Universidad de Valparaíso
CHILE
Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA PARA EL DISEÑO DE MEJORAMIENTO DE LA CONECTIVIDAD MARÍTIMA DE FANDANGO, CHAITÉN, REGIÓN DE LOS LAGOS

Alumno: Cristian Espejo Brignardello.

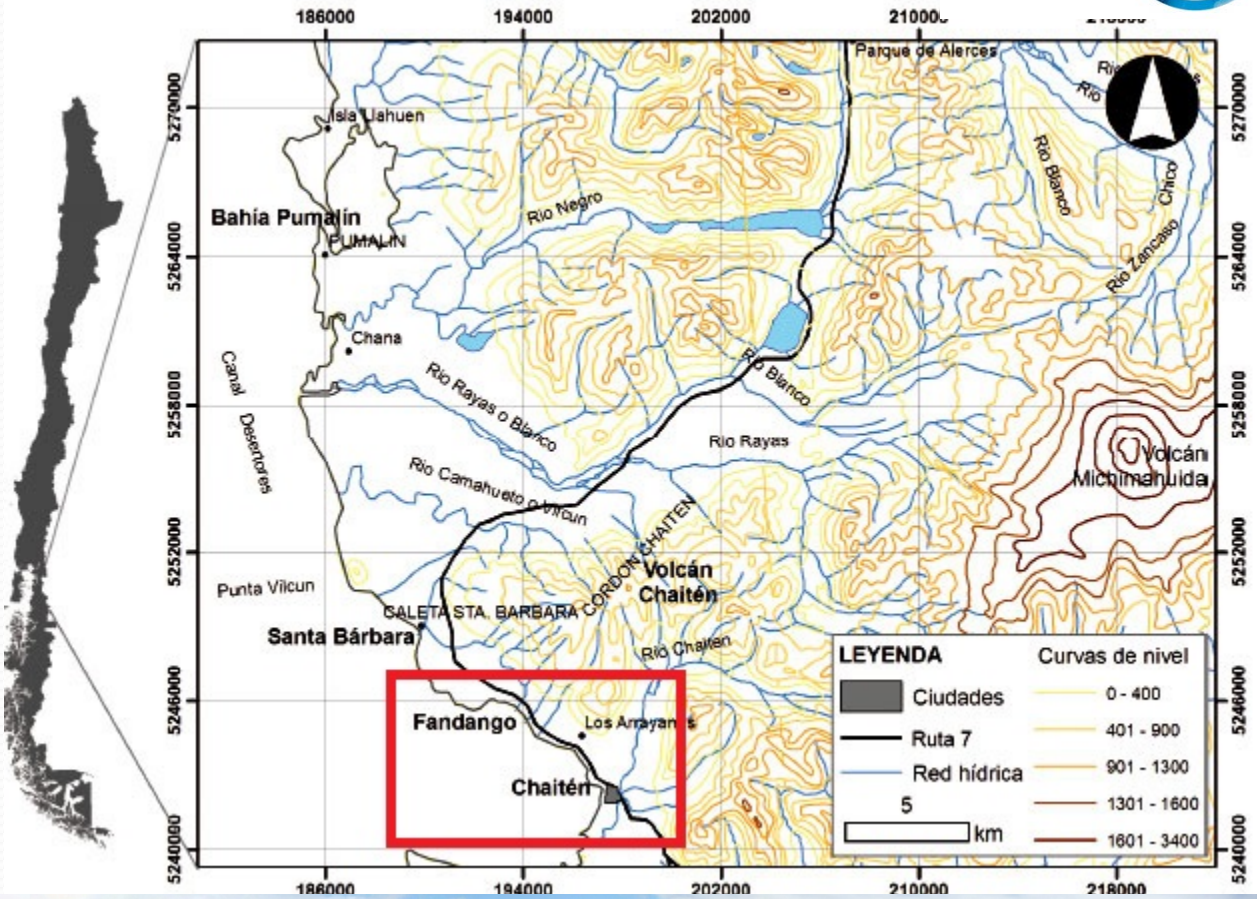
Contenidos

- Introducción.
- Objetivos.
- Adquisición de Datos.
- Caracterización Oceanográfica.
  - Batimetría.
  - Mareas.
  - Vientos.
  - Corrientes.
  - Olas.
  - Sedimentos
- Diseño Conceptual Rampa.
  - Diseño en alzado.
- Conclusiones
- Recomendaciones.

Introducción

Chaitén, comuna y antigua capital de la provincia de Palena, en la Región de Los Lagos, esta situada al norte de la desembocadura del Río Yelcho, en la costa Este del Golfo Corcovado.

La ciudad está estratégicamente ubicada cerca del extremo norte de la Carretera Austral, donde la carretera se interna tierra adentro.



La ciudad fue evacuada en mayo de 2008 cuando el volcán Chaitén entró en erupción por primera vez en más de 9.000 años. La erupción, que comenzó el 2 de mayo se hizo más violenta el 5 de mayo levantando una alta nube de ceniza y vapor sulfuroso que se elevó a 31 km, a partir de la cual se generó caída de cenizas que flotaban en la Patagonia, y sobre el Océano Atlántico.

Objetivos

Caracterizar las condiciones oceanográficas en el área de construcción de la rampa de conectividad marítima en la localidad de Fandango y sugerir el mejor esquema de diseño.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar los datos de corrientes, mareas, vientos, oleaje y sedimentos para definir la condiciones naturales del área de emplazamiento.
- Definir las condiciones reinantes y dominantes de corrientes vientos y oleaje.
- Sugerir condiciones de diseño de la rampa, considerando los requerimientos mínimos para resistir la acción de los forzantes oceanográficos y meteorológicos identificados.
- Sugerir criterios de diseño para la orientación de la nueva infraestructura y sus niveles de coronamiento.

Adquisición de Datos

Batimetría

- 2 GPS marca Trimble, modelo R6 L1/L2
- 1 Ecosonda Knudsen
- 1 Nivel topográfico Pentax modelo AL-320
- 2 sensores de mareas marca Hobo, uno de ellos con sensor de presión atmosférica.

Mareas

Mareógrafo HOBO de autocontenido, programado cada grabar un dato cada 5 min, durante un tiempo de 32 días, entre el 18 de Diciembre del 2010 y el 19 de Enero de 2011

Se realizó una nivelación a tres cotas de mareas a partir de una regla de mareas, las cuales están geo-referenciadas a la red Nacional.

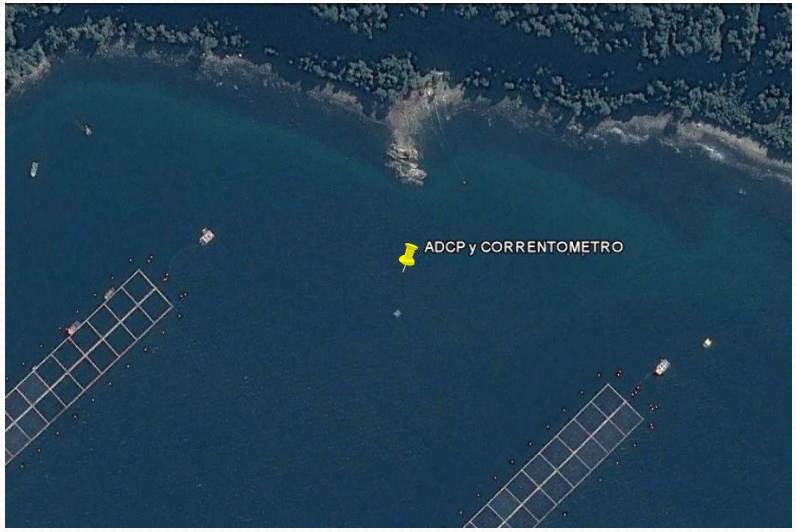
Vientos

Estación meteorológica HOBO, programada para medir cada 5 minutos durante un año, entre el 9 de Diciembre del 2009 y el 18 de Diciembre del 2010. Instalada sobre un mástil sobre los 10 m.s.n.m.m. en un lugar libre de cualquier obstáculo que impidiera el registro de alguna dirección.

Se utilizaron datos de una segunda estación meteorológica permanente ubicada en Chaitén, para comparar las condiciones de vientos entre ambos sitios.

