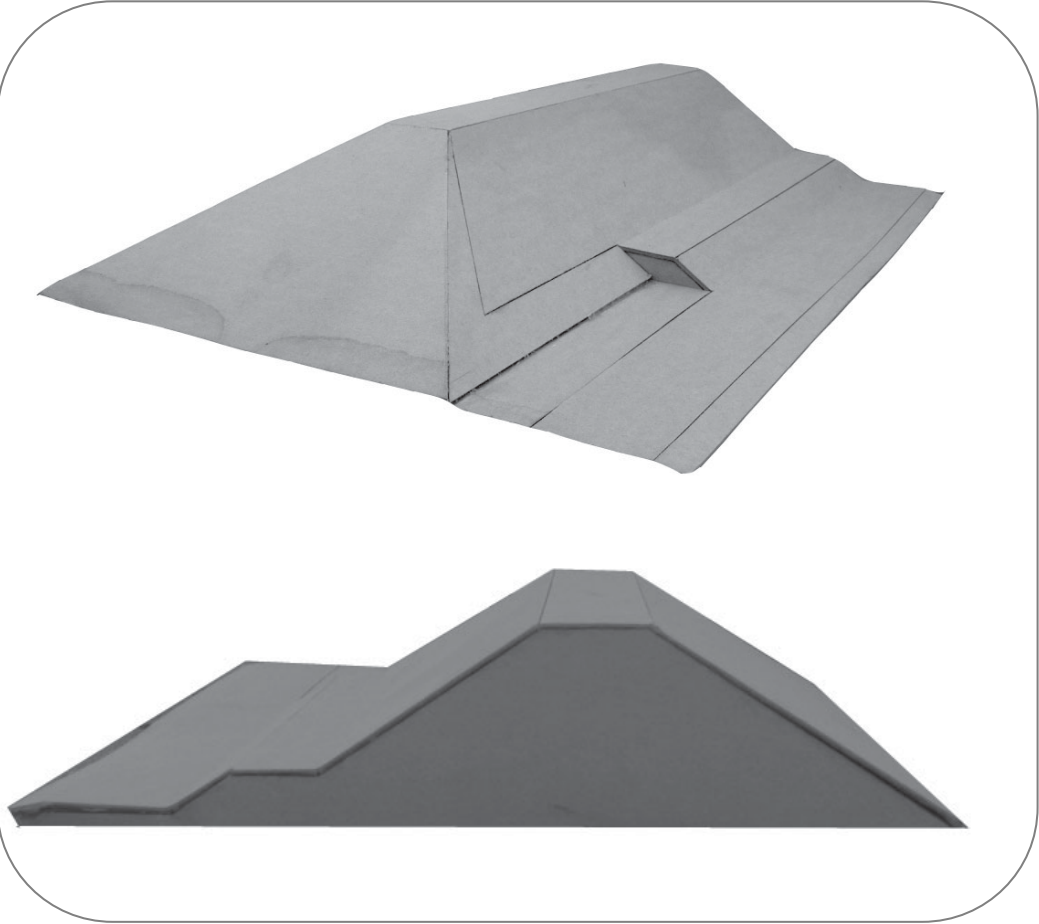


Figura 144. Talud aerodinámico. Modelos de prueba para Túnel de Viento.

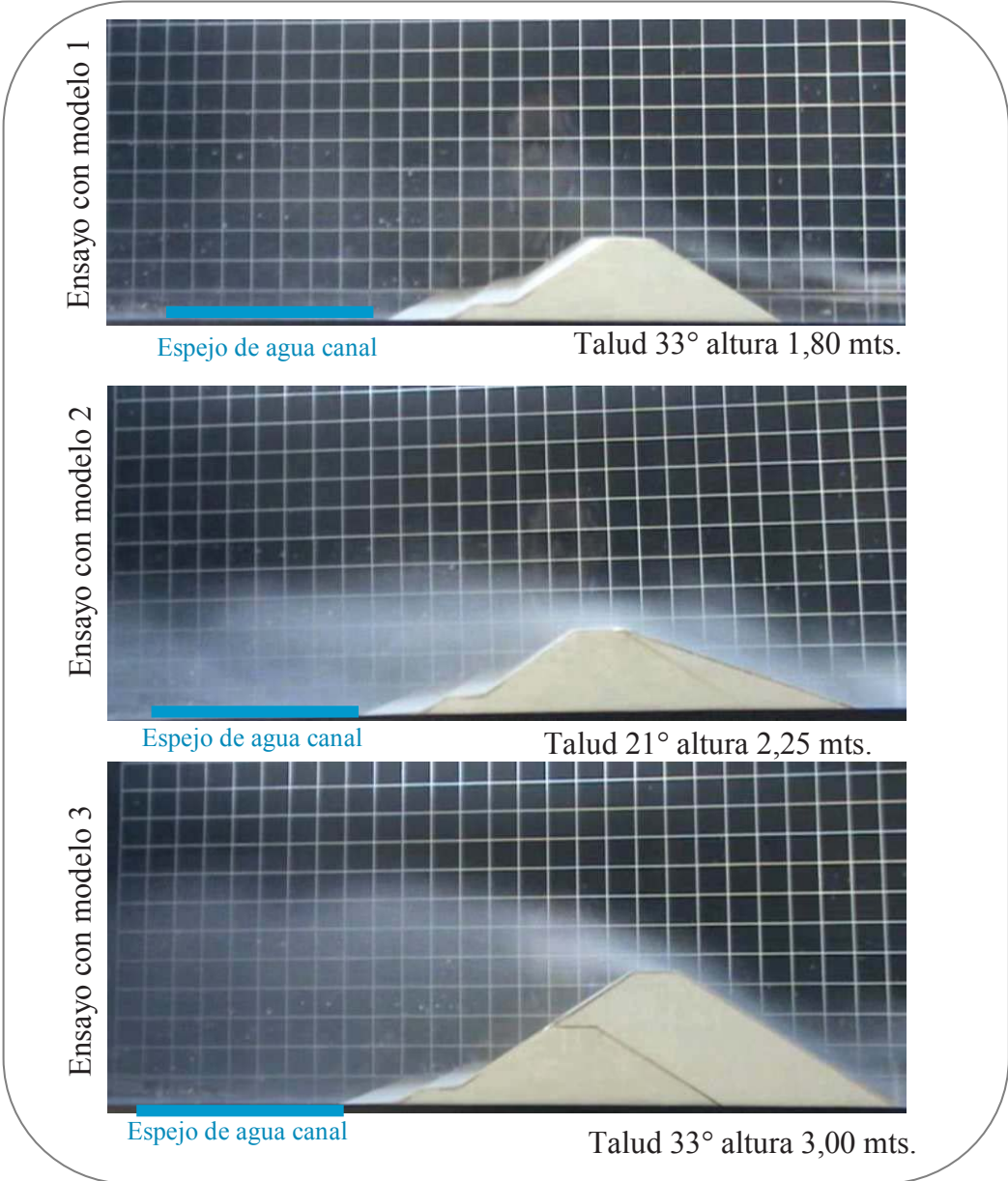


Figura 145. Pruebas de talud en Túnel de Viento. Lugar: Escuela de Ingeniería Mecánica PUCV.

Los ensayos fueron realizados el día del lunes siete de septiembre del 2009 en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la PUCV elaborando la siguiente tabla:

Ensayo	Altura (mts.)	Angulo	Flujo	Incidencia del viento	resultado
1	2,00	33°	Mayor	Inferior	X
2	2,00	21°	Mayor	Inferior	X
3	3,00	33°	Mayor	Inferior	√
4	3,00	33°	Menor	Inferior	√
5	3,00	33°	Mayor	Inferior	√
6	3,00	33°	Mayor	Superior	√
7	3,00	33°	Mayor	Inferior con disipación	√
8	3,00	33°	Mayor	Superior con disipación	√
9	3,00	33°	Medio	Inferior con disipación	√
10	3,00	33°	Medio	Superior con disipación	√
11	3,00	33°	Menor	Inferior con disipación	√
12	3,00	33°	Menor	Superior con disipación	√

Figura 146. Cuadro ensayos aerodinámicos en Túnel de Viento.

El motivo de esta prueba es verificar como se comporta el viento con el talud en distintos ángulos, para poder así con el diseño desviar la turbulencia que haría contacto con el espejo de agua del proyecto del canal de pruebas pudiendo deducir según la observación cual es la mejor opción.

Se pretendía que el comportamiento del modelo 3, tuviera resultados positivos en el desarrollo de las pruebas, lo cual fue comprobado y aceptado luego de varios ensayos.

Modelo 1, talud 33° , altura 2,00 mts.

Al someter este modelo al ensayo de viento, su comportamiento aerodinámico no tuvo mayor problema, pero es rechazado su diseño debido a la altura insuficiente para poder alejar la turbulencia que afectaría el espejo de agua del canal.

Modelo 2, talud 21° , altura 2,00 mts.

Este modelo inmediatamente no cumplió las exigencias del encargo, ya que el aumento de la velocidad del flujo de aire a causa de la pendiente del talud, provoco una turbulencia directa en el espejo de agua del canal.

Modelo 3, talud 33° , altura 3,00 mts.

Producto de las observaciones de los ensayos a modelos anteriores, se decide realizar una serie de pruebas al modelo 1 aumentando la altura a 3,00 mts., lo cual directamente hizo acrecentar la masa del modelo.

Este modelo al tener mayor altura, cumplió con todas las exigencias en las pruebas que se sometió, respondiendo positivamente a la cantidad de flujo incidencia del viento, pudiendo alejar la turbulencia indeseada para el espejo de agua del canal, produciendo una zona calma, libre de perturbación y apta para el trabajo en ensayos hidrodinámicos.

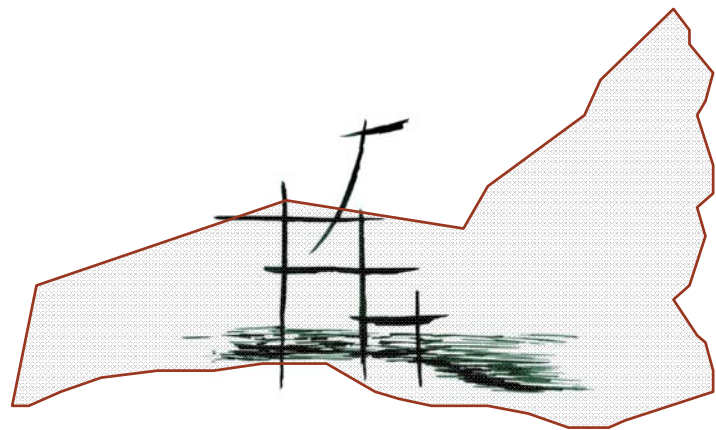


Figura 147. Croquis y silueta de Ciudad Abierta. Hospedar la altura.

4. Demostraciones geométricas acotadas.

En las siguientes paginas se dará a conocer paso a paso, la planimetría total del proyecto, apoyado del proceso de maquetas, propuestas y ensayos, que llevaron al resultado final de la tesis.

- Canal de pruebas mas plataforma para ensayos marítimos.
- La Casa del Dante.
- Plataforma flotante para ensayos hidrodinámicos.

El emplazamiento del proyecto como se muestra en la pagina 2, es en la Ciudad Abierta de Ritoque a orillas del estero Mantagua, lo que implico como primera fase el estudio de antecedentes históricos del estero Mantagua, expuesto en el Capítulo I. Fundamento teórico, paginas 23 hasta la 30, posteriormente se llevo a cabo una investigación de la cuenca Quintero-Mantagua, con el motivo de obtener el caudal máximo para un periodo de retorno a cada 10 años, esto implico el desarrollo de perfiles para conocer el área de agua en 3 zonas del tramo Ciudad Abierta de Ritoque y poder sacar un promedio entre ellas, estos cortes lo podemos consultar en la pagina 65 del Capítulo VII. Metodología.

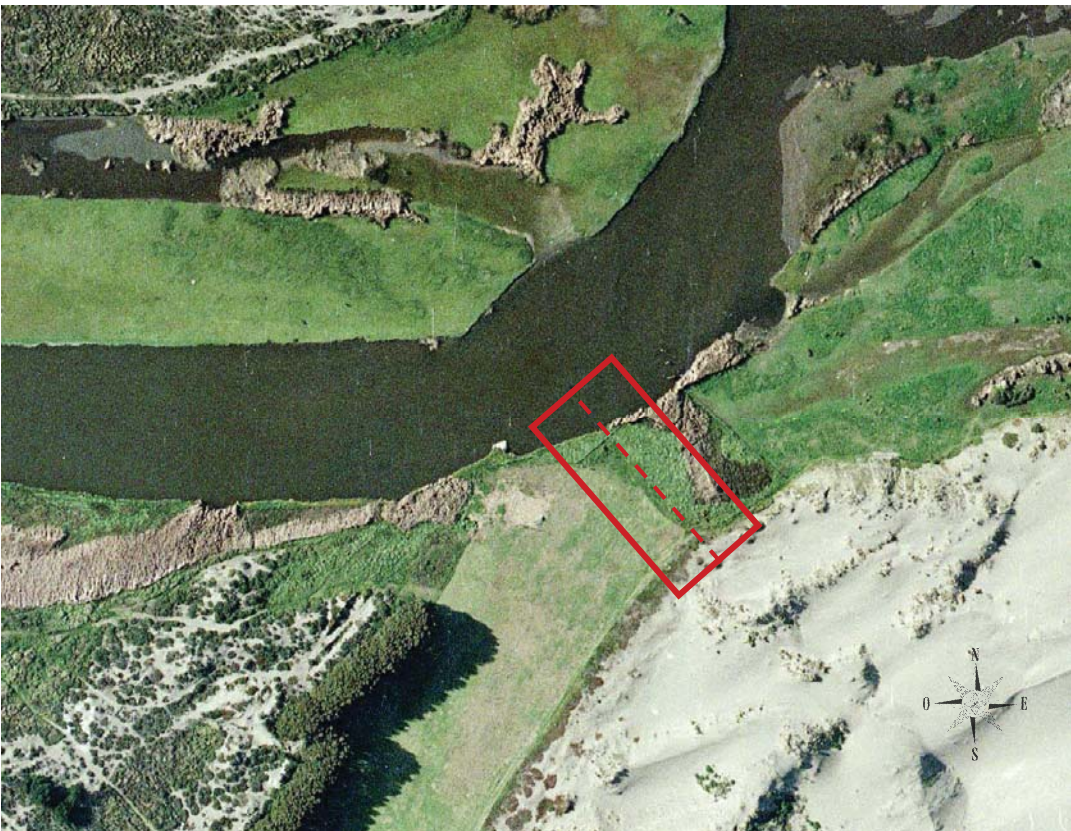


Figura 148. Aerofotogrametría emplazamiento. SAF.