Corrientes

Eulerianas

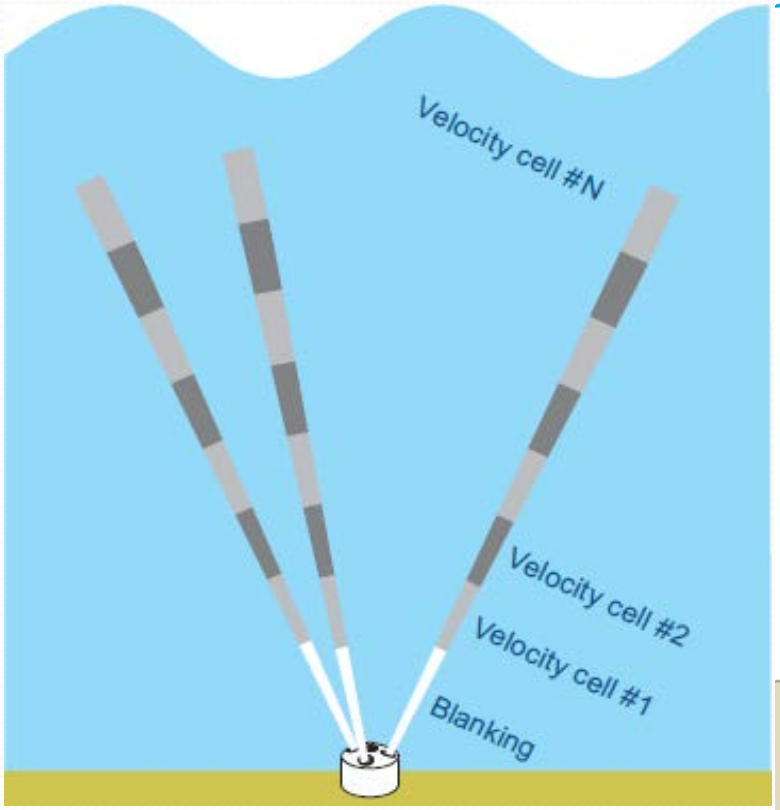


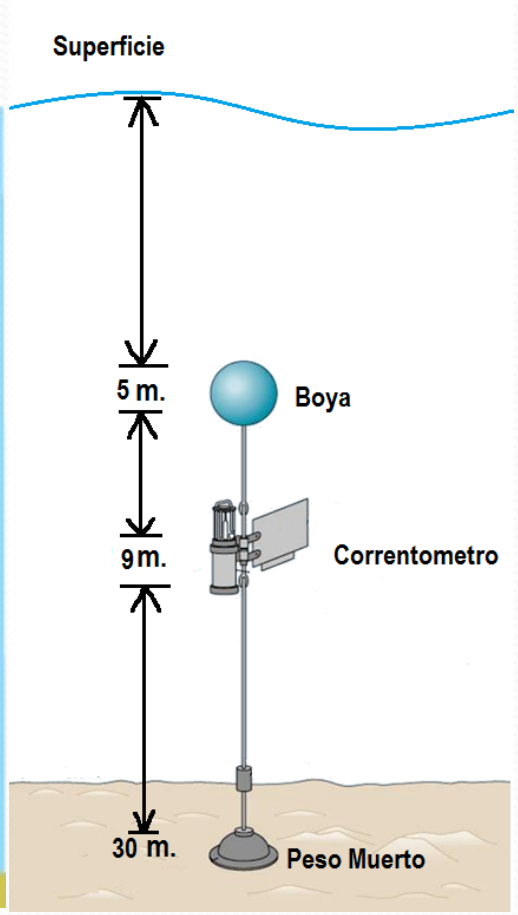
<u>Campaña de Verano</u>

ADCP fondeada a 18 m
18 de Diciembre del 2010 al 19 de Enero del 2011

<u>Campaña de Invierno</u>

Correntometro fondeado a 9 m
3 de Septiembre de 2011 y el 5 de Octubre de 2011





Esquema de toma de datos de los equipos

Corrientes

Lagrangianas

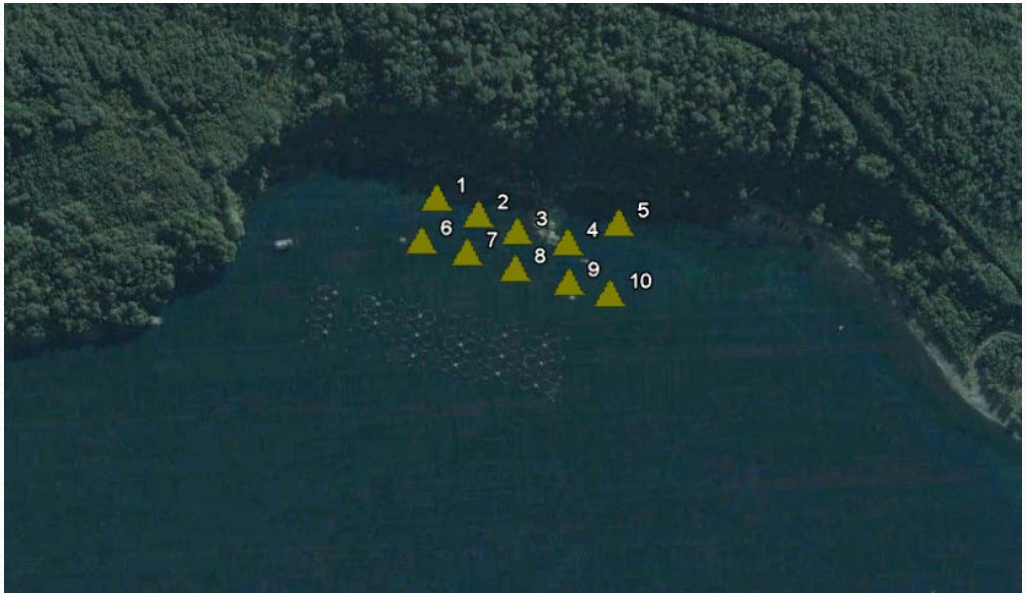
Dos derivadores a distintas profundidades 1 y 5 m

Campaña	Fecha	Fase Lunar
Verano	11-ene-2011	Cuadratura
	18-ene-2011	Sicigia
Invierno	27-sep-2011	Sicigia
	05-oct-2011	Cuadratura

Olas

El oleaje fue medido en la campaña de verano, con el mismo ADCP que se midió corrientes.

Sedimentos



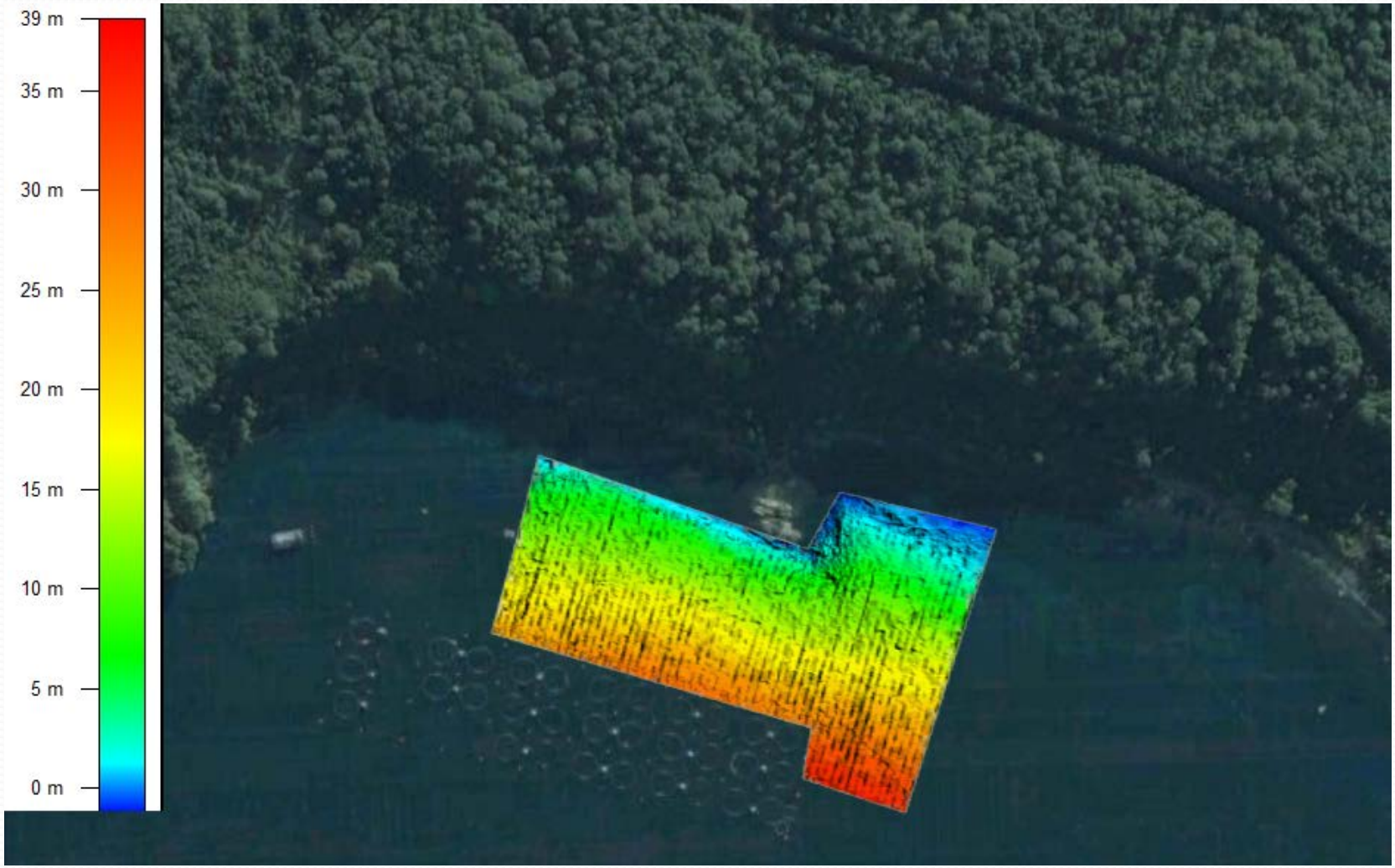
Se obtuvieron muestras de sedimentos extraídas por un buzo utilizando un sacatestigos cilíndrico en 10 sitios del área de estudio el 19 de Enero de 2011.

Resumen Adquisición de Datos

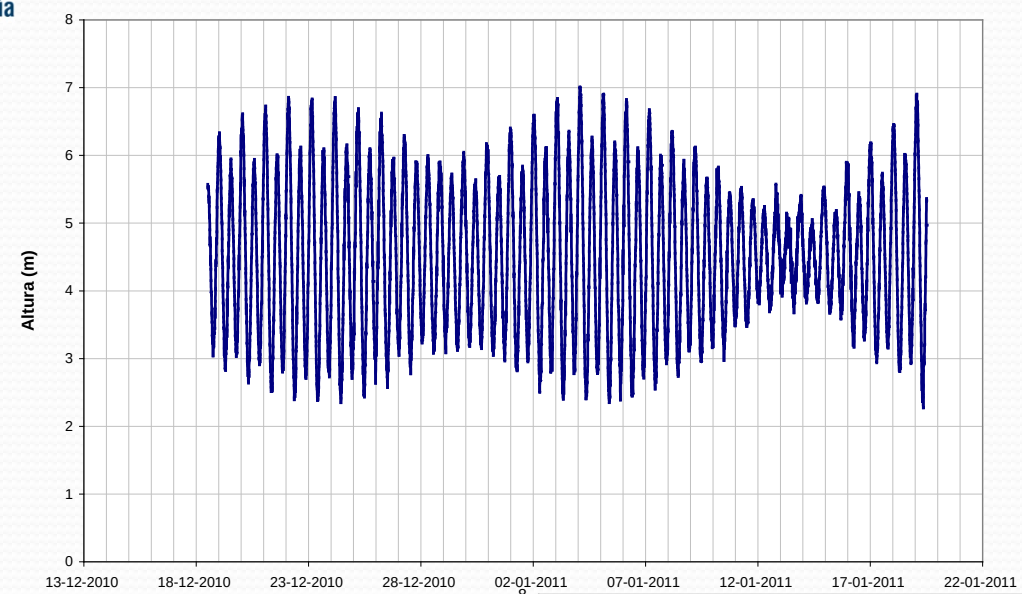
	Linea de Tiempo																						
Medicion	dic-09	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11
Olas																							
Corrientes Verano																							
Corrientes Invierno																							
Derivadores																							
Marea																							
Vientos																							
Sedimentos																							
Batimetria																							

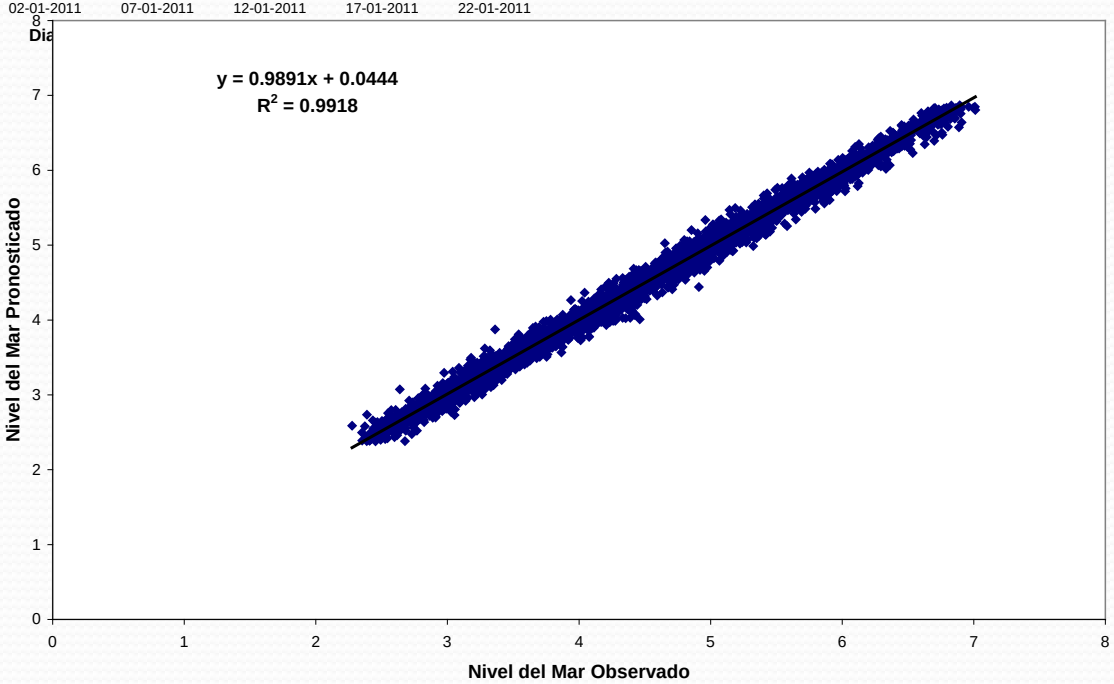
Caracterización Oceanográfica.

Batimetría

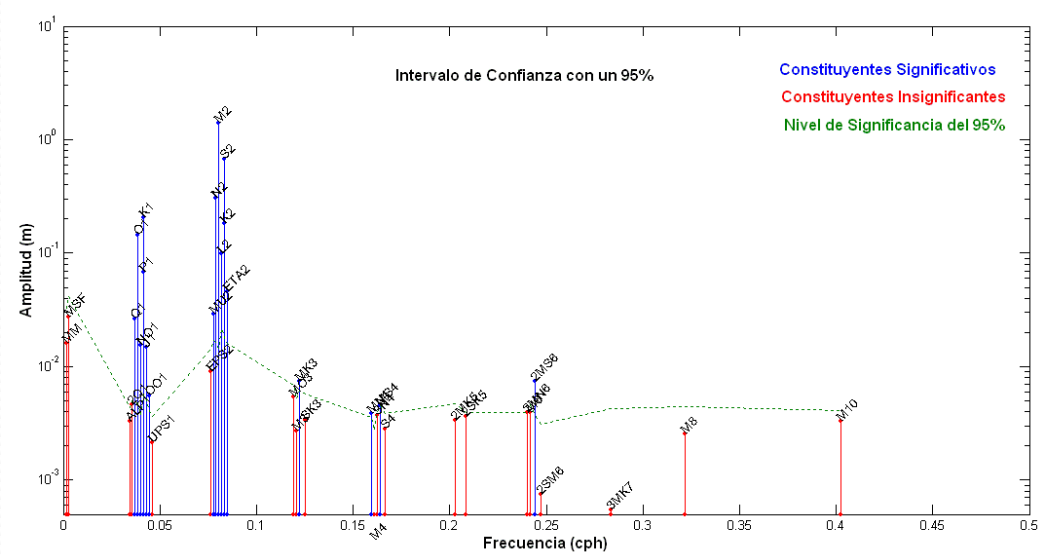


Mareas


Altura (m)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
13-12-2010
18-12-2010
23-12-2010
28-12-2010
02-01-2011
07-01-2011
12-01-2011
17-01-2011
22-01-2011
Dia


y = 0.9891x + 0.0444
R2 = 0.9918
Nivel del Mar Pronosticado
Nivel del Mar Observado
0
1
2
3
4
5
6
7
8

Análisis Armónico



$$F = \frac{({}_{amp}K_1 + {}_{amp}O_1)}{({}_{amp}M_2 + {}_{amp}S_2)}$$

$$F = \frac{(0.2057 + 0.1454)}{(1.4002 + 0.6675)} = \frac{0.3511}{2.0677} = 0.169$$

$$F = 0.169$$

F	CATEGORIA
0-0.25	SEMIDIURNA
0.25-1.5	MIXTA, PPAL. SEMIDIURNA
1.5-3	MIXTA, PPAL. DIURNA
>3	DIURNA

Análisis No Armónico

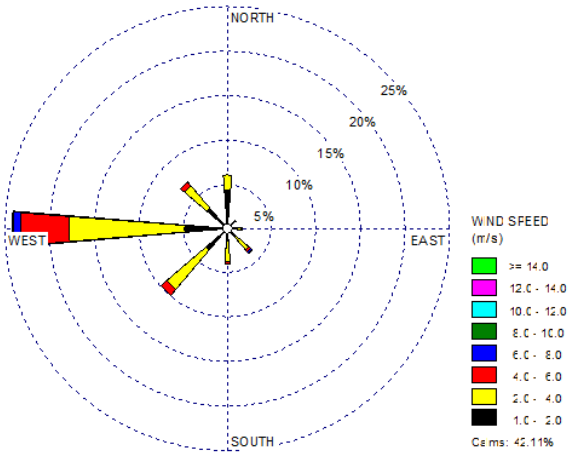
Nivel de Referencia	m. sobre el cero del sensor
NRS	1.8055
Nivel medio del mar (Zo)	4.5280
Nivel medio de la marea	4.5090
Altura media de la bajamar	2.9290
Bajamar mínima	2.1390
Altura media de la pleamar	6.1160
Pleamar máxima	7.0200
Amplitud media de la marea	3.1870
Amplitu de la marea en sicigia	4.8810

$$NRS = Z_0 - (M_2 + S_2 + N_2 + K_1 + O_1)$$

Vientos

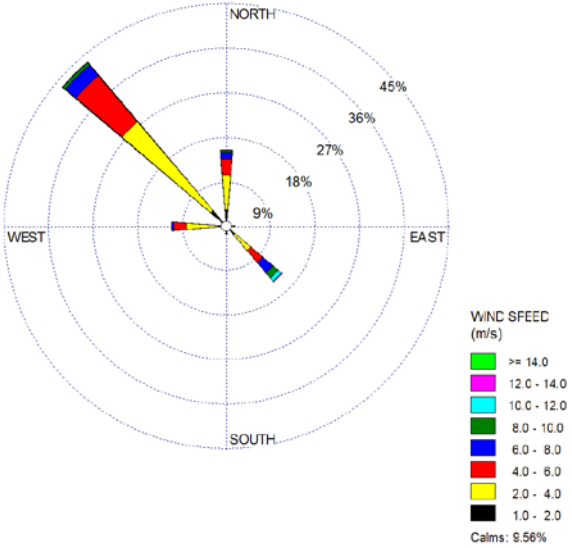
Fandango

	Magnitud (m/s)								
Direcciones	**1.0 - 2.0**	**2.0 - 4.0**	**4.0 - 6.0**	**6.0 - 8.0**	**8.0 - 10.0**	**10.0 - 12.0**	**12.0 - 14.0**	**>= 14.0**	**Total (%)**
N	4.35	1.73	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.08
NE	1.07	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31
E	0.96	0.66	0.07	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	1.72
SE	1.38	1.81	0.32	0.15	0.10	0.01	0.00	0.00	3.77
S	1.49	2.27	0.25	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	4.04
SW	3.20	5.85	0.80	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	9.89
W	4.84	12.91	5.46	0.80	0.10	0.01	0.01	0.00	24.13
NW	3.07	3.31	0.52	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	6.95
Sub-Total	20.35	28.78	7.42	1.07	0.23	0.02	0.01	0.00	57.89
Calms									42.11
Missing/Incomplete									0
Total									100

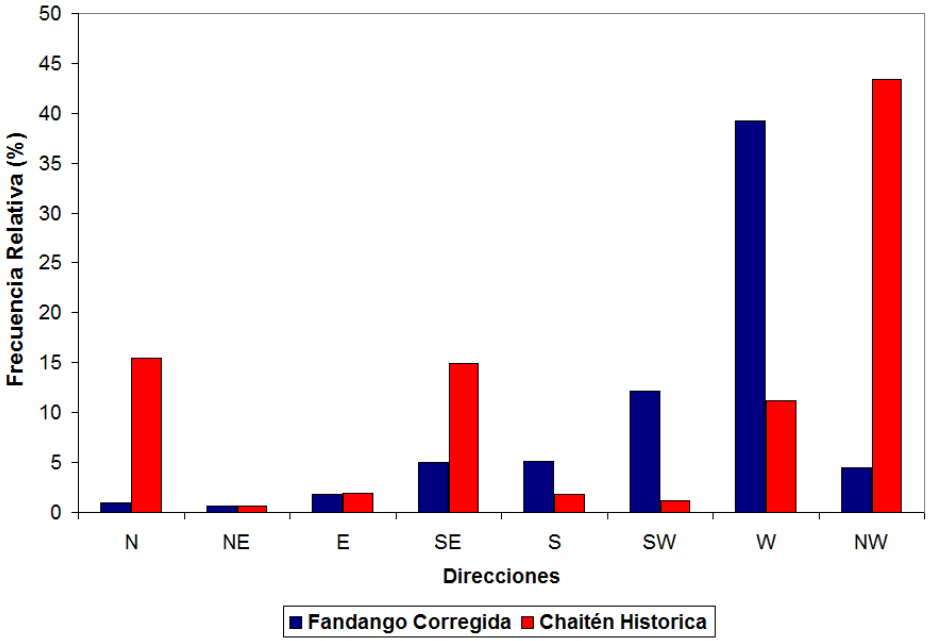


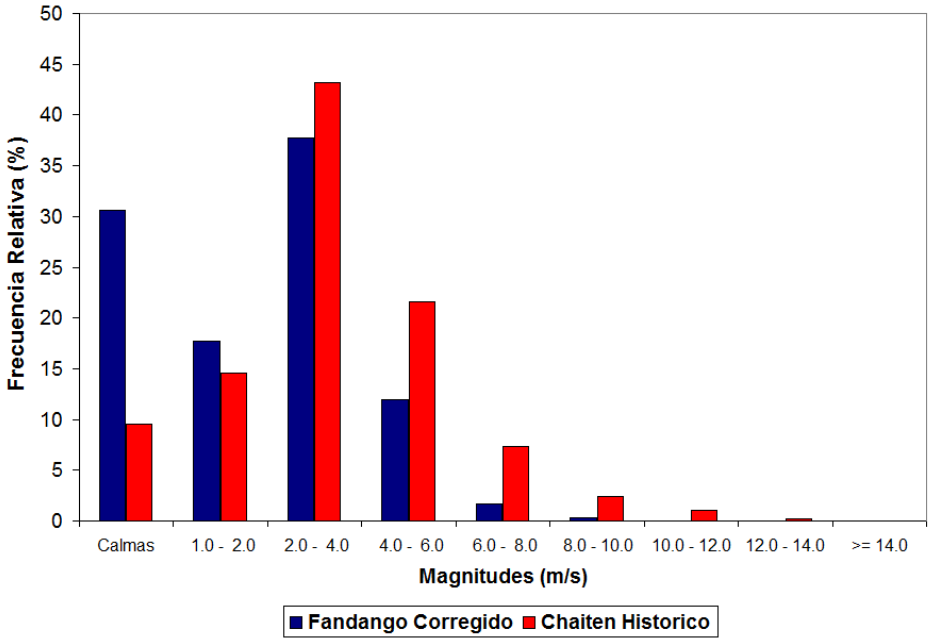
Chaitén

	Magnitud (m/s)								
Direcciones	**1.0 - 2.0**	**2.0 - 4.0**	**4.0 - 6.0**	**6.0 - 8.0**	**8.0 - 10.0**	**10.0 - 12.0**	**12.0 - 14.0**	**>= 14.0**	**Total (%)**
N	3.37	7.16	3.12	1.33	0.37	0.11	0.00	0.01	15.47
NE	0.43	0.20	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69
E	0.94	0.62	0.26	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	1.91
SE	2.41	4.17	3.07	2.77	1.41	0.83	0.21	0.01	14.88
S	0.86	0.66	0.12	0.05	0.04	0.03	0.01	0.00	1.78
SW	0.35	0.53	0.21	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13
W	1.94	6.31	2.56	0.32	0.01	0.00	0.01	0.00	11.15
NW	4.23	23.49	12.22	2.77	0.59	0.11	0.02	0.00	43.44
Sub-Total	14.53	43.15	21.61	7.34	2.45	1.09	0.25	0.02	90.44
Calms									9.56
Missing/Incomplete									0
Total									100