El canal de pruebas y La Casa del Dante se construirán dentro de las 270 hás. de Ciudad Abierta de Ritoque, V región de Valparaíso, específicamente a 600m del mar, ocupando una superficie de 2.430 m² en la ribera sur del estero Mantagua de origen pluvial, trazado en un eje Nor-Oeste perpendicular y abierto a las aguas del cauce, en un ambiente costero, donde podemos observar el humedal de Mantagua con la gran variedad de aves que ahí migran y emigran, un paisaje rodeado de dunas y una vega contigua protegida de un bosque lineal de Eucaliptos que disipa el viento SW.

La obra se intersecta en el área con dos proyectos uno es el desarrollo del eco-parque Amereida postulando a ser un área protegida y el segundo es el nuevo acceso por el sector de El Bolsico.

La casa del Dante o Casa de botes, viene a cuidar del estero, con una estructura mirador, otorgando la apertura a una vida náutica, aludiendo a como lo encarga el poeta Godofredo Iommi, *“tenemos un verdadero Versalles, un parque acuático”*.

Esta obra, se proyecta como un punto de conexión a los terrenos del norte, expandiendo la Ciudad Abierta desde el borde, a una comunicación infinita con el océano, sobre la extensión del paisaje, celebrando este regalo como una obra pórtico en el acto de la apertura al agua.

La Casa del Dante, permite alojar un canal de ensayos hidrodinámicos y una plataforma de estudio para modelos marítimos, concediendo desde su estructura desplegar el piso, transformándose este en una plataforma flotante de múltiples usos, como la opción de cruce del estero, canal de pruebas portátil, travesías, etc.



La aventura



La flotabilidad



La levedad



El vínculo

El total de la obra ocuparía una superficie de 2.430 m2.

Programa arquitectónico:

- La Casa del Dante
- Hospedaje para dos personas.
- Baño.
- Kitchenette.
- Estar- taller 4 – 6 personas.
- Guardado herramientas.
- Guardado modelos.
- Guardado 2 kayak.
- Umbral sur de acceso y llegada de modelos.
- Canal de pruebas con un espejo de agua mayor de 50 mt. X 13 mt., 650 m2.
- Contemplaría tres niveles de agua ,1.80 mts. , 2.55 mts. , 3.35 mts.
- Se incorporaría en el muelle flotante de la embarcación Amereida.
- Área de modelos marítimos 965 m2.

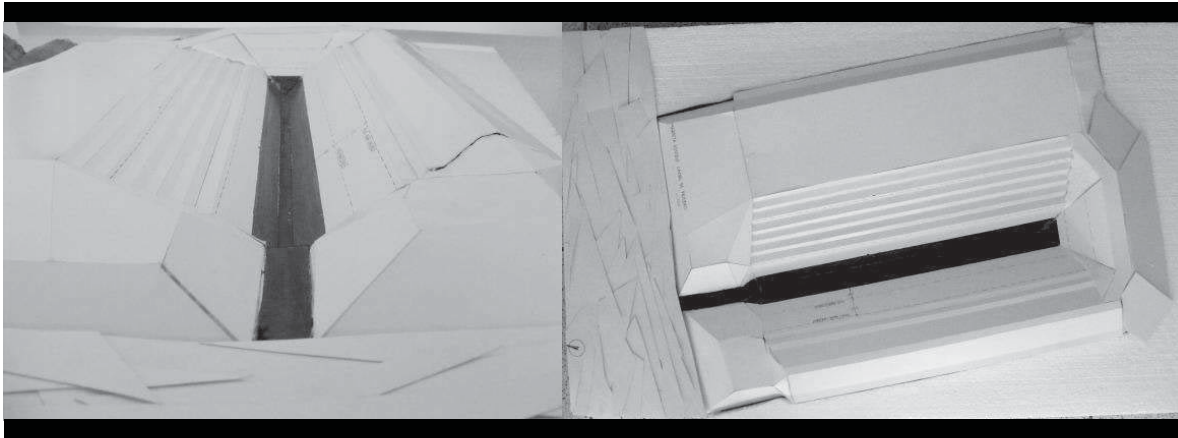


Figura 149. Maqueta primera propuesta para el canal.

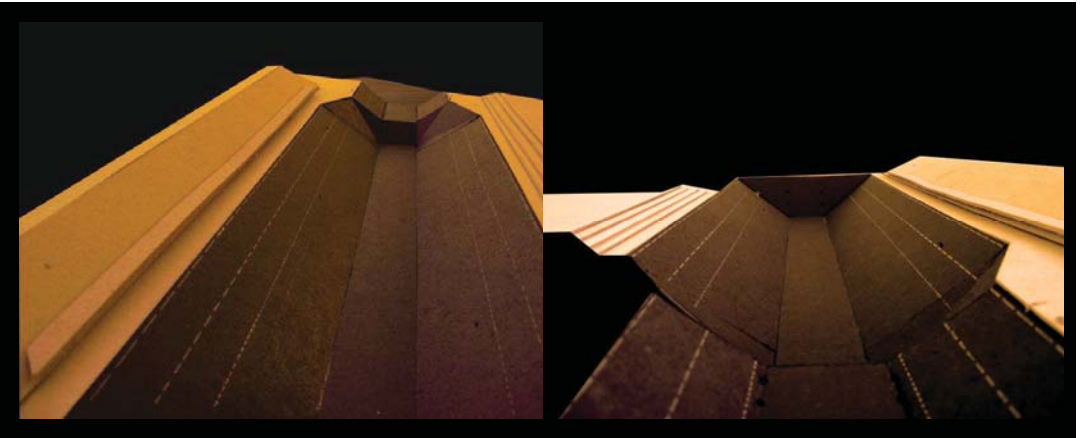


Figura 150. Maqueta propuesta final para el canal.

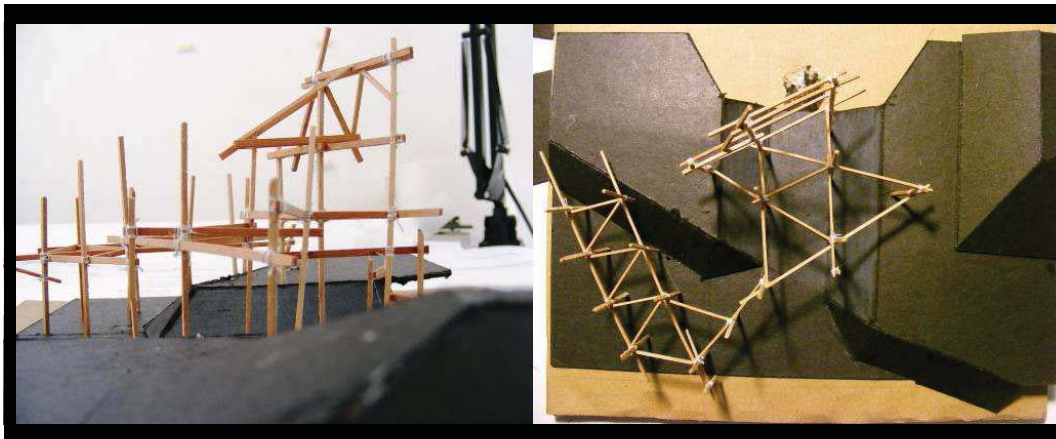


Figura 151. Maqueta de estudio para la Casa del Dante.



Figura 152. Maqueta canal de pruebas mas primera propuesta de la Casa del Dante.

Figura 149: La primera propuesta del canal consideraba en el costado oriente una serie de gradas para tener contacto con los distintos niveles de agua que podría existir.

Figura 150: Al contemplar con el muelle flotante de la embarcación Amereida se optimiza el diseño del canal reduciendo el ancho y la cantidad de metros cúbicos a excavar.

Figura 151: Por medio de una estructura en palafitos se pretendía fundar y conectar en el ritmo del transito, la tierra, el canal y el estero.

Figura 152: La reubicación de los pilares, corrigió el carácter que concibe el eje del canal como un punto de partida, proponiendo dos muelles de embarque y desembarque, así como el avistamiento constante a la guardia del entorno.



Figura 153. Vistas maqueta, canal de Pruebas, plataforma de modelación marítima y la Casa del Dante.

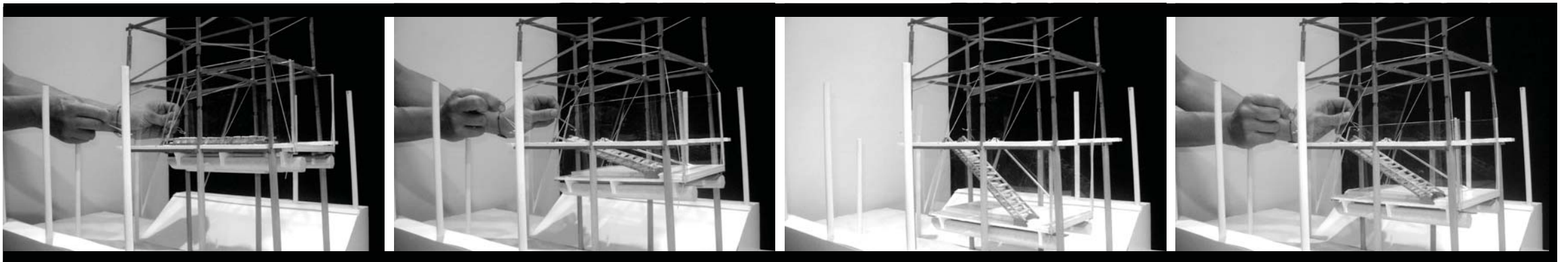


Figura 154. Vistas maqueta, apertura al agua..

Secuencia despliegue plataforma

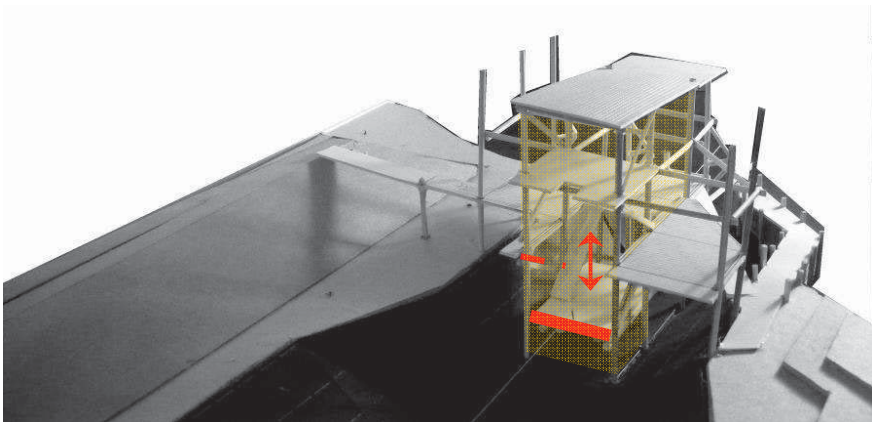
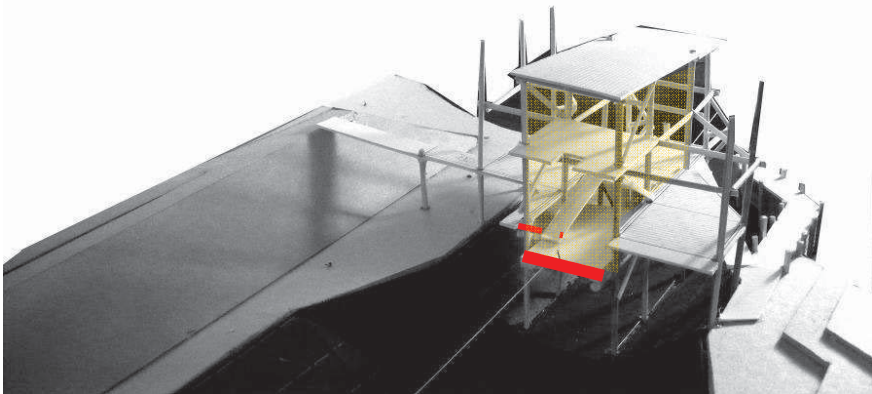
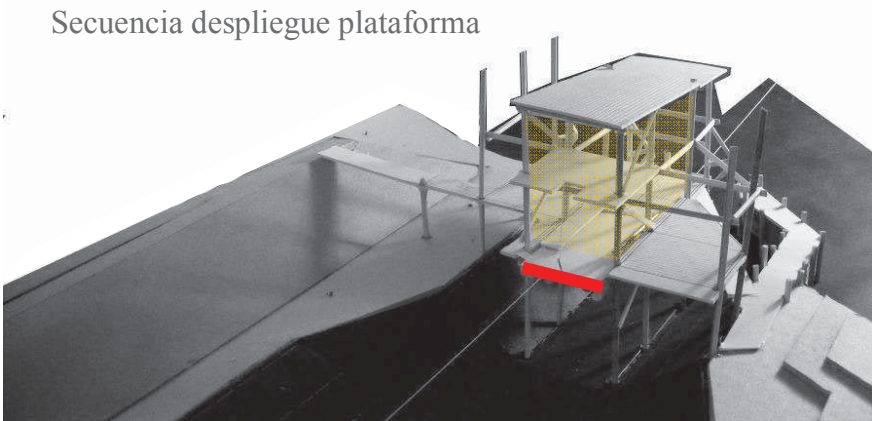


Figura 155. Maqueta secuencia despliegue.