Comparación entre estaciones meteorológicas



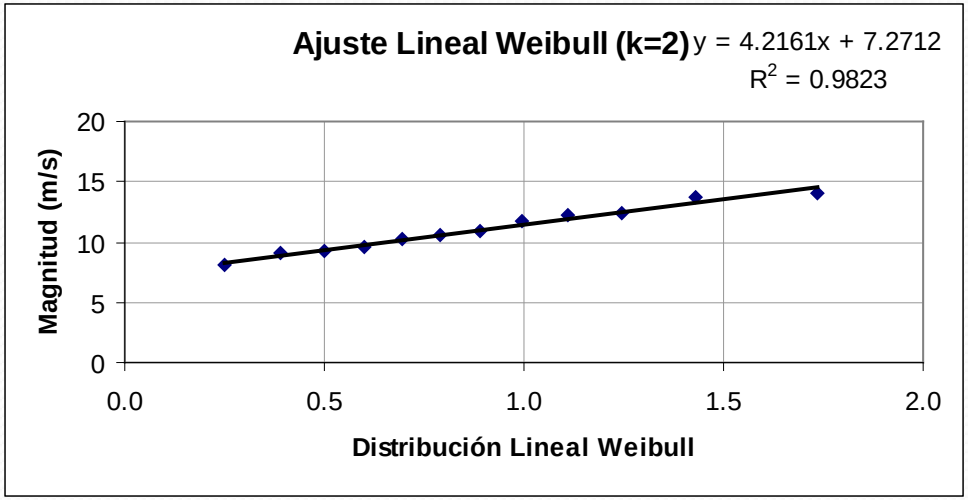


	Fandango Anual	Chaiten Histórica
Promedio (m/s)	2.15	3.28
Máximo (m/s)	10.02	14.91
Mínimo (m/s)	0.00	0.00
Desv. Estandar (m/s)	1.68	2.21

La comparación de estadísticas muestra que las magnitudes medias y máximas de velocidades son menores en Fandango que en Chaitén, lo que sugiere que Fandango está más protegido del efecto de los vientos.

Análisis extremo

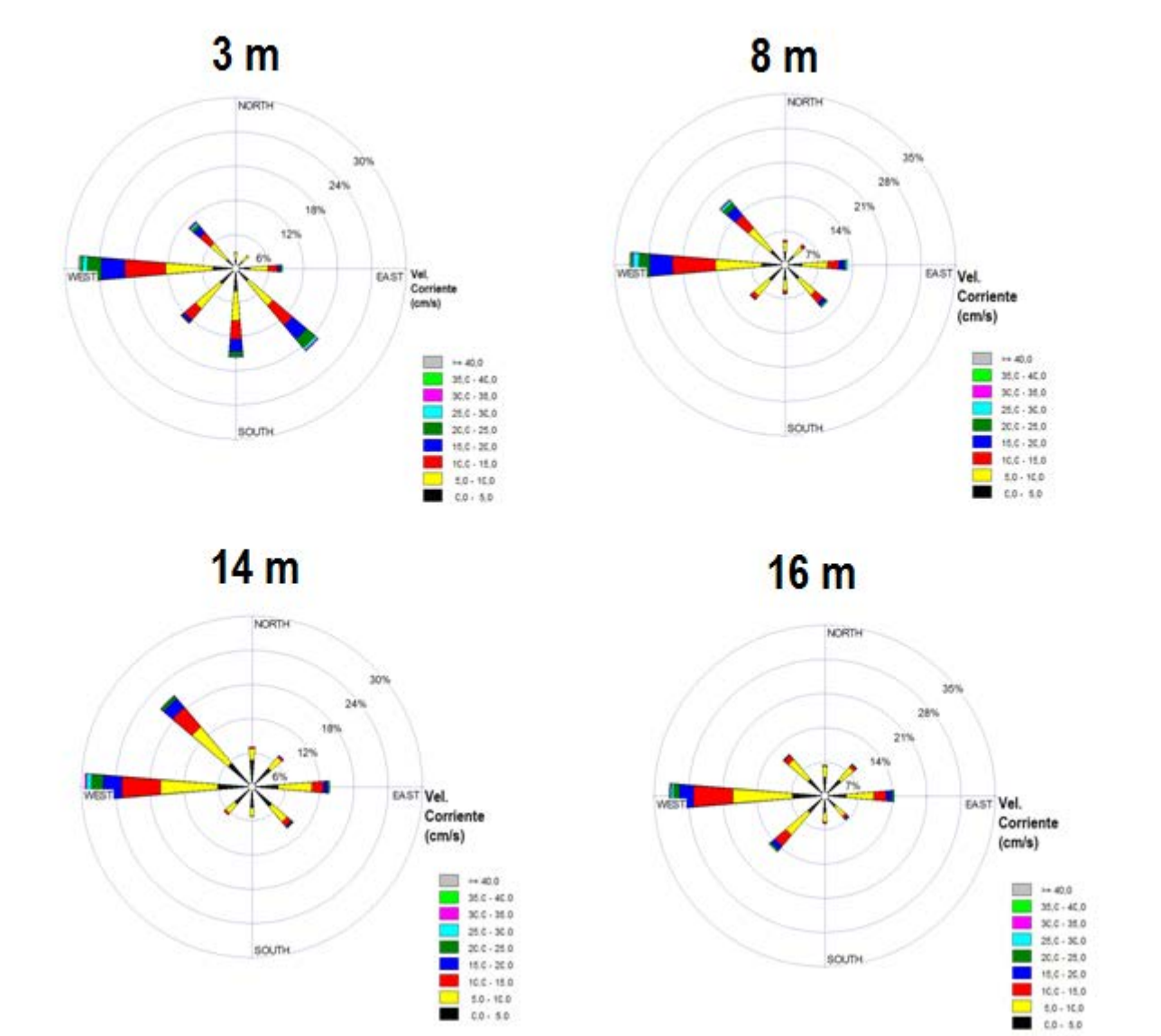
Fecha	Magnitud (m/s)
11-01-2010	12.43
02-02-2010	11.69
31-03-2010	9.09
01-04-2010	10.58
18-05-2010	10.2
30-06-2010	10.95
27-07-2010	13.73
26-08-2010	14.1
19-09-2010	8.16
12-10-2010	9.28
29-11-2010	9.65
07-12-2010	12.25



Weibull	
Tr	**Magnitud (m/s)**
1	13.916
2	14.786
3	15.251
4	15.565

Se estima que para un periodo de retorno de 4 años, el cual es poco debido a la cantidad de datos, que es de un año de medición, se esperan velocidades de vientos del orden de los 15.565 m/s.

Corrientes Verano



3 m

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Promedio (cm/s)	4.74	4.98	8.23	11.78	9.61	7.81	12.16	10.93
Max (cm/s)	14.90	14.30	24.90	36.10	31.10	33.80	46.50	41.20
Min (cm/s)	0.60	0.80	0.50	0.10	0.20	0.60	0.10	0.60
Desv. Est. (cm/s)	2.78	2.89	5.19	6.90	6.12	4.60	7.56	7.44

8 m

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Promedio (cm/s)	5.29	6.00	8.84	8.19	5.53	5.93	11.92	10.52
Max (cm/s)	24.00	29.80	33.30	36.90	21.70	20.30	46.70	39.50
Min (cm/s)	0.70	0.40	0.10	0.30	0.50	0.20	0.20	0.50
Desv. Est. (cm/s)	3.27	4.09	5.93	5.66	3.48	3.38	7.18	7.07

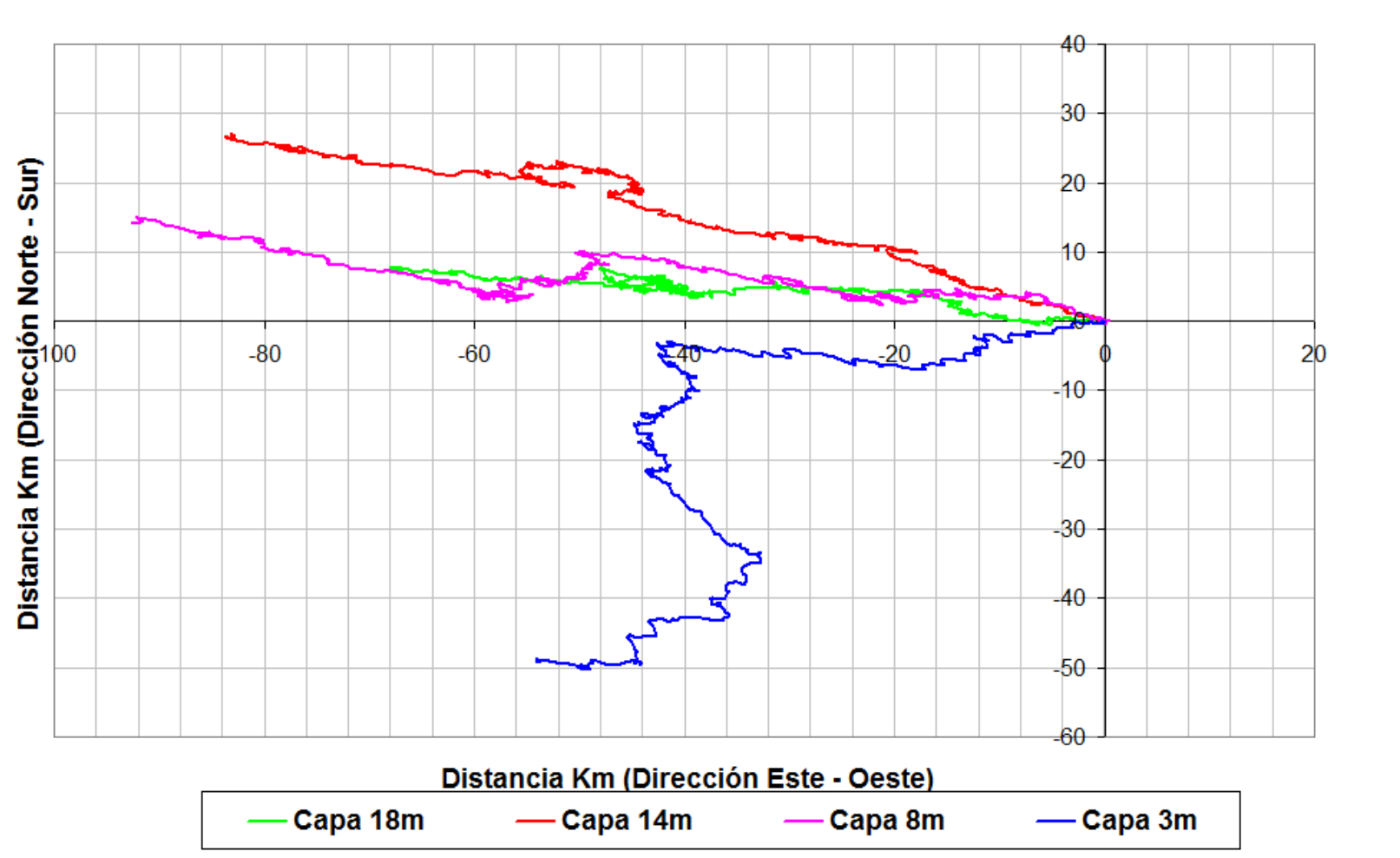
14 m

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Promedio (cm/s)	4.44	4.81	7.50	6.24	4.12	4.75	10.59	8.72
Max (cm/s)	15.70	18.60	30.40	36.00	14.00	35.80	37.40	30.80
Min (cm/s)	0.40	0.50	0.10	0.20	0.20	0.40	0.50	0.40
Desv. Est. (cm/s)	2.58	3.12	5.10	4.53	2.39	3.38	6.60	5.26

16 m

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Promedio (cm/s)	4.61	5.12	7.64	7.15	4.81	6.66	9.59	7.70
Max (cm/s)	17.50	18.40	28.70	26.20	26.20	29.40	29.40	28.30
Min (cm/s)	0.60	0.30	0.00	0.30	0.20	0.40	0.10	0.40
Desv. Est. (cm/s)	2.71	3.08	5.06	4.75	3.89	4.70	5.60	4.44

Diagrama de vector progresivo



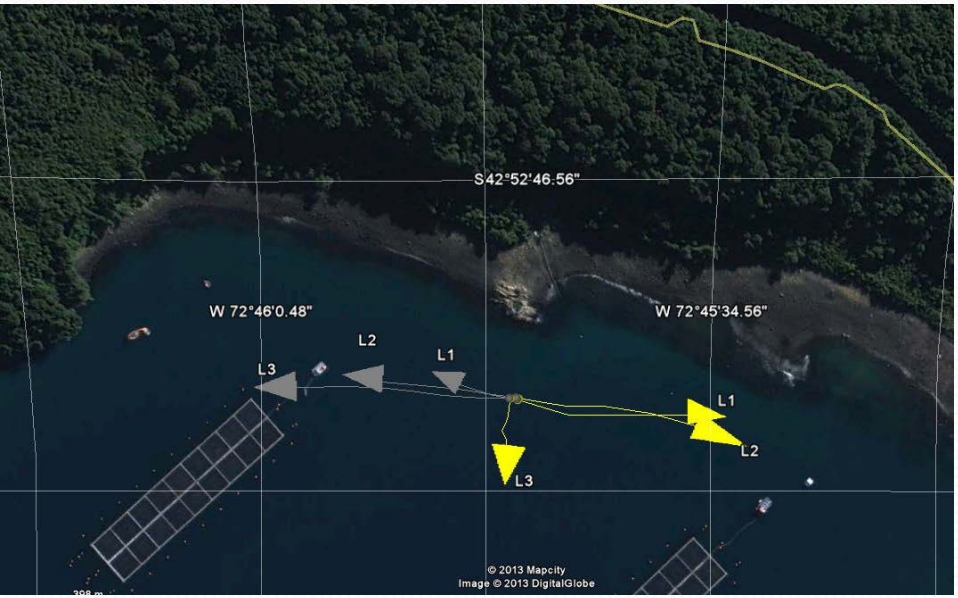
Variabilidad explicada por la marea

Profundidad	Componente	Porcentaje
16 m	u	61,01
16 m	v	21,65
14 m	u	64,24
14 m	v	16,61
8 m	u	83,94
8 m	v	19,70
3 m	u	86,27
3 m	v	49,08

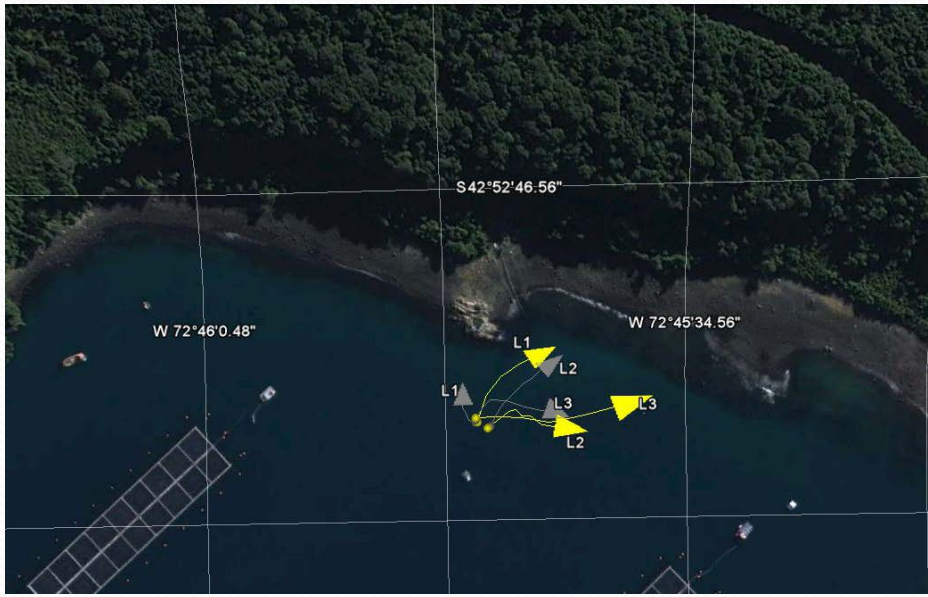
Los porcentajes explicados para la componente este-oeste superan el 60 % en todos los casos, mientras que para la componente norte-sur los valores oscilan entre 16 y 49 %. Esto sugiere que el efecto de la marea explica una parte considerable de la variabilidad de las corrientes en el sistema.

Derivadores
Campaña Verano

Amarillo 1 m y Plomo 5 m



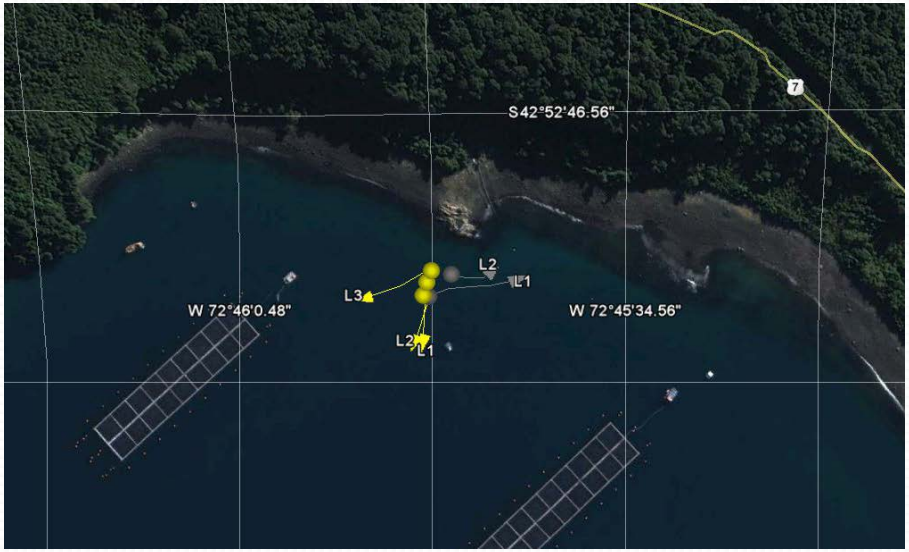
Sicigia Llenante



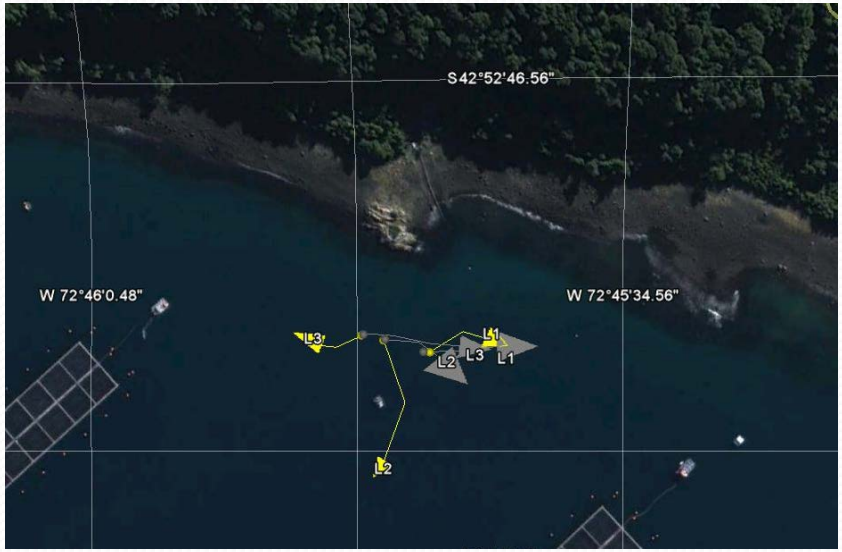
Sicigia Vaciante

Derivadores
Campaña de Verano

Amarillo 1 m y Plomo 5 m



Cuadratura Llenante

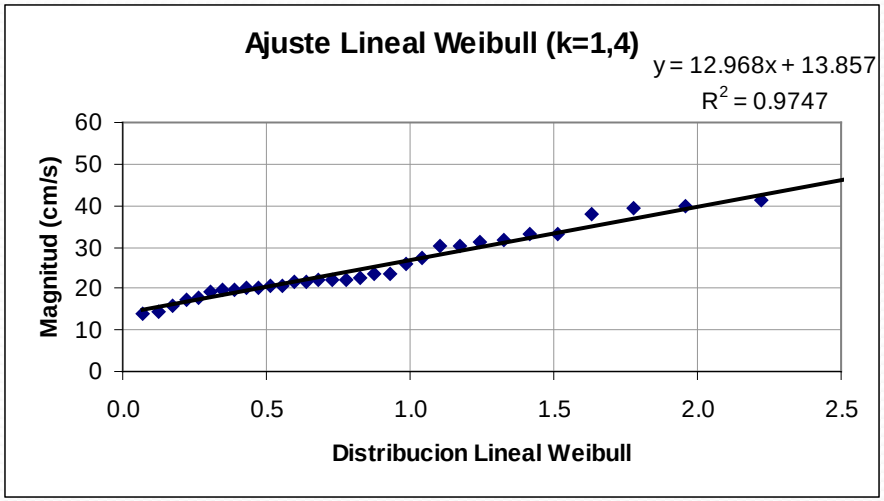


Cuadratura Vaciante

Análisis Extremo de Corrientes

Corriente (cm/s)	Dir NM	Dir NG	Fecha	Corriente (cm/s)	Dir NM	Dir NG	Fecha
46.7	283	292	25-12-2010	22.2	298	307	04-01-2011
41.1	271	280	24-12-2010	21.9	271	280	12-01-2011
39.8	266	275	23-12-2010	21.7	172	181	08-01-2011
39.5	305	314	18-01-2011	21.6	72	81	10-01-2011
38.1	276	285	17-01-2011	20.7	282	291	13-01-2011
33.3	64	73	27-12-2010	20.6	257	266	19-12-2010
33.1	298	307	19-01-2011	20.2	34	43	09-01-2011
31.7	99	108	22-12-2010	20	278	287	16-01-2011
31.2	257	266	28-12-2010	19.8	238	247	06-01-2011
30.4	264	273	26-12-2010	19.6	291	300	20-12-2010
30	292	301	14-01-2011	19.1	86	95	02-01-2011
27.5	260	269	15-01-2011	17.6	94	103	31-12-2010
26	68	77	30-12-2010	17.4	92	101	01-01-2011
23.5	294	303	21-12-2010	15.9	275	284	07-01-2011
23.5	248	257	05-01-2011	14.6	341	350	11-01-2011
22.7	79	88	29-12-2010	13.7	280	289	03-01-2011
22.2	270	279	18-12-2010				

Weibull	
Periodo de Retorno (meses)	Vel Corr. (cm/s)
1	26.553
2	32.513
3	35.964
4	38.005
5	39.553
6	40.937