Secuencia Balsa de cruce

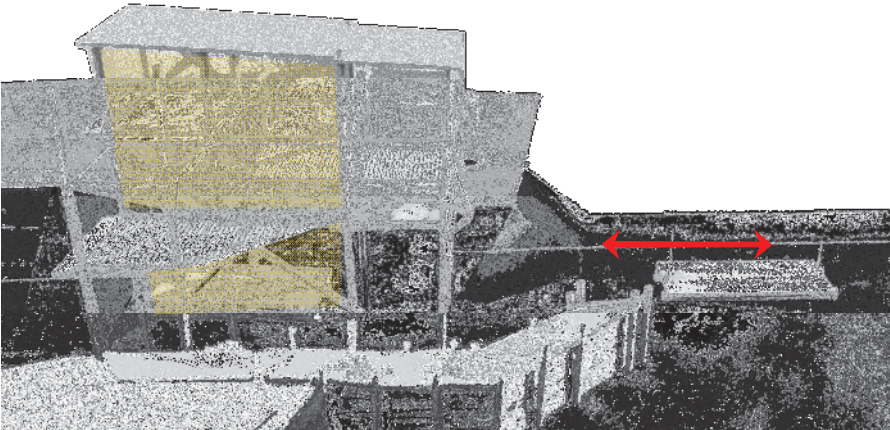
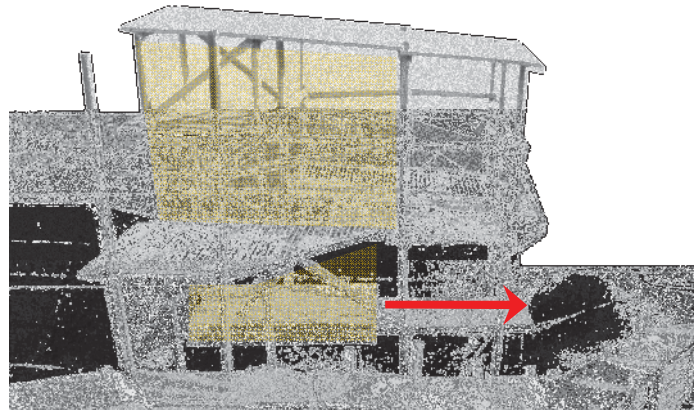
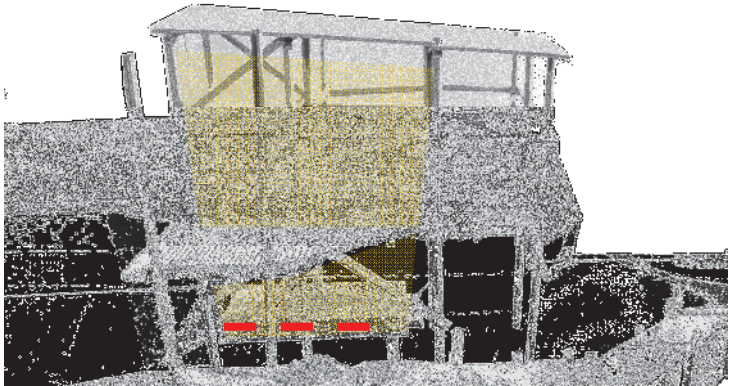


Figura 156. Maqueta secuencia, balsa de cruce.

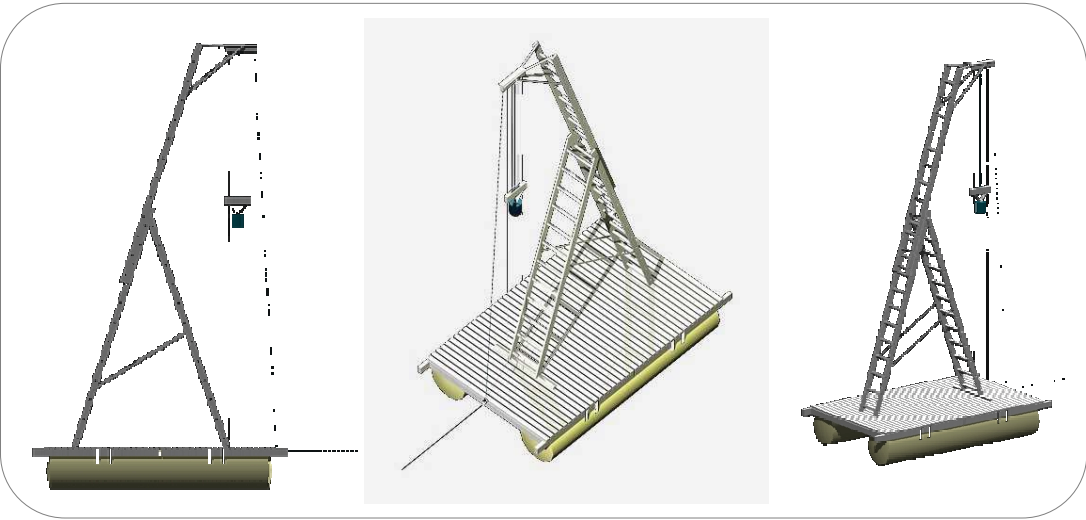


Figura 157. 3D plataforma flotante y sistema de arrastre.

En paralelo al proyecto tesis el Magíster en Arquitectura y Diseño Náutico y Marítimo se plantea el autoencargo de un canal de pruebas sin lugar fijo, polifuncional, y que sea parte del piso de la Casa del Dante. Otorgando la opción de cruce del estero Mantagua a los terrenos del norte.

Como objetivo específico es proyectar y construir una plataforma flotante portátil para ensayos hidrodinámicos con la incorporación desmontable del sistema de arrastre por medio de contrapesos.

Lo cual fue desarrollado mediante perfiles de aluminio de secciones rectangulares, construyendo la plataforma en dos módulos, unidos por medio de dos bisagras tipo pomel, esto montado sobre dos pontones de covernil, de 3mts de largo y 0,55 de diámetro, con posibilidad de anclaje a fondo por cuatro tubos de cañería galvanizados de 1/4", amarrados a la plataforma por medio de abrazaderas de acero inoxidable. Se generó el sistema de arrastre desmontable por medio de un conjunto de roldanas triple suspendidas a 5 mts de altura desde una escalera tijera – telescópica amarrada a la plataforma, por medio de 4 lingas. Los planos generales y de detalles de la plataforma y del sistema de arrastre pueden ser consultados en las paginas 71 a la 77, del capítulo VII. Metodología.

A continuación se expone la planimetría del emplazamiento y las vistas de la plataforma flotante para ensayos hidrodinámicos, seguido de una secuencia de imágenes de las pruebas realizadas en el estero Mantagua.



Inicio ensayo

Modelo emerge con 25,1 Kg. de fuerza

2,04 m/s en 30 mts

Vuelve a flote

Termino



Instalación sistema de medición

Ensayo con 27,5 kg

Calibración de peso

Vista termino de ensayo

Amortiguación



Contrapesos

Guía y sistema de medición de velocidad

Contrapesos en altura

Figura 158. Ensayos y partes de la plataforma y sistema de arrastre

5. Demostración hidrodinámica del prototipo

La plataforma en el agua no presento problemas de estabilidad, constituyéndose como un elemento flotante liviano, firme y resistente.

Se realizaron 3 sesiones de ensayos hidrodinámicos , 29 de noviembre del 2009, 30 de octubre del 2010 y el 15 de noviembre del 2010. los ensayos mostraron resultados positivos entre el modelo y el sistema de arrastre, arrojando resultados cualitativos y cuantitativos de velocidad y resistencia.

Con la primera prueba se desarrollaron cálculos matemáticos en conjunto con los postulantes a magíster, Mauricio Bravo y Hernán Villalón, posteriormente en los próximos dos ensayos se incluyo un sistema electrónico de medición conectado inalámbricamente a un computador portátil que entrego resultados mas exactos en un grafico.

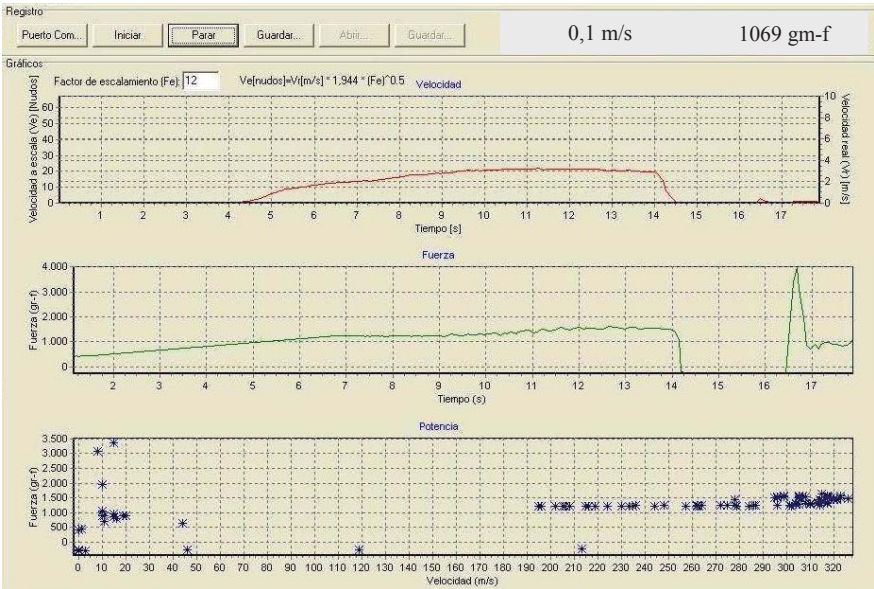


Figura 159. Registro ensayos hidrodinámico 13.

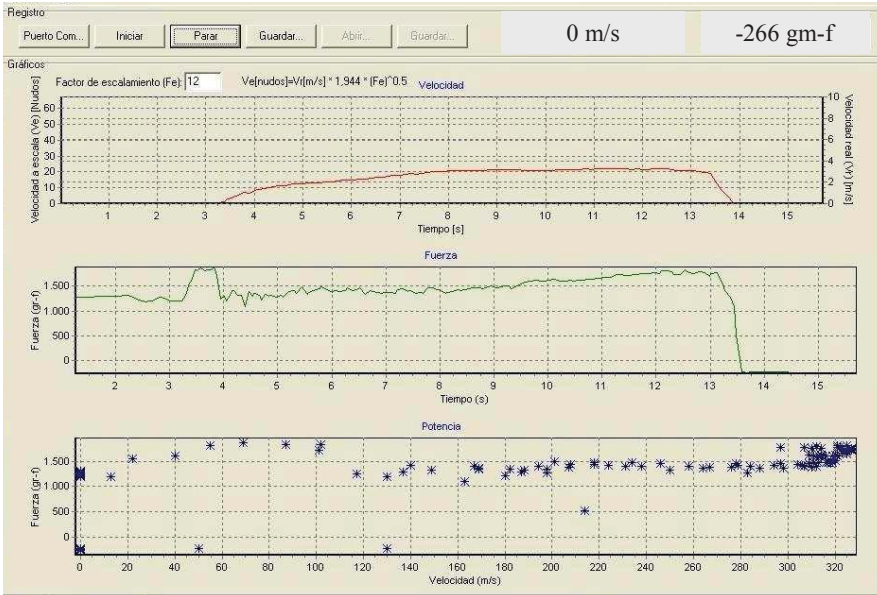


Figura 160. Registro ensayos hidrodinámico 15.

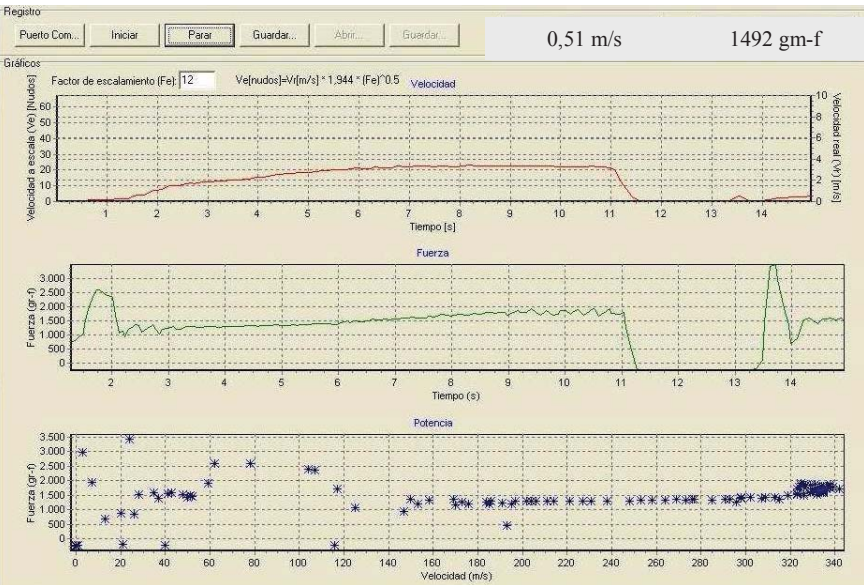


Figura 159. Registro ensayos hidrodinámico 14.

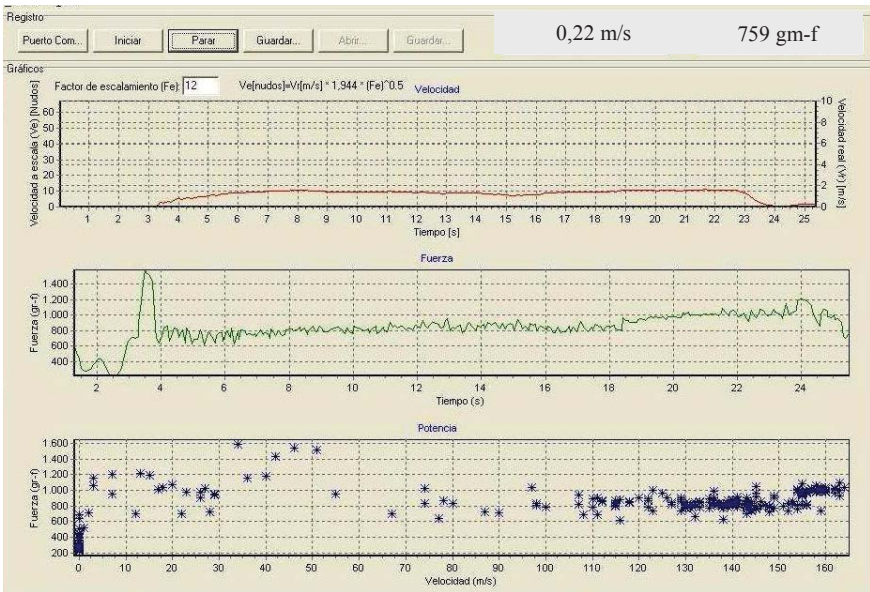


Figura 161. Registro ensayos hidrodinámico 16.

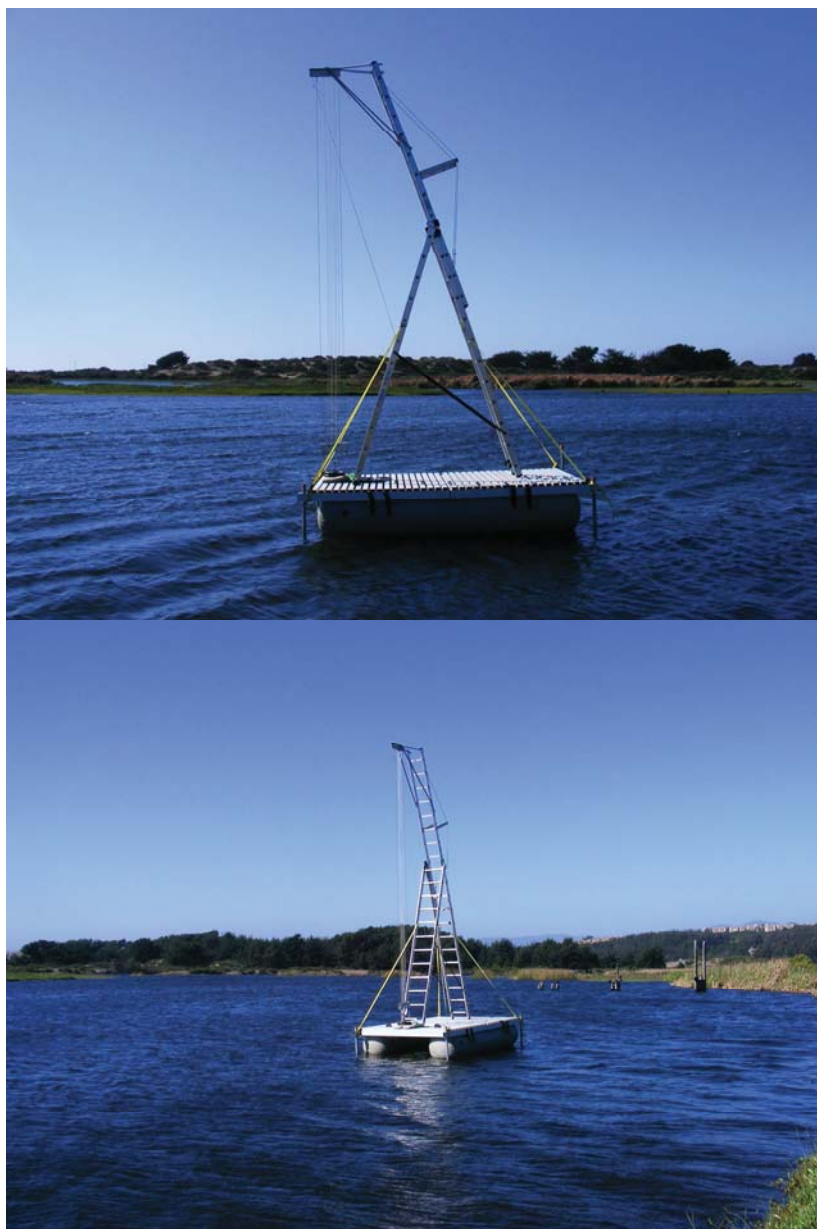


Figura 162. vistas de la Plataforma en el Estero Mantagua.

6. Cálculo de la potencia efectiva.

Los siguientes cálculos fueron desarrollados con las mediciones de sistema de arrastre de la plataforma flotante, en conjunto con los postulantes a magíster Mauricio Bravo y Hernán Villalón, ambos trabajando en temas de tesis distintos para el desarrollo de la lancha Hidrofoil.

Ensayo del 15 de noviembre 2010.

Cálculo de la Fuerza de arrastre.

Los siguientes datos y cálculos están basados en la prueba N° 14 del sistema de arrastre, tomando la máxima potencia alcanzada previa al vuelo y la velocidad promedio al tiempo señalado en el gráfico.

Cálculo de la velocidad del modelo.

- $D = 30 \text{ (m)}$
- Promedio de las últimas 3 velocidades = 1.0 m/s
- Previo a emerger.

Relación entre modelo y Prototipo

$$\eta = \frac{l_p}{l_m} = \eta = \frac{13(m)}{1.08(m)} = 12$$

a.- Datos del modelo

- $V_m = 1,0 \text{ m/s}$
- $L_m = 0,70 \text{ m}$
- $\mu_m = 0,001518 \text{ N s/m}^2 \text{ a } 5^\circ \text{C}$ (Viscosidad)
- $S_m = 0,084 \text{ m}^2$ (Área mojada en vuelo)
- $S_m = 0,770 \text{ m}^2$ (Área mojada en reposo + alas = $0,8548 \text{ m}^2$)
- $\varphi_m = 1.000 \text{ kg/m}^3$ (Densidad del agua)
- $R_{Tm} = 2,596 \text{ kg}$

b.- Datos del Prototipo

- $V_p = V_m \sqrt{\frac{L_m}{L_p}} = 3,464 \text{ m/s} * (1,943 \text{ nudos}) = 6,73 \text{ nudos}$
- $L_m = 13 \text{ m}$
- $\mu_m = 0,001518 \text{ N s/m}^2 \text{ a } 5^\circ \text{ C}$
- $S_m = 10,2576 \text{ m}^2$ (escalando el dato del modelo a 12)
- $S_m = 53,69 \text{ m}^2$ (según planos 1:1) medida tomada para este cálculo
- $\phi_m = 1.000 \text{ kg/m}^3$ (Densidad del agua)

Cálculo de la Potencia efectiva

a partir de los datos obtenidos en las Pruebas en el sistema de poleas flotante.

a. Cálculo Coeficiente de resistencia total del modelo

- $R_T = \frac{V^2 S \phi}{2} C_T$
- $C_{Tm} = \frac{R_{Tm}}{\frac{1}{2} V_m^2 S_m \phi}$
- $C_{Tm} = 0,006074$

b. Cálculo Coeficiente Friccional del modelo

- $C_{Fm} = \frac{0,0075}{(\log R_{LM} - 2)^2}$
- $R_{lm} = \frac{V_m L_m \phi_m}{\mu_m}$ (Número de Reynolds)
- $R_{lm} = 461.133,06$
- $C_{Fm} = 0,000558$

c. Cálculo coeficiente Resistencia del modelo

- $C_{Rm} = C_{Tm} - C_{Fm}$
- $C_{Rm} = 0,006074 - 0,000558$
- $C_{Rm} = 0,005516$

4.- Cálculo Resistencia Friccional del modelo

- $R_{Fm} = \frac{S_m V^2 \phi_m}{2} C_{Fm}$
- $R_{Fm} = 0,2384892 (\text{Kg m/s})$

d. Cálculo Resistencia Residual del modelo

- $R_{Rm} = R_{Tm} - R_{Fm}$
- $R_{Rm} = 2,3575108 (\text{kg m/s})$

e. Cálculo Resistencia Residual del prototipo

- $R_{Rp} = R_{Rm} \lambda^3 \frac{\phi_p}{\phi_m} \quad \lambda = \frac{L_p}{L_m}$
- $R_{Rp} = 4.073,7786 \text{ Kg}$

f. Cálculo Coeficiente Friccional del prototipo

- $C_{Fp} = \frac{0,0075}{(\log R_{Lp} - 2)^2} \quad R_{lp} = 61189064,55$
- $C_{Fp} = 0,00025045$

g. Cálculo (por efecto de la rugosidad)

$$\Delta C_{Fp} = 0,4 * 10^{-3}$$

$$\Delta C_{Fp} = 0,0004$$

h. Cálculo Resistencia Friccional del prototipo

$$R_{Fp} = \frac{S_p V^2 \phi_p}{2} (C_{Fp} + \Delta C_{Fp})$$

$$R_{Fp} = 48,1197 Kg \frac{m}{s}$$

i. Cálculo Resistencia Total del prototipo

$$R_{Tp} = R_{Rp} + R_{Fp}$$

$$R_{Tp} = 4.121,8983 Kg \frac{m}{s}$$

j. Cálculo Potencia Efectiva

$$EHP_p = R_{Tp} * V_p$$

$$EHP_p = 4.121,89(Kg) * 3,464(\frac{m}{s}) = 14.278,226 Kg \frac{m}{s} (/76)$$

$$EHP_p = 187,871hp$$

$$EHP_p = 187,871hp$$



Figura 163. Vistas de la Plataforma en el Estero Mantagua.

IX. Conclusiones

1. Se realizó el primer estudio para los cálculos de la Cuenca Quintero – Mantagua, obteniendo el caudal máximo de 457,8 m³/s para un periodo de retorno [T], cada 10 años.

2. Por medio de tres perfiles transversales, elaborados en tres tramos, se verificaron las alturas máximas de agua que posee el estero Mantagua, para el tramo Ciudad Abierta de Ritoque, siendo estas: 1,27 mts, 1,80 mts, y 2,30 mts.

3. Se proyectó un Canal de Pruebas abierto a las aguas del estero, de 50mts.de largo por 13mts. de ancho, y 3,35 mts. de profundidad, con taludes naturales de 33°, y niveles de agua que varían desde, 1,80mts., 2.55 mts. y 3,35 mts. de profundidad. En el costado sur-oeste del canal y sobre el nivel del terreno se propone construir un talud de arena producto de la excavación, con ángulos de 33°, reforzado con docas, de dimensiones de 55mts. de largo por 7 mts. de ancho y 3,00 mts.de altura, con el propósito de proteger la obra del viento SW, predominante en la costa. En conjunto a esto, se proyectan al lado nor-este del eje del canal, 864m² de una plataforma, diseñada con el resto de la excavación, para el desarrollo de modelos marítimos.

4. Seguido de lo anterior, se procedió a la propuesta de diseño estructural y espacial de la Casa del Dante en pilotes de madera impregnada de 0,20 mts de diámetro, en dos módulos de 3,2 mts. por 3,2 mts y 2,5 mts. por 3,2mts, alcanzando una altura máxima de 7 mts. desde el fondo del estero. La Casa del Dante se planteó como una obra abierta, a cualquier actividad y oficio que se desarrollase en la Ciudad Abierta.

5. Se proyectó y construyó en aluminio, pletinas de acero inoxidable y 8 roldanas de technil, un sistema de arrastre desmontable por medio de contrapesos, que se suspende desde la altura máxima de la Casa del Dante, para arrastrar un modelo y obtener resultados en una distancia de 40 mts. pudiendo agregarle a esto un contrapeso máximo de 35 a 40 kg.