Corrientes de Invierno

Correntometro

	Magnitud (cm/s)							
Direcciones	**0.0 - 5.0**	**5.0 - 10.0**	**10.0 - 15.0**	**15.0 - 20.0**	**20.0 - 25.0**	**25.0 - 30.0**	**>= 30.0**	**Total (%)**
N	3.14	0.52	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68
NE	2.79	0.87	0.15	0.04	0.00	0.00	0.00	3.85
E	4.76	2.81	1.32	0.89	0.28	0.06	0.02	10.15
SE	7.27	0.82	0.17	0.11	0.02	0.00	0.00	8.40
S	4.03	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.22
SW	6.00	0.87	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	6.97
W	22.79	15.19	6.97	3.42	1.00	0.15	0.00	49.52
NW	9.55	2.81	0.67	0.17	0.00	0.00	0.00	13.20
Sub-Total	60.32	24.09	9.42	4.63	1.30	0.22	0.02	99.98
Missing/Incomplete								0.02
Total								100
Nº de Datos								4621

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Promedio (cm/s)	3.50	4.35	7.27	3.38	2.82	3.36	6.98	4.50
Max (cm/s)	11.60	19.60	31.80	22.40	8.20	13.80	26.40	17.80
Min (cm/s)	1.00	0.20	0.80	0.60	0.20	0.20	0.40	0.00
Desv. Est. (cm/s)	1.78	3.01	5.85	2.75	1.22	1.92	5.02	3.03

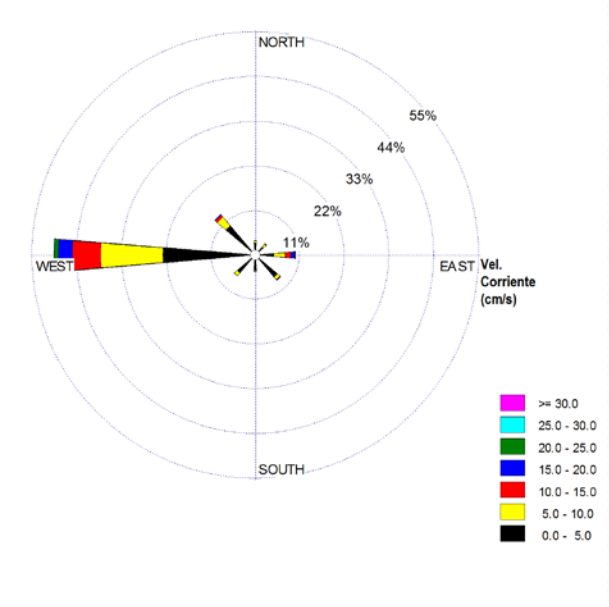
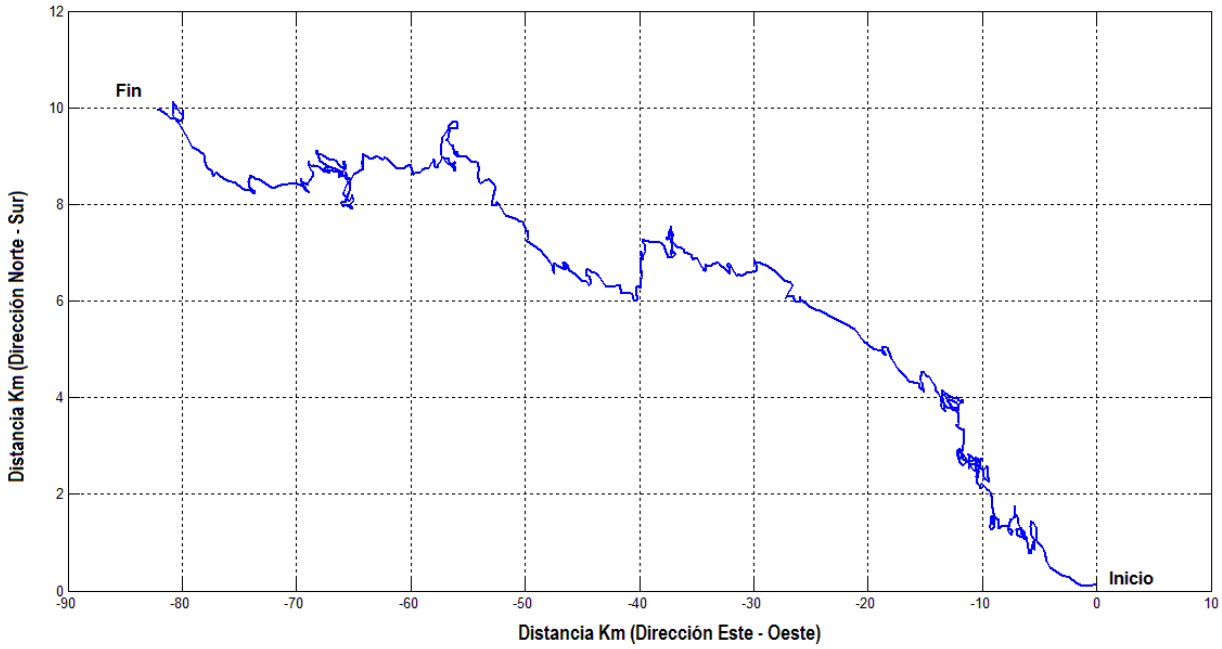
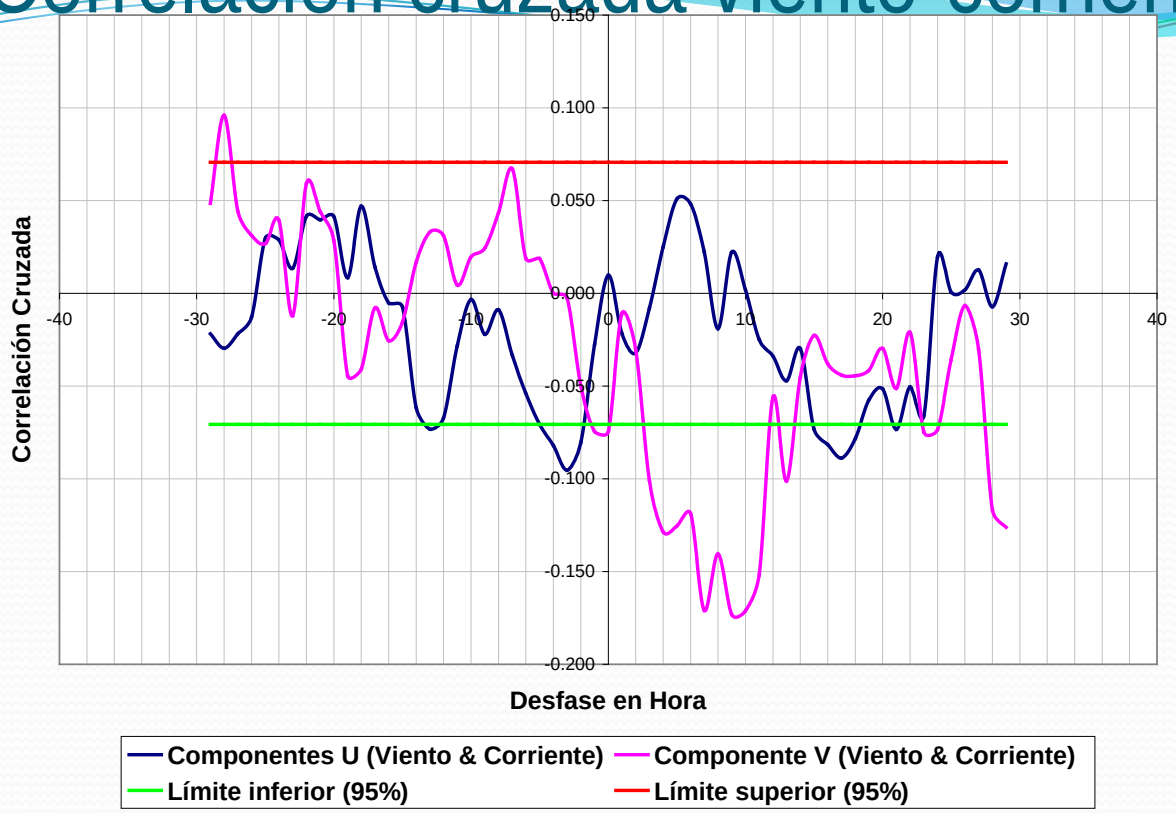


Diagrama de vector progresivo



Correlación cruzada viento-corriente



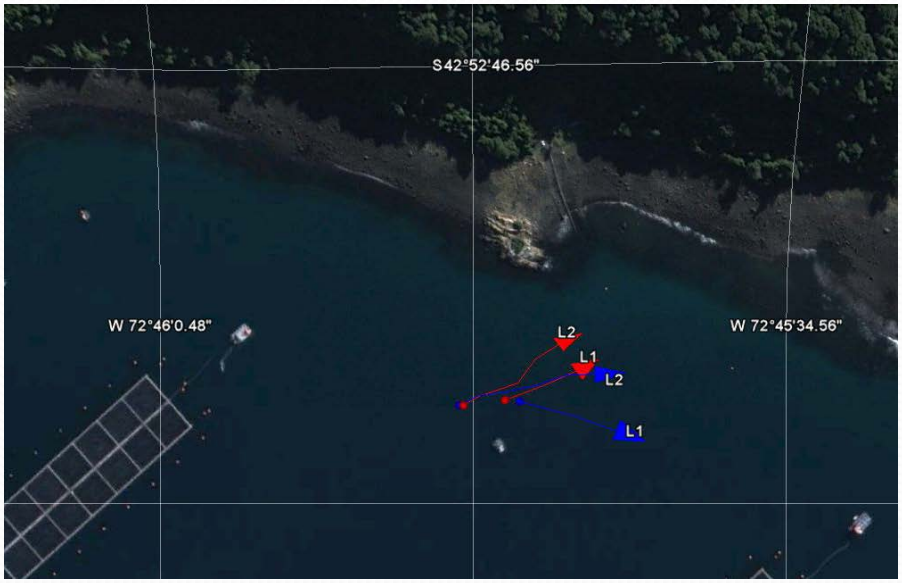
Variabilidad explicada por la marea

El porcentaje explicado para la componente este-oeste supera el 40 %, mientras que para la componente norte-sur el valor es del orden del 4%. Esto sugiere que el efecto de la marea explica una parte considerable de la variabilidad de las corrientes en el sistema.