6. Se proyectó y construyó en aluminio una plataforma flotante portátil para ensayos hidrodinámicos, de dimensiones de 3.52 mts. de eslora por 2mts. de manga, se utilizaron para esto, dos pontones inflables de covernil, del muelle

flotante de la embarcación Amereida, de 3,00 mts de largo y 0,55 mts de diámetro, resultando un puntal de 0,65 mts. llegando a calar en el agua, entre 10cms. a 20 cms.

Una de las características fundamentales de esta plataforma es que se concibió como parte del piso desmontable de la Casa del Dante, no teniendo esta un lugar fijo, y sirviendo para múltiples funciones relacionadas con el agua.

7. Para la incorporación del sistema de arrastre en la plataforma, se recurrió a la compra de una escalera tijera - telescópica, donde su altura máxima de 5,52 mts. permitió instalar el sistema, que suspendido desde una altura de 5mts. alcanzó un arrastre de 30 mts. de longitud en los ensayos hidrodinámicos. En la primera prueba la escalera presentó problemas de flexión, cerca de su altura máxima, lo cual fue solucionado por un sistema estructural que impidió su posterior arqueamiento.

8. La plataforma y el sistema de arrastre no presentó problemas en las tres sesiones de ensayos para el modelo Hidrofoil, que se realizaron en el estero Mantagua, 29 de noviembre del 2009, 30 de octubre del 2010 y el 15 de noviembre del 2010, pudiendo obtener los primeros valores en resistencia, equivalencia en 25 nudos y potencia 187 hp. En la segunda prueba, se agregó un sistema electrónico inalámbrico de medición, el cual falló por problemas técnicos, los cuales se solucionaron en la tercera prueba, donde se obtuvieron resultados cualitativos y cuantitativos que entregó un gráfico por medio de un software computacional.

Se concluye en lo anteriormente expuesto, suponiendo para una futura etapa, la construcción del canal, terraplenes, taludes, y La Casa del Dante, encaminándose a ser un aporte para la V región y formar parte de las obras y trazados poéticos de Ciudad Abierta, como una hospedería fundada en las aguas del estero, comunicando ambos terrenos por medio de una balsa-piso que desprende de la estructura.

X. Bibliografía

Discusión bibliográfica

1. Fundamento teórico.

- IOMMI, Godofredo, Introducción al primer poema de Amereida, Valparaíso, Taller de Investigaciones Gráficas, Escuela de Arquitectura UCV, 1982.
http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Introducci%C3%B3n_al_Primer_Poema_de_Amereida

- VARIOS AUTORES, Amereida I, Santiago, Editorial Cooperativa Lambda, 1967.
http://wiki.ead.pucv.cl/images/e/e4/Amereida_I.pdf

- VARIOS AUTORES, Amereida II, Viña del Mar, Taller de Investigaciones Gráficas, Escuela de Arquitectura UCV, 1986.
http://wiki.ead.pucv.cl/images/6/6a/Amereida_II.pdf

- ESCUELA DE ARQUITECTURA UCV, Amereida Travesías 1984 a 1988, Viña del Mar, Taller de Investigaciones Gráficas, Escuela de Arquitectura UCV, 1991.

- VARIOS AUTORES, Apertura de los terrenos, Viña del Mar, Ciudad Abierta, 1971.
http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Apertura_de_los_Terrenos

- IOMMI, GODOFREDO, Carta del errante, París, Ailleurs, France, 1963.

- IOMMI, GODOFREDO, El pacífico es un mar erótico, Viña del Mar 1984.
http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/El_Pac%C3%ADfico_es_un_Mar_Er%C3%B3tico

- IOMMI, GODOFREDO, Eneida-Amereida, Viña del Mar, Taller de Investigaciones Gráficas, Escuela de Arquitectura UCV, 1982.
<http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Eneida-Amereida>

- UCV, Escuela de Arquitectura, Fundamentos de la escuela de arquitectura, Santiago, Impreso en los Talleres del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas, 1971.
http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Fundamentos_de_la_Escuela_de_Arquitectura

■ UCV, Escuela de Arquitectura, Fundamentos de la escuela de arquitectura, Santiago, Impreso en los Talleres del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas, 1971.

http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Fundamentos_de_la_Escuela_de_Arquitectura

■ UCV, Escuela de Arquitectura, Manifiesto del 15 de Junio 1967, Valparaíso, Escuela de Arquitectura UCV, 1971.

http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Manifiesto_del_15_de_Junio_1967

■ IOMMI, Godofredo, Voto propuesto al senado académico 1969, Valparaíso, Escuela de Arquitectura UCV, 1971.

http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Voto_Propuesto_al_Senado_Acad%C3%A9mico_1969

■ IVELIC, Boris, Embarcación Amereida, Valparaíso, Ediciones universitarias de Valparaíso, 2005.

■ CRUZ, Fabio, Sobre la observación, Valparaíso, Constel, 1993.

<http://www.ead.pucv.cl/1993/sobre-la-observacion/>

■ EYQUEM, Miguel, Proyecto La Casa del Dante, Escuela de Arquitectura UCV, 2008.

■ ALIGHIERI, Dante, La divina comedia, el Paraíso, 1321, P413.

■ MELVILLE, Hernan, Moby Dick, Argentina, Debolsillo, 2007, P 205.

2. Fundamento técnico.

■ Canal de experiencias hidrodinámicas de El Pardo.

<http://www.cehipar.es/instalaciones/aguastranquilas/>

■ White, Frank M. Mecánica de fluidos. McGraw-Hill. Madrid. España. 2008.

■ Canal de Ensayos Hidrodinámicos de la Universidad Politécnica de Madrid

<http://canal.etsin.upm.es/>

■ SEVERAL AUTHORS, How The Earth Made Us, Alemania, R.U y USA, BBC,2010.

3. Metodología

AGUILAR, Alex, Manual básico para el análisis de una cuenca hidrográfica, Universidad de Los Lagos, 2007.

http://n2t1.files.wordpress.com/2007/10/manual_basico_analisis_cuenca.pdf

■ VEN TE CHOW, Ph. Hidráulica de Canales Abiertos. Santafé de Bogota, McGraw - Hill, 1994.

■ CORIPA S.A. Metodología de Instalación de Geotubos en Obras de Costa.

<http://www.coripa.com.ar/Defensa-de-Costas/20-Geotubos%20%3E>

■ Gonzales, Marta, Fórmula racional, Universidad Politecnica de Madrid.

<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/hidrologia-de-superficies-y-conservacion-de-suelos/ocw-marta-pdf/Tema11.pdf>

■ -INSTITUTO Nacional de Hidráulica.

www.inh.cl

■ VILLON, Máximo, Hcanales, Costa Rica.

Software para la determinar características hidráulicas de canales y tuberías en general.

Link de descarga:

<http://rapidshare.com/#!download|344tl|140499099|hidraulicos.blogspot.com-Hcanales.zip|5759>

■ DI PIETRO, P.; URROZ, G. - Performance Testing on a Three Dimensional Composite High Strength Soil Erosion TRM (Turf Reinforcement Mat). Maccaferri. Utah Water Research Laboratory.

■ DGA, Guía para la presentación de Solicitudes de Modificación en Cauces Naturales o Artificiales.

<http://www.dga.cl/orientacionalpublico/guias/Paginas/default.aspx>

■ SHOA, Servicio Hidrografico y Oceanografico.

www.shoa.cl

XI. Anexos

1. Discurso defensa Tesis

Discurso realizado con apoyo multimedia, frente a directores, profesores, ayudantes y alumnos de pre y postgrado, de la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, e[ad]PUCV, en la presentación final del proyecto-tesis, para obtener el grado de Magíster en Arquitectura y Diseño Mención Náutico y Marítimo.

11 de diciembre del 2012, , e[ad]PUCV.

Soy Pablo Ramírez arquitecto de la universidad la republica y postulante a obtener el grado de magíster náutico y marítimo, el título de mi tesis lleva como nombre, *La Casa del Dante en Ciudad Abierta* obra que alojaría un canal para ensayos hidrodinámicos y una plataforma de modelación.

El origen del encargo encuentra lugar en que hace ya algunos años Miguel Eyquem proyecta la Casa del Dante con motivo de resolver un tránsito entre tierra y agua, el magíster responde a ello y lo une a la necesidad de tener un lugar físico donde poder experimentar y comprobar empíricamente ensayos de modelos de las Tesis que aquí se proyectan y materializan.

Actualmente existe la carencia del espacio para estudios de modelos náuticos y marítimos en la V región. Por otra parte, el costo de pruebas en el canal de Valdivia y la distancia, acrecientan la necesidad de construir esta obra. Ya que existe sólo un canal en Chile y tres en Sudamérica. Por lo que beneficiara a investigadores del Magíster e innovaría en un sistema de arrastre para la cuantificación de pruebas, siendo una posible apertura a la Región.

Emplazándose dentro de las 270 hás. de Ciudad Abierta a 600m del mar, ocupando una superficie de 2.430 m² trazado en un eje Nor-Oeste perpendicular y abierto a las aguas del estero Mantagua de origen pluvial, En los objetivos abarcados están los Estudios del estero, la cuenca Quintero Mantagua y alternativas de encauce. Proyectar el canal bajo las condiciones naturales del entorno más un terraplén para modelos y sobre el agua del canal

y del estero, un programa habitable, la Casa del Dante, que suspendería de su altura máxima de 7 metros un sistema de arrastre por contrapesos.

Un huésped se es cuando se habita invitado, el latín lo nombra hospes, el que alberga o el que es albergado.

En Ciudad Abierta esto es vivencia y no mero cumplimiento, por lo mismo se piensa en una obra que se viva de forma tal, a la que no se le exijan límites, a la cual su propia frontera son sus actos y nosotros. Con esto la Casa del Dante se transforma más que en una forma, una estructura o una materia, en un huésped, es como decir que su hacer no tiene opción, es libre, se abre al Pacífico y al mar interior, sin embargo posee algo muy propio, que es la respuesta a ¿Por qué nació y se posó ahí, en lo abierto?

En la apertura de los terrenos se dice que la Ciudad Abierta al colocarse sobre la arena permite que el océano se haga presente en su equivalencia con la tierra, a lo cual me pregunto, ¿Por qué no existe una obra que vincule con más extensión esta semejanza entre agua y tierra?, Y es entonces donde La Casa del Dante con coraje viene a habitar el borde interior, en la aventura, para encontrar lo propio, emergiendo de un vasto misterio, la flotabilidad, como se revela del canto XXXIII de la divina comedia donde Neptuno queda atónito al ver una embarcación flotar sobre la fluctuante superficie de su reino. Buscamos un tiempo y un espacio donde poder dar cabida a una forma de habitar, que plasme el resultado de lo náutico y lo marítimo, del agua, la tierra, el hombre y su condición poética, causando un nuevo rasgo y regalo a Ciudad Abierta en que lo abierto vislumbre su nuevo significado, un continuo partir y descubrir en lo más puro de la educación, la travesía y la solución al problema.

En lo físico, una estructura de palafitos y un canal abierto a las aguas del estero y, que podría ejemplificar un gesto de invitación al Océano Pacífico a tierra y viceversa, en que ya no se está en el borde sino dentro y fuera en la suerte de los ritmos de su habitar. De aquí nace el acto de la obra que es la apertura al agua. Y por medio de un piso pivotante conceder esta cualidad de poder estar allí en diversas actividades, transformando la dimensión del espacio en virtud del agua, la luz y los reflejos.

Se desarrollaron las siguientes hipótesis

- Estero:

Mediante el estudio del avance de bordes del estero y de la cuenca Quintero Mantagua se conseguirán posibles alternativas de encauce para impedir la erosión de los bordes. Utilizando la teoría hidráulica de canales abiertos y calculo de caudales del ingeniero hidráulico y profesor Jorge Pastene

- Canal:

Generar el canal de pruebas mediante una excavación transversal al estero Mantagua, con paredes ataludadas en el ángulo natural de posamiento de la arena (33°), protegiéndolo del Viento SW mediante un terraplén aerodinámico lateral.

Empleando el principio de contrapeso para impulsión de los modelos, sustentándolo desde lo alto de la casa del Dante.

- Casa del Dante:

Mediante la luz natural, la refracción, el reflejo y la transparencia, lograr que la estructura de la casa del Dante desvele la cualidad de flotabilidad. Por medio de un piso que baja y flota sobre el agua produciendo el cambio de dimensión del espacio por medio de la luz, una extensión multidireccional en contacto con el agua.

Debido al aplazamiento de la construcción de la obra el magíster reacciona con un nuevo encargo de un canal de pruebas sin lugar fijo, polifuncional, perteneciente al piso de la Casa del dante y dar la opción de cruce del estero Mantagua a los terrenos del norte. Proyectando y construyendo una plataforma flotante portátil para ensayos hidrodinámicos con la incorporación desmontable del sistema de arrastre por medio de contrapesos. Entonces Mediante perfiles de aluminio de secciones rectangulares, construir una plataforma en dos módulos, que se unan por medio de bisagras y posen sobre dos pontones de covernil de 3mts de largo y 0,55 de diámetro, con posibilidad de anclaje a fondo con cuatro tubos galvanizados de 1/4". Asimismo, generar el sistema de arrastre desmontable por medio de un conjunto de roldanas triples diseñadas y suspendidas a 5 mts de altura desde una escalera tijera – telescópica amarrada a la plataforma,

multiplicando la distancia de cada tramo resultando un arrastre de 30 mts. de longitud.

Resultados:

1. Cuenca Quintero- Mantagua, verificación de niveles y caudal de 457,8 m³/s en 100 años de retorno. Tres propuestas de encauce estero Mantagua tramo Ciudad Abierta.

2. Restructuración de las partes del proyecto.

Canal de 50mts. x 13mts. x 3.35 mts., con taludes de 33 °, y niveles de agua, 1,80mts., 2.55 mts. y 3,35 mts., talud de 55m x 7 m x 2.5m más 864m² para plataforma de modelación. Propuesta estructural y espacial de la Casa del Dante en dos módulos de 3,2 x 3,2 mts y 2,5x3,2mts alcanzo una altura de 7 mts.

4. Construcción plataforma flotante de pruebas, cruce, y piso de Casa del Dante de 3.52 x 2mts y 0,65 m de puntal con 155 kgs de peso

5. La plataforma y el sistema de arrastre no presento problemas pudiendo obtener los primeros valores en resistencia, equivalencia en nudos, potencia en pruebas del modelo Hidrofoil a 2,065 m/s.

Se concluye en los resultados anteriormente expuestos, suponiendo para una futura etapa la construcción de la La Casa del Dante, canal, terraplenes y taludes encaminándose a ser un aporte para la V región y formar parte de las obras y trazados poéticos de Ciudad Abierta como una hospedería fundada en las aguas del estero comunicando ambos terrenos por medio de una balsa-piso que desprende de la estructura.

La construcción de la plataforma flotante portátil en ensayos hidrodinámicos, permitió concretar una parte del canal de pruebas, obteniendo primeros resultados en velocidad, potencia y resistencia del modelo Hidrofoil, la estructura superior presento flexiones inesperadas las cuales serán solucionadas por medio de una viga tensada. Si bien la cantidad de pesos permitió emerger el modelo a una velocidad constante se observo que se requiere aumentar la cantidad de fuerza de arrastre para obtener la potencia final y una velocidad equivalente a 25 nudos.

2. Gráficos del Estudio de las Curvas cruzadas para el muelle flotante de la embarcación Amereida.

El magíster dentro de sus asignaturas se enfoca en el tema de conocer la estabilidad de una embarcación, en el curso de Teoría Náutica y Marítima, con el Profesor Boris Guerrero, aquí se dan encargos a cada estudiante para desarrollar los cálculos de algún elemento flotante referido al tema de su tesis. En este caso se llevo a cabo el estudio del muelle flotante de la embarcación Amereida.



Figura 164. Vista muelle flotante embarcación Amereida.

Como primer paso esta en elaborar un dibujo 3D, en el software AutoCAD, del elemento a estudiar ,con motivo de obtener un objeto sólido tridimensional con el cual podamos trabajar y referirnos a los datos que nos entrega el programa, en relación a coordenadas y volúmenes.

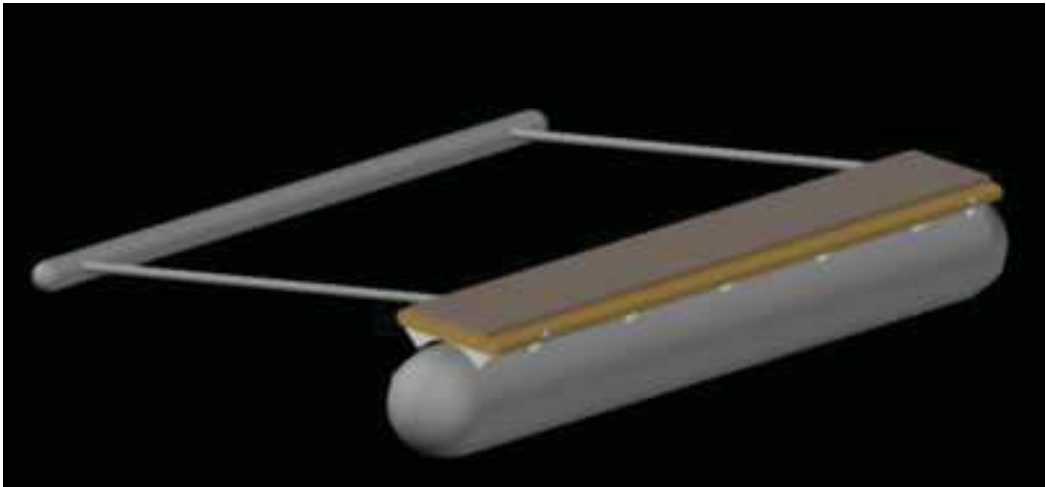


Figura 165. 3D muelle flotante embarcación Amereida.

Una vez desarrollado el 3D, se procede a realizarles cortes transversales cada 5 cms., para obtener centro geométrico del volumen que será el valor de KN. Luego se realiza una simulación de escoramiento o inclinación del objeto, en 0°, 5°,10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, y 90°, con los datos obtenidos se generan las curvas cruzadas que contienen la proyección de un gráfico tridimensional que indica el valor del Brazo de Adrizamiento KN en función del Desplazamiento “W” y del Ángulo de Escora “ θ ”.

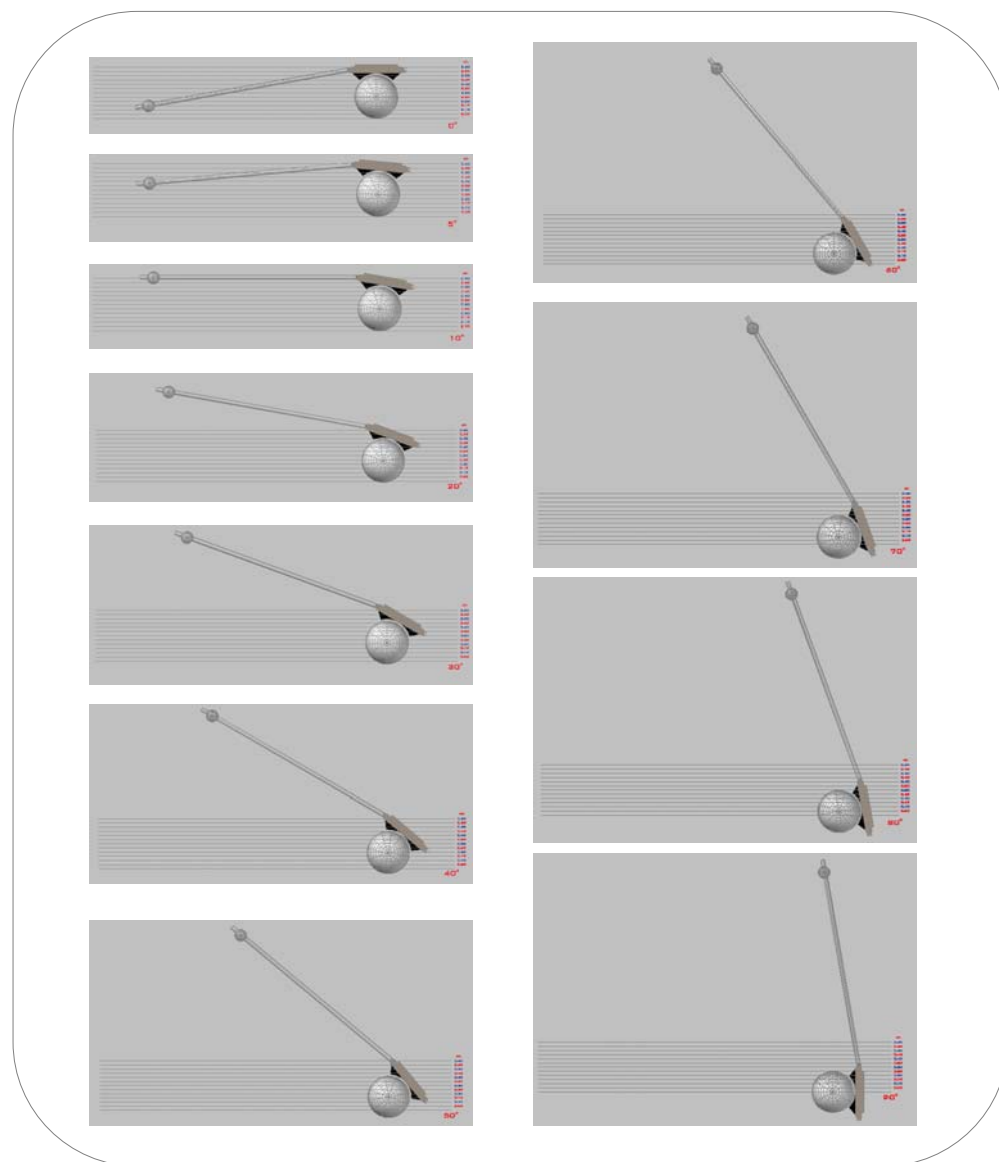


Figura 166. Simulación de escoramiento del muelle para 0°, 5°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, y 90°, para la obtención de las curvas cruzadas y el Grafico tridimensional.

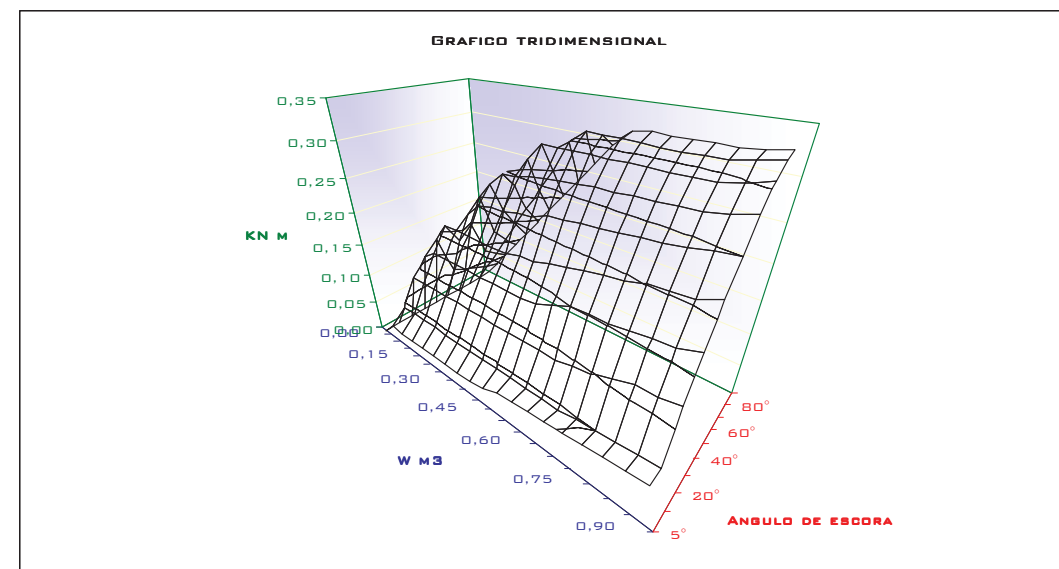


Figura 167. Grafico tridimensional.

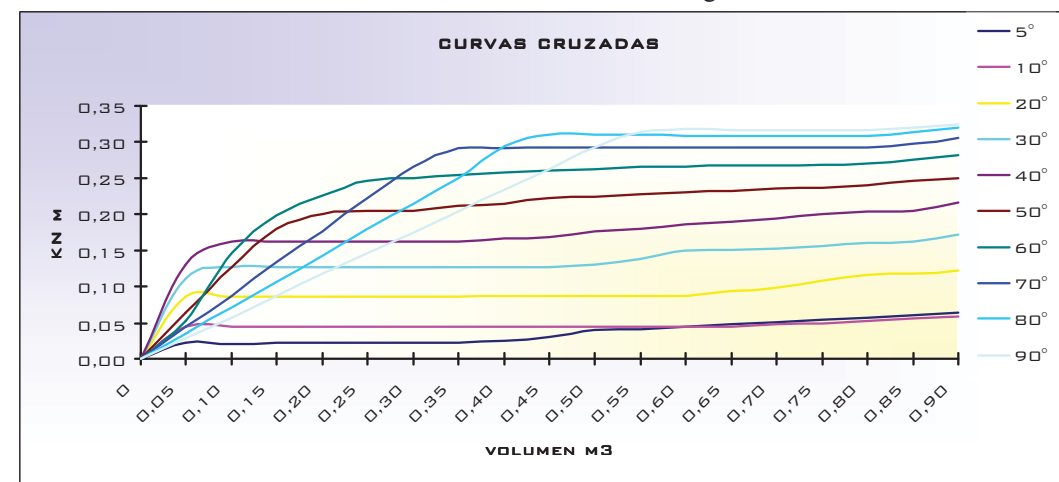


Figura 168. Grafico curvas cruzadas.

El resultado que arrojo el desarrollo de las curvas cruzadas concluyeron en la positiva estabilidad para el muelle flotante, si alguna curva hubiese resultado bajo el 0,00, el muelle se volcaría

3. Estudio de la ola del Tsunami del 27 de febrero del 2010.

Luego del terremoto del 27 de febrero del 2010, se procedió junto al Director del magíster, Boris Ivelic y el estudiante Juan Carlos Olivas, a realizar un registro y estudio, de cómo afecto la ola del Tsunami en las costas de la VII Región del Biot Bio, pasando por los siguientes poblados:



Figura 169. Poblados del catastro.