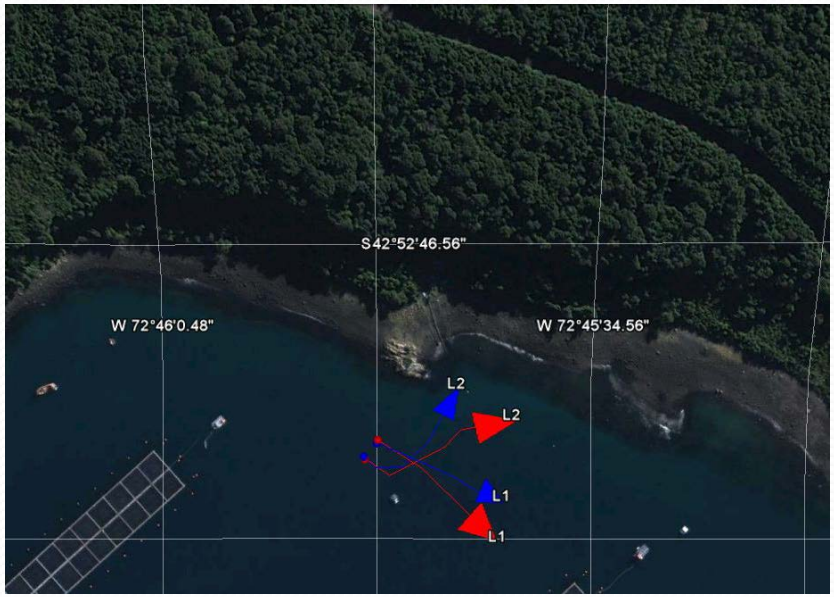
Profundidad	Componente	Varianza
10 m	u	40.22
10 m	v	4.61

Derivadores
Campaña de Invierno

Rojo 1 m y Azul 5 m



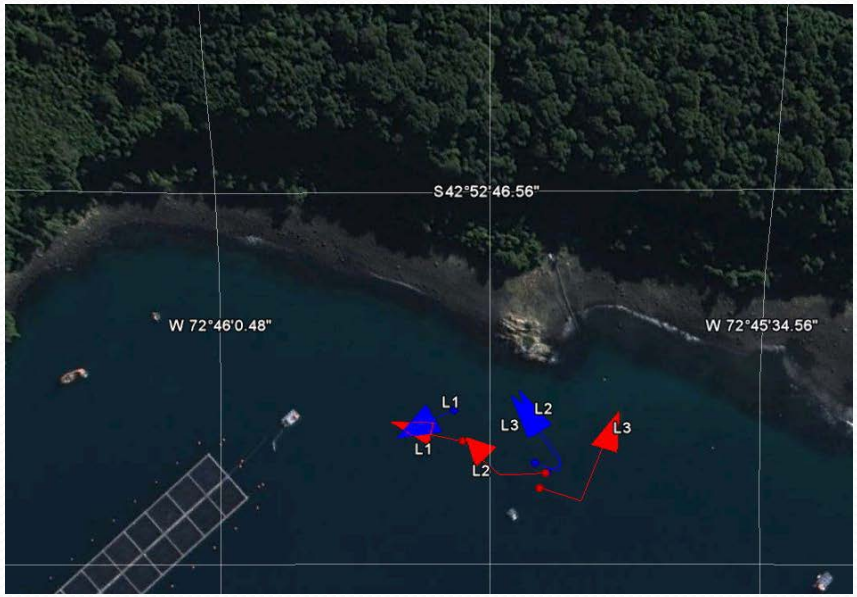
Sicigia Llenante



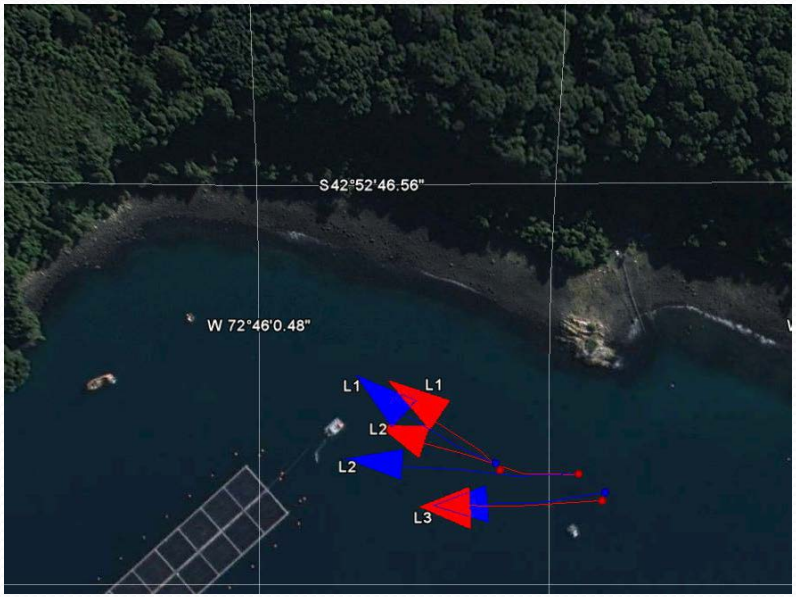
Sicigia Vaciante

Derivadores
Campaña de Invierno

Rojo 1 m y Azul 5 m



Cuadratura Llenante

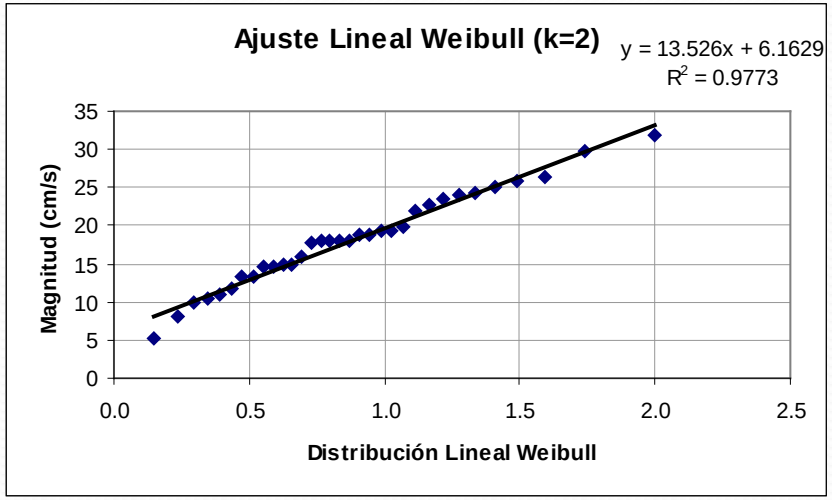


Cuadratura Vaciante

Análisis extremo

Correntometro

Curr (cm/s)	Dir (°)	Fechas	Curr (cm/s)	Dir (°)	Fechas
31.8	99	09-09-2011	18	291	25-09-2011
29.8	111	01-10-2011	18	271	26-09-2011
26.4	271	16-09-2011	18	263	29-09-2011
25.8	269	03-09-2011	17.8	259	28-09-2011
25	282	03-10-2011	16	276	20-09-2011
24.2	275	17-09-2011	15	279	05-10-2011
24	274	11-09-2011	14.8	285	18-09-2011
23.4	104	02-10-2011	14.6	280	14-09-2011
22.8	269	22-09-2011	14.6	282	24-09-2011
22	285	15-09-2011	13.2	113	05-09-2011
19.8	112	10-09-2011	13.2	312	08-09-2011
19.4	261	27-09-2011	11.8	92	06-09-2011
19.2	93	13-09-2011	11	296	19-09-2011
18.8	92	30-09-2011	10.4	280	04-09-2011
18.8	278	04-10-2011	10	72	07-09-2011
18	280	23-09-2011	8	93	12-09-2011
			5.2	121	21-09-2011



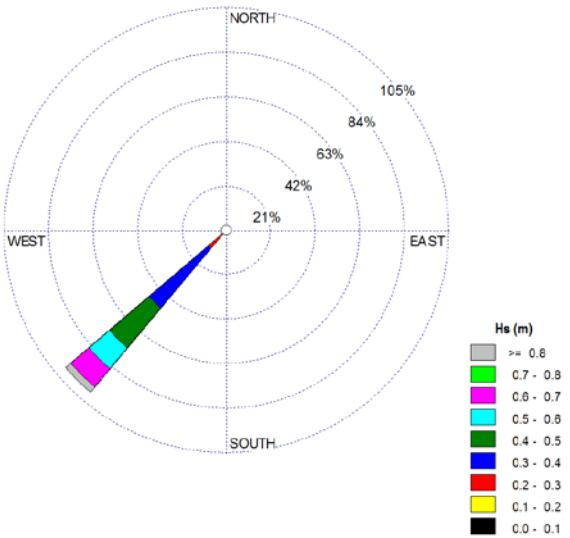
Weibull	
Periodo de Retorno (meses)	Vel Corr. (cm/s)
1	23.610
2	26.930
3	28.811
4	29.907
5	30.729
6	31.457

Para un periodo de retorno de 6 meses se esperan velocidades de corriente del orden de los 31.457 cm/s.

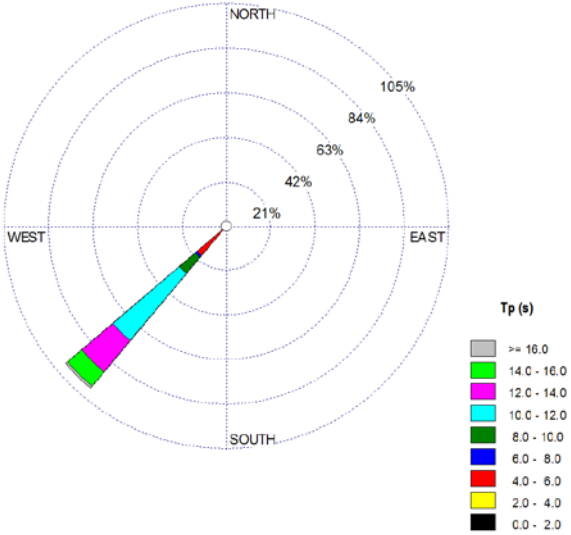
Olas

Olas Operacionales

	Altura (m)									
Direcciones	**0.0 - 0.1**	**0.1 - 0.2**	**0.2 - 0.3**	**0.3 - 0.4**	**0.4 - 0.5**	**0.5 - 0.6**	**0.6 - 0.7**	**0.7 - 0.8**	**>= 0.8**	**Total (%)**
N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SW	0.00	0.00	11.55	36.65	24.30	12.75	11.16	0.00	3.19	99.60
W	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
NW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sub-Total	0.00	0.00	11.55	37.05	24.30	12.75	11.16	0.00	3.19	100
Total										100



	Periodo(s)									
Direcciones	**0.0 - 2.0**	**2.0 - 4.0**	**4.0 - 6.0**	**6.0 - 8.0**	**8.0 - 10.0**	**10.0 - 12.0**	**12.0 - 14.0**	**14.0 - 16.0**	**>= 16.0**	**Total (%)**
N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SW	0.00	2.39	15.94	1.20	9.96	41.04	19.12	8.76	1.20	99.60
W	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40
NW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sub-Total	0.00	2.39	15.94	1.20	9.96	41.43	19.12	8.76	1.20	100
Total										100



Generación de Oleaje

Para estimar el oleaje de generación local se aplicó una metodología de hindcasting (SMB), que permite transferir la energía del viento (magnitud y dirección) a generación de oleaje (altura, período y dirección de incidencia).

Se consideraron los fetch que tenían incidencia en el área de estudio, los cuales fueron separados cada 5°, desde la dirección 135° hasta los 260°

Oleaje de Diseño

Para el cálculo del oleaje de diseño se consideraron las longitudes de los Fetch y para las magnitudes de los vientos se consideraron las máximas magnitudes asociadas a 5, 10, 25, 50, 75 y 100 años de período de retorno según el cuadrante de incidencia del viento.