En Lebu producto del levantamiento del terreno y el ingreso de la ola por el río, embarcaciones quedaron encalladas en el lecho desaguado. El levantamiento fue de aproximadamente de los 3 mts. y la cota de inundación no se vio afectada y por tanto el poblado tampoco.



Figura 170. Lebu, vista satelital de Google Earth..

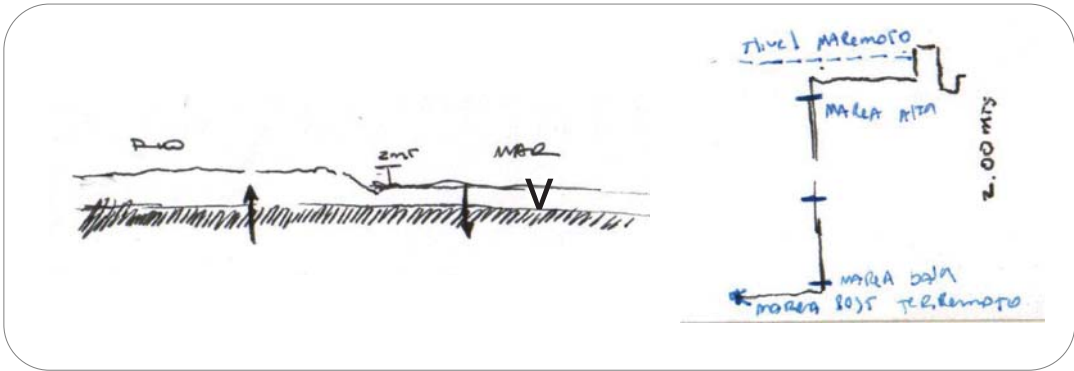


Figura 171. levantamiento del terreno y perfil de incidencia en el borde rio

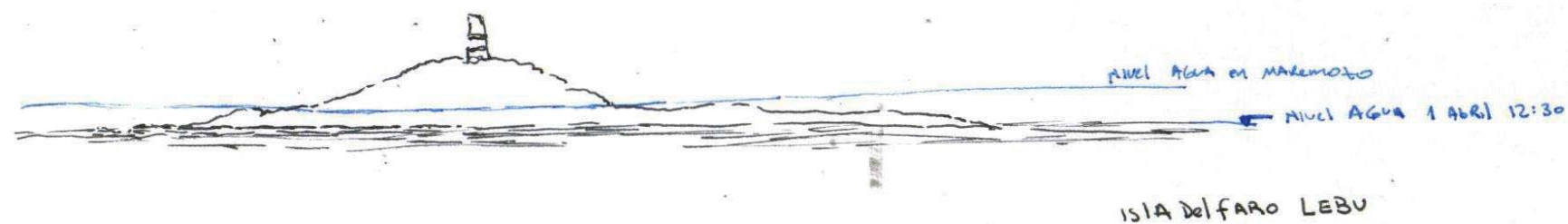


Figura 172. Registro catastro Lebu.

La segunda visita fue a la ciudad de Arauco, donde la ola no provoco daños, debido a la distancia que se encuentran las viviendas de la costa, pero si ingreso 500 mts en direccion al poblado con una atura baja, que según testigos alcanzo a los mas los 30 a 40 cms.



Figura 173. Arauco, vista de Google Earth..

la incidencia que trajo el movimiento sísmico, fue el emparejamiento del fondo de la playa, cambiando rotundamente la forma en como revienta la ola.



Figura 174. Arauco, registro del catastro.

En Caleta Tubul la situación fue distinta, aquí la ola afecto con gran potencia, habitantes del lugar pensaron que no iban a sufrir el tsunami, debido a la punta que los protegía, sin embargo la ola reboto en el acantilado de enfrente, trayendo la onda expansiva del maremoto hacia el poblado.



Figura 175. Caleta Tubul, vista de Google Earth..

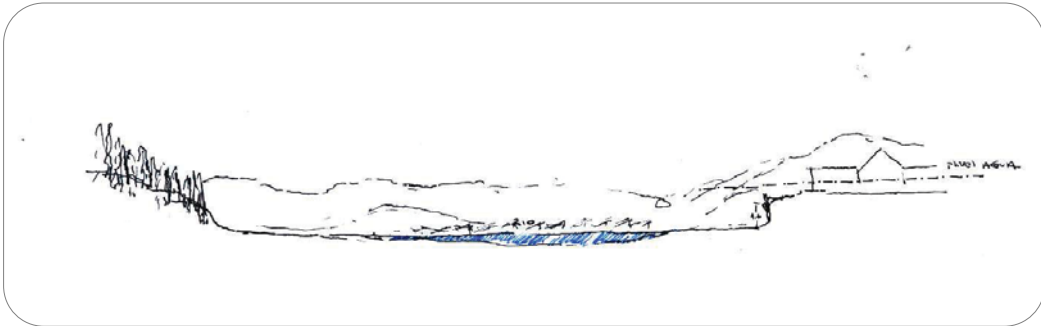


Figura 176. El nivel de agua subió por el río hasta ingresar a las viviendas.



Figura 177. Forma en como llegó la ola a Tubul, y el nivel de 5 mts. de incidencia que tuvo..



Figura 178. Caleta Tubul, registro del catastro.

Llico fue el poblado del golfo de Arauco que sufrió las mayores consecuencias con el tsunami, debido a su ubicación, quedando frente a la onda expansiva de la ola y sus 2 mts. de altura. Esta caleta no contaba con ninguna protección que disipara la energía del maremoto, causando la destrucción de la mayor parte del pueblo.



Figura 179. Llico, vista de Google Earth..



Figura 180. Llico, registro del catastro.

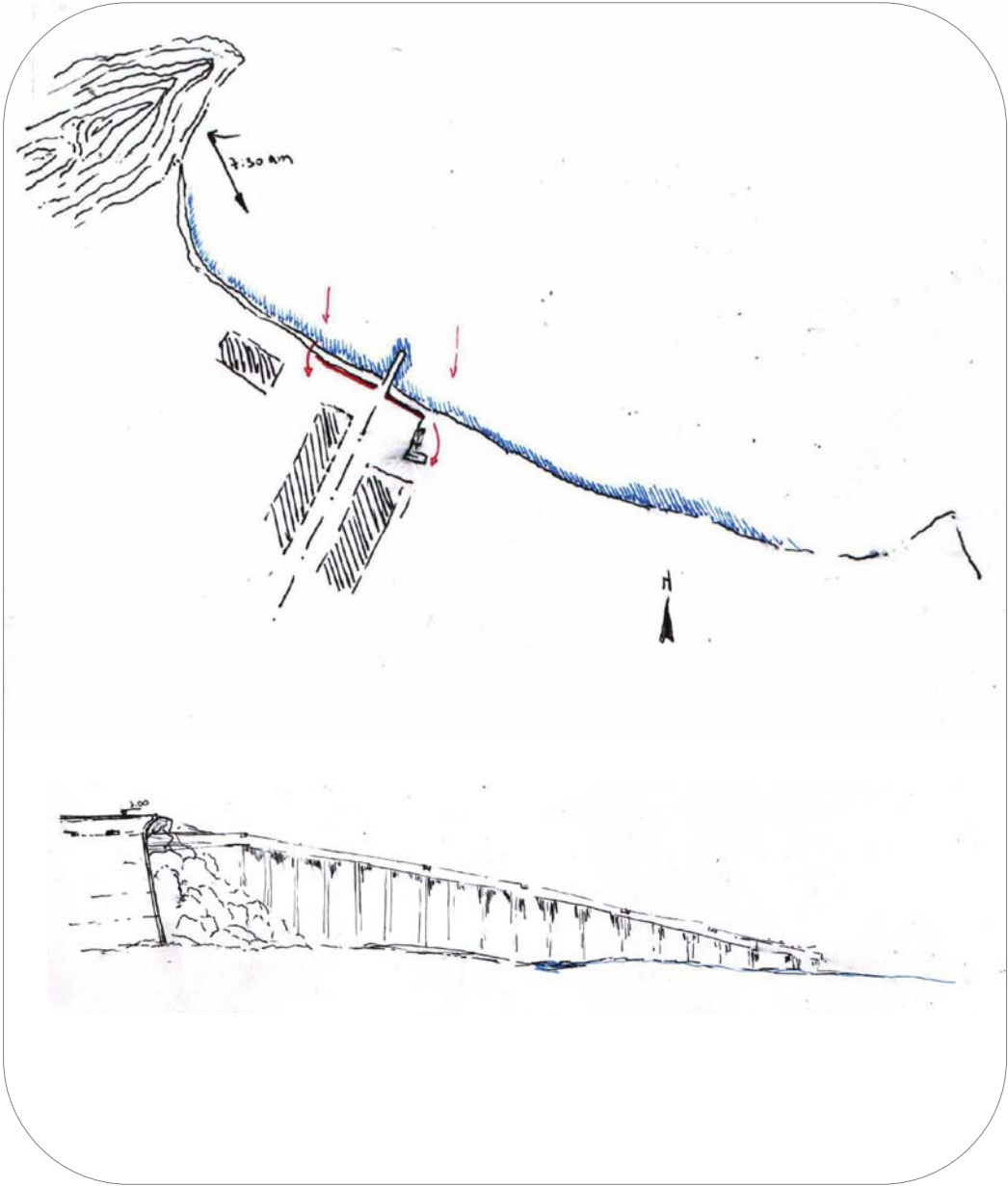


Figura 181. La ola ingresa por los costados de la caleta en dirección a todo el poblado.

Lota no sufrió abates de la gran ola al estar en una ubicación geográfica que le proporcione protección, sin embargo la ola llegó a su orilla pero no con gran potencia destructiva del borde.



Figura 182. Lota, vista de Google Earth..



Figura 183. Lota, registro catastro.

En Coronel el terremoto junto al tsunami, provocó la destrucción de la reciente obra de espacio público emplazada en la costanera, dejando a la vista claramente el levantamiento del terreno.

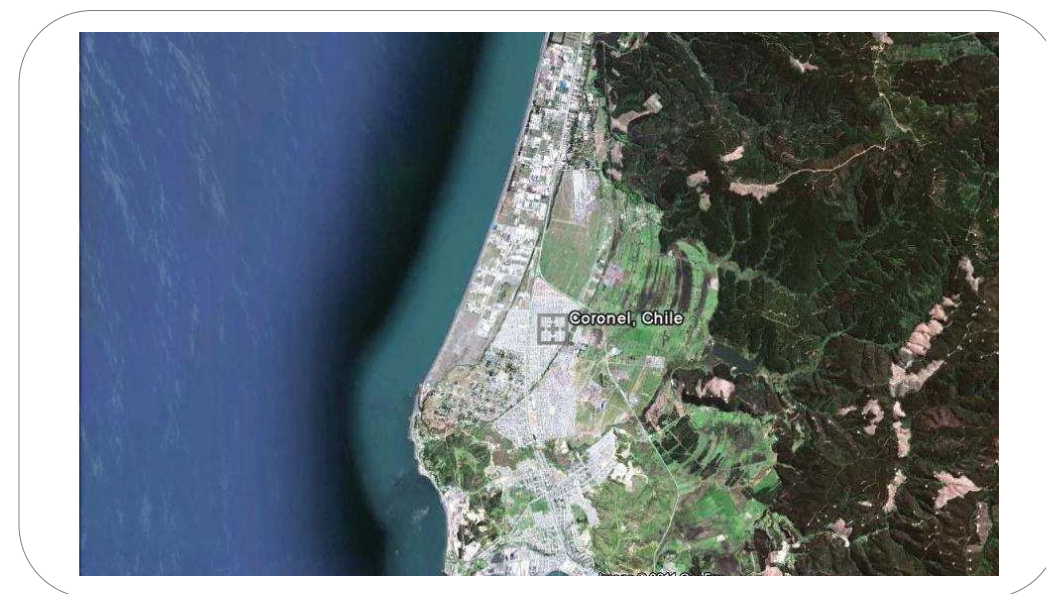


Figura 184. Coronel, vista de Google Earth..



Figura 185. Coronel, registro del catastro.

En Talcahuano la ola de casi 12 mts de altura, repercutió de tal manera que arrasó con el borde destruyendo embarcaciones, locales, viviendas y gran cantidad de instalaciones en ASMAR, suspendiendo sus actividades por completo.



Figura 186. Talcahuano, vista de Google Earth..



Figura 187. Talcahuano, registro catastro.

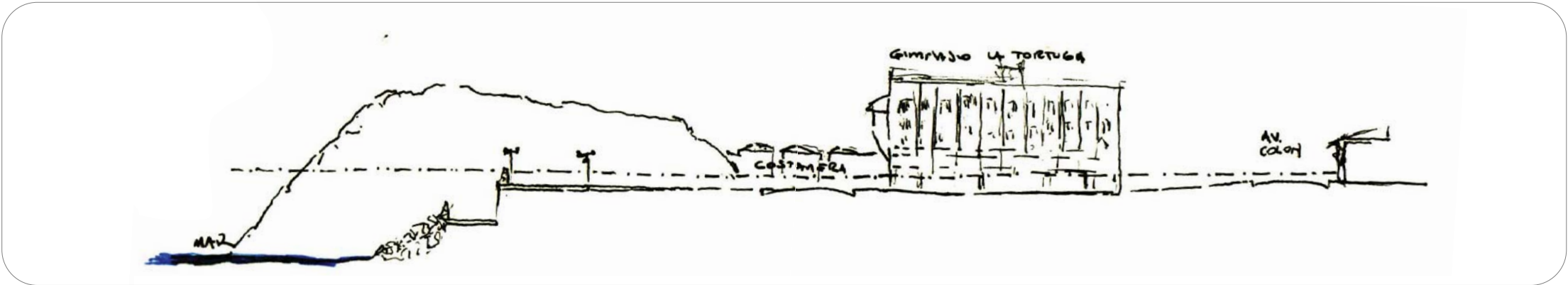


Figura 188. Perfil de incidencia de la cota de inundación en Talcahuano.

En Penco la ola llegó a los 4 mts. de altura, afectando toda la costa del pueblo, en este lugar no hubo muertes que lamentar ya que los habitantes del borde están preparados para evacuar por algún tsunami que provoque un terremoto.



Figura 189. Penco, vista de Google Earth..



Figura 190. Penco, registro catastro.

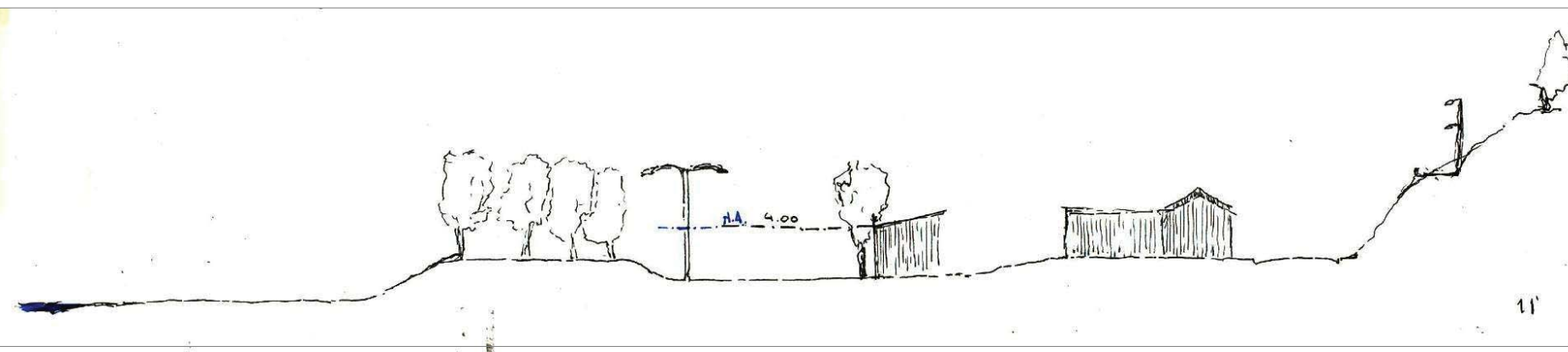


Figura 191. Perfil de incidencia de la cota de inundación en Talcahuano.

En Lirquén, por motivo de su emplazamiento, la ola del tsunami no llegó agresivamente, sin causar daños materiales ni vidas que lamentar, en el pueblo durante la visita, sucedía un estado de tranquilidad, donde los habitantes lo reflejaban en su actividad lúdica frente al mar.

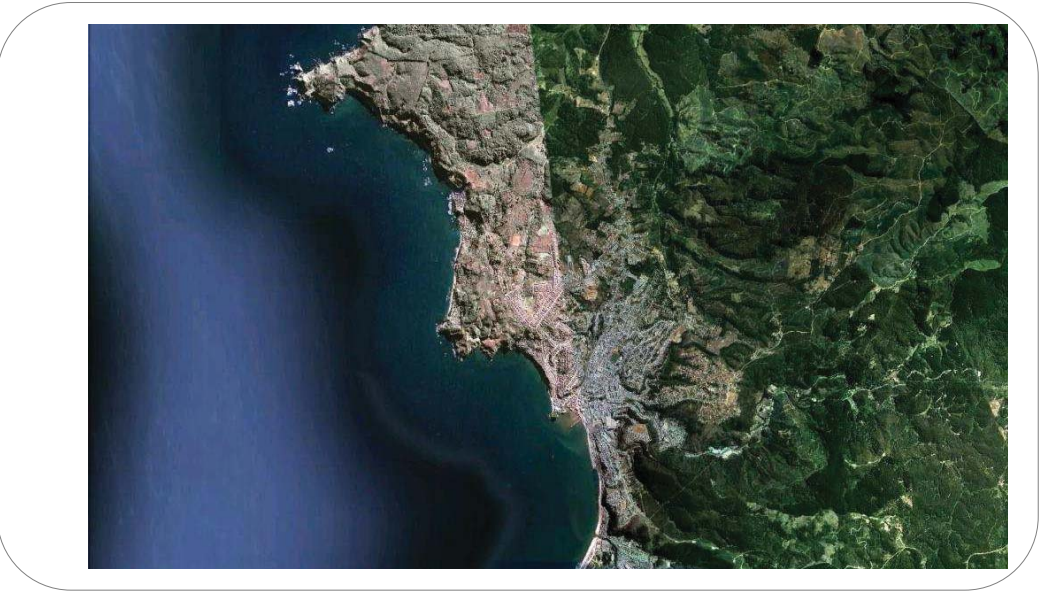


Figura 192. Lirquén, vista de Google Earth..



Figura 193. Lirquén, registro catastro.

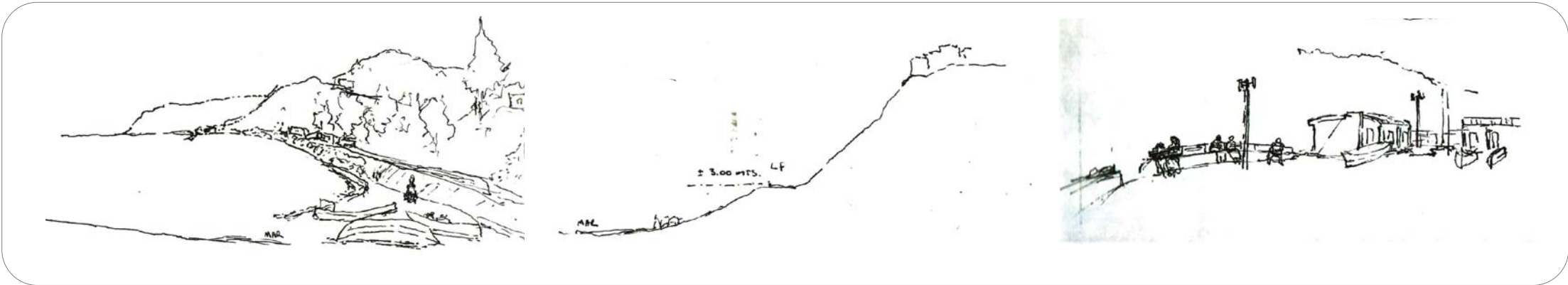


Figura 194. Croquis. Lirquén y su borde, resguardados de la gran ola siguen en el calma, viviendo su unión con el mar y el horizonte.

La zona costera se elevó hasta cuatro metros tras el terremoto del 27-F

El Laboratorio Geofísico Espacial de la UC y el Servicio Geológico de EE.UU. elaboraron un mapa que confirma como la costa se elevó mientras que los valles se hundieron.

Con imágenes satelitales tomadas antes y después del 27-F los científicos midieron cuánto se movió el terreno.

- Foto antes del terremoto
- Foto después del terremoto
- Desplazamiento

Satélite
Área de cobertura

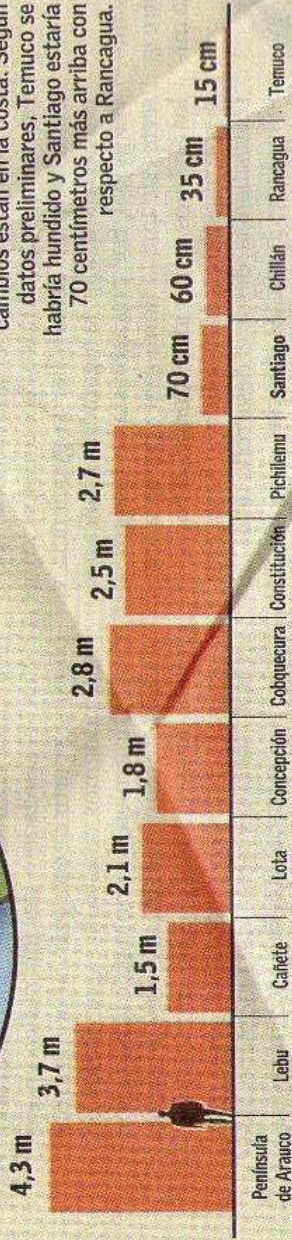
Medición desde el aire

Cada imagen satelital muestra un grupo de franjas de colores que representan 11,8 centímetros de elevación de la tierra con respecto al satélite. La suma de ellas entrega la variación del terreno y a mayor concentración de franjas, mayor movimiento de la superficie.



La zona centro-sur quedó desplazada

Las ciudades que sufrieron mayores cambios están en la costa. Según datos preliminares, Temuco se habría hundido y Santiago estaría 70 centímetros más arriba con respecto a Rancagua.



Fuentes: Juan Carlos de la Lleras, Ingeniería UC; Catalina Fortuño, Ingeniería UC y Charles Wicks, USGS

Figura 195. Publicación del diario El Mercurio, jueves 24 de febrero del 2011.

Registro post-terremoto 27 de febrero del 2010
 ► Estero Mantagua, Ciudad Abierta de Ritoque



En este lugar el movimiento de placas provocó el levantamiento del terreno 0,50 mts., desaguando por completo las aguas del estero y de la laguna Mantagua, causando nuevos niveles de profundidad del lecho en todo el tramo Ciudad Abierta de Ritoque.

Figura 196. Registro del 27 de febrero del 2010, 9 am. Estero Mantagua.

Agradecimientos

Esta tesis no hubiese podido llegar a su fin sin la ayuda sustancial de varias personas a quienes agradezco inmensurablemente:

Principalmente quiero referirme a mi profesor y director de tesis, Boris Ivelic Kusanovic, quien acepto mi postulación para cursar el magíster, y guió incondicionalmente en el correcto desarrollo del proyecto, agradeciendo también la colaboración incansable de Edison Segura, así como a los profesores Jorge Ferrada y Jaime Reyes, que todos juntos aportaron intelectualmente en el conocimiento de la Ciudad Abierta, el oficio, la poesía y la observación, y como el hombre celebra este acto incansable de aprender y crear desde la palabra.

A David Luza, por su hospitalidad, y por recibirme como huésped de la Ciudad Abierta, habitando la hospedería de La Rosa de Los Vientos, durante el periodo que duro mi magíster.

A mis compañeros y amigos, quienes aportaron con conocimientos, su experiencia por la escuela y ayuda practica para concretar la tesis: Nicolás Weiss, Homero Latorre, Egidio Jeria, Leonardo Aravena, Mauricio Bravo, Pablo Arteche y Luis Romanque.

A mi padre Leonardo, por apoyarme con su perseverancia y entregarme el coraje necesario, para ser del esfuerzo un obrar de la vida.

A mi madre Alejandra, que desde su poesía y apoyo, configuro mis esquemas desde la simpleza hasta lo complejo.

A todos mis compañeros de magíster con quienes se forjo un gran lazo: Homero Latorre, Egidio Jeria, Leonardo Aravena, Camila Hernández, Oscar Andrade, Mauricio Bravo, Daniela Baeza, Isadora Droppelman, Carla Figueroa, Eduardo Deney, Andrea Sosa, Astor Morales y Sergio Cardemil.

Finalmente, quiero agradecer, a todos los habitantes de Ciudad Abierta.

Colofón

Esta edición de 2 ejemplares corresponde al proyecto de tesis para optar al grado de Magister en Arquitectura y Diseño mención Náutico y Marítimo, de la PUCV. El cual fue realizado durante tres semestres, iniciado en agosto de 2008 y finalizado en diciembre de 2009.

Esta tesis fue diseñada en el programa Microsoft PowerPoint 2003 en un formato de 214 x 334 milímetros. La familia tipográfica utilizada en toda la edición es Times New Roman Light, detallada a continuación:

Estilo tipográfico en general:

Texto General - Times New Roman Light 12 pt, 15 de interlineado.

Títulos - Times New Roman Light 12 pt, sin interlineado.

Bajada de Título - Times New Roman Light 12 pt, sin interlineado.

Subtítulo 1 - Times New Roman Light 12 pt, sin interlineado.

Subtítulo 2 - Times New Roman Light 12 pt, sin interlineado.

Pie de foto - Times New Roman Light 10 pt, 10 de interlineado.

Pie de página - Times New Roman Light 12 pt, sin interlineado.

Estilo tipográfico en portada:

Times New Roman Light Negrita 20pt, 20 de interlineado.

Times New Roman Light Negrita 6pt, 15 de interlineado.

Times New Roman Light 10pt, 10 de interlineado.

Times New Roman Light 9pt, 10 de interlineado.

Se terminó de imprimir en el mes de marzo de 2011 en la localidad de Nos, ciudad de Santiago, Chile, con una impresora a inyección a tinta Epson Stylus TX115, en papel Opalina Gofrada.

Las portadas fueron impresas en plotter a inyección a tinta en Opalina Gofrada.

2011