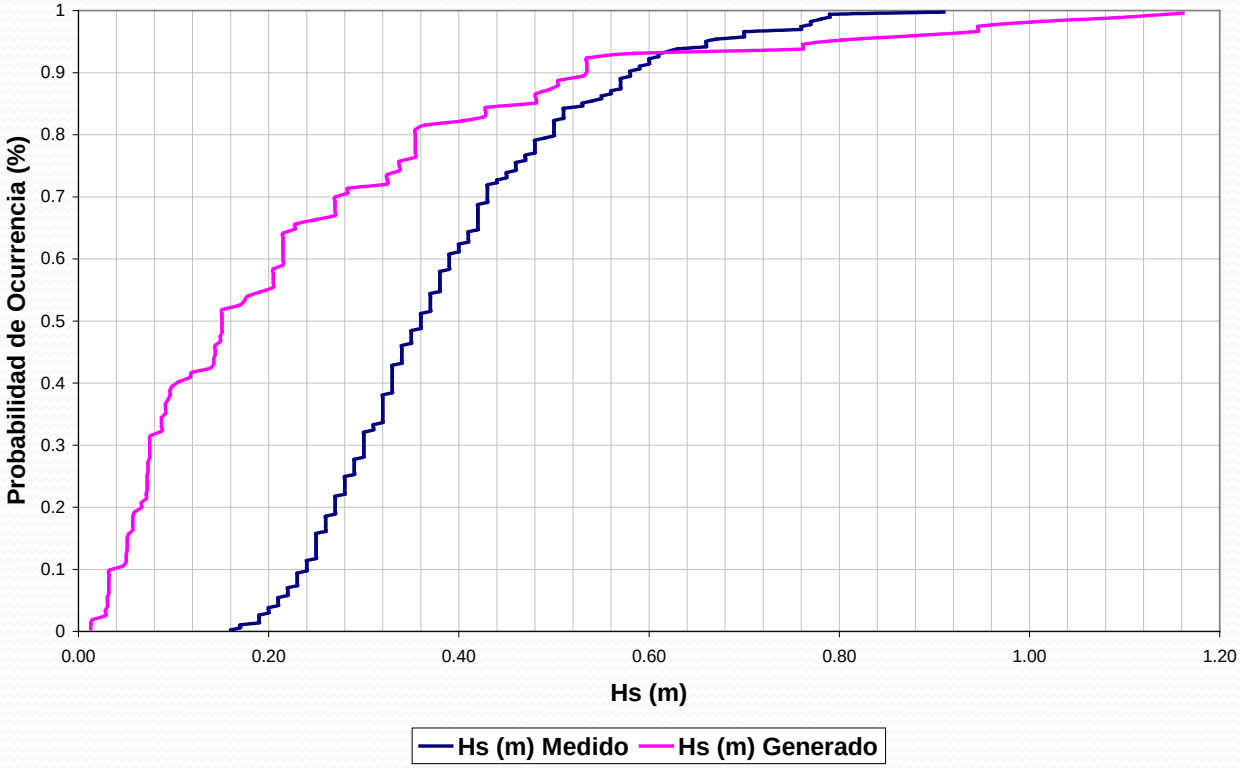
SE				
Tr (Años)	Hs(m)	Tp (s)	Int. Máx. Vientos (m/s)	Fetch Extremo (Km)
5	0.61	2.61	15.465	6.18
10	0.64	2.97	15.998	6.18
25	0.68	3.03	16.591	6.18
50	0.69	3.07	16.984	6.18
75	0.70	3.09	17.198	6.18
100	0.71	3.11	17.344	6.18

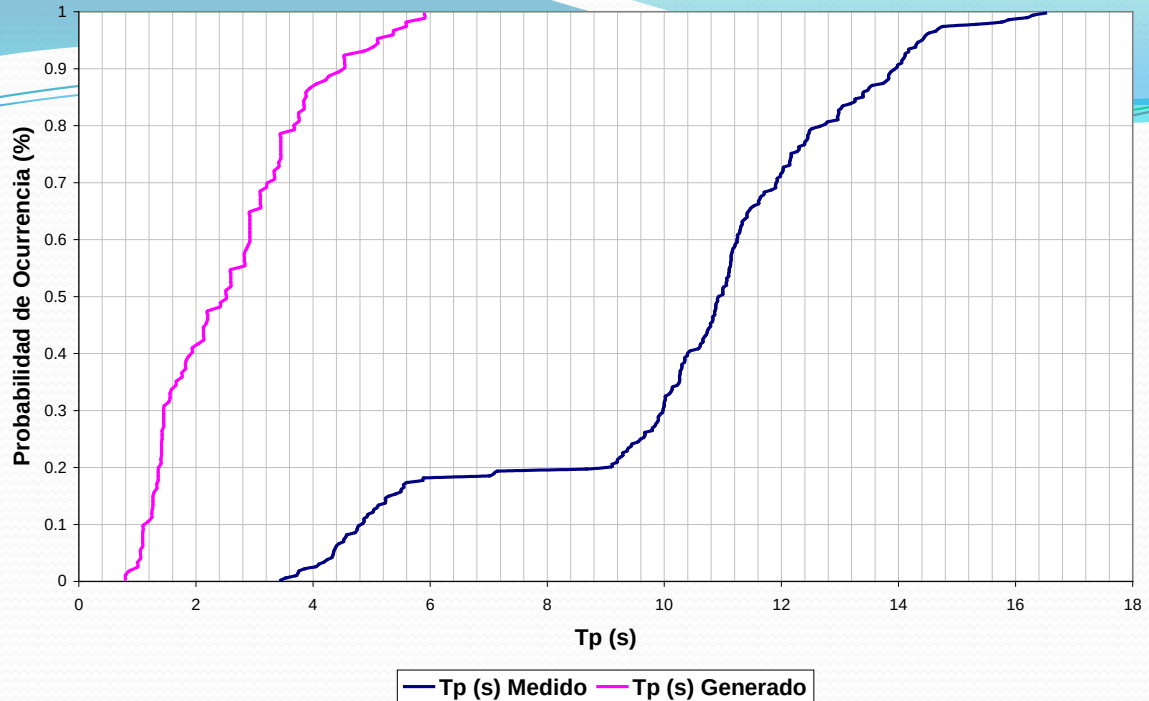
S				
Tr (Años)	Hs(m)	Tp (s)	Int. Máx. Vientos (m/s)	Fetch Extremo (Km)
5	0.57	2.89	12.730	8.57
10	0.70	3.15	14.872	8.57
25	0.85	3.43	17.253	8.57
50	0.95	3.6	18.835	8.57
75	1.01	3.7	19.695	8.57
100	1.05	3.76	20.281	8.57

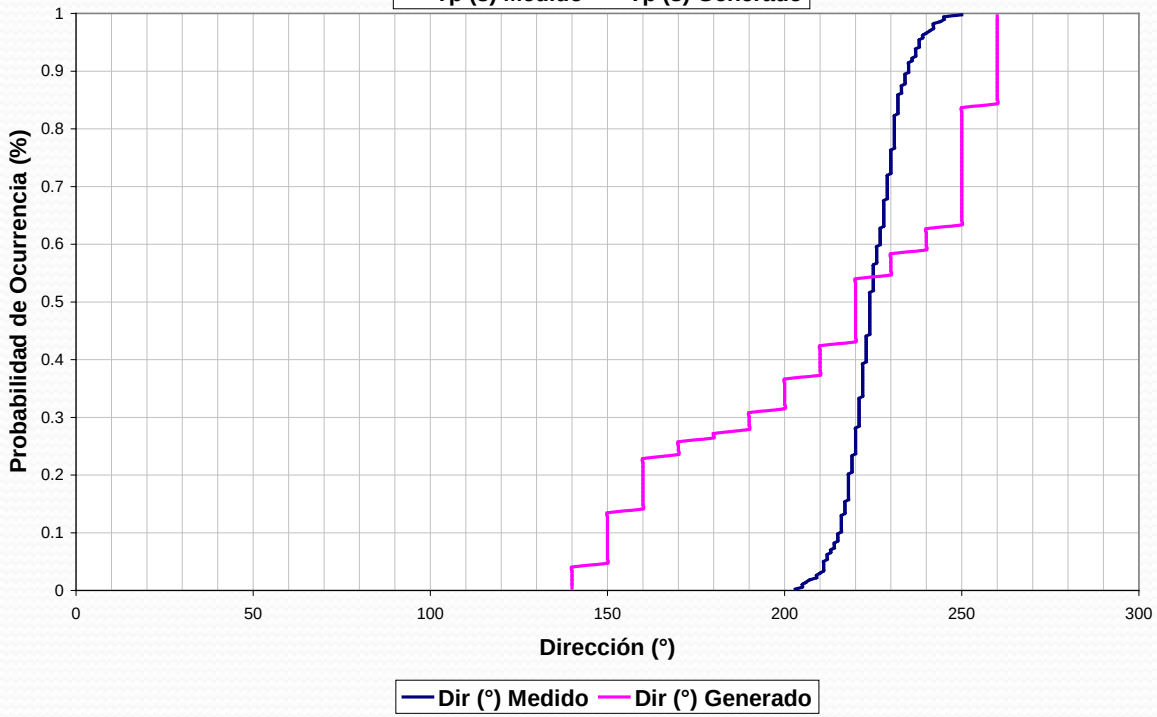
SW				
Tr (Años)	Hs(m)	Tp (s)	Int. Máx. Vientos (m/s)	Fetch Extremo (Km)
5	0.58	3.12	8.746	159.29
10	0.70	3.39	9.789	159.29
25	0.86	3.72	11.039	159.29
50	0.97	3.94	11.917	159.29
75	1.04	4.07	12.409	159.29
100	1.08	4.15	12.751	159.29

Validación del Modelo

Para verificar el clima de oleaje y el oleaje generado mediante hindcasting, se realizó una comparación típica de gráfico de excedencia, en donde se evaluaron los parámetros de la Altura de ola (Hmo) y de los Períodos pico (Tp).




Probabilidad de Ocurrencia (%)
Tp (s)
Tp (s) Medido
Tp (s) Generado


Probabilidad de Ocurrencia (%)
Dirección (°)
Dir (°) Medido
Dir (°) Generado

Comparación estadística

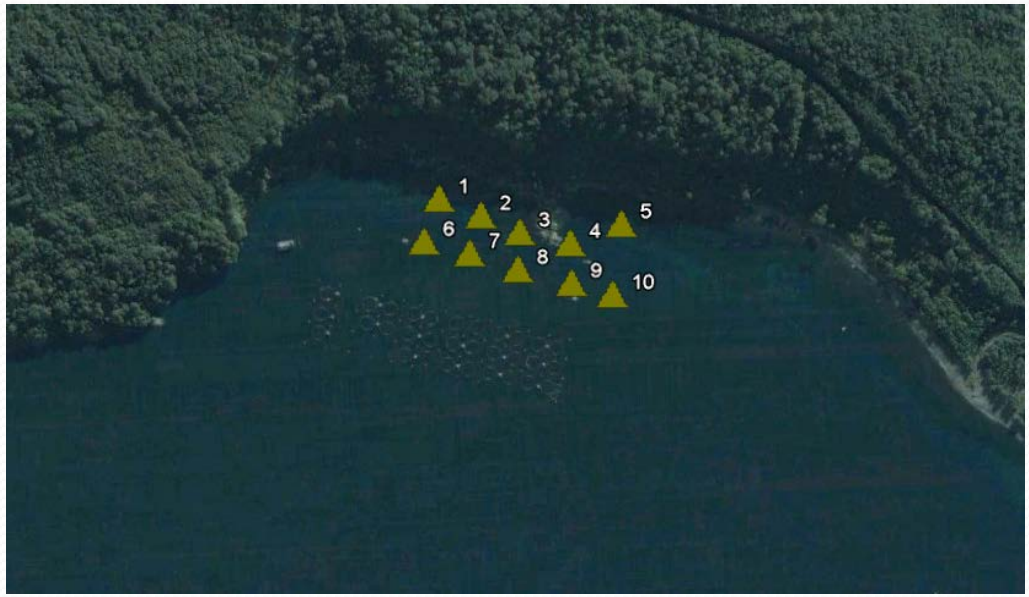
	Hs (m)	
	Generado	Medido
Promedio	0.27	0.39
Máximo	1.33	0.91
Mínimo	0.01	0.16
Desv. Estandar	0.27	0.14

	Tp (s)	
	Generado	Medido
Promedio	2.70	10.33
Máximo	6.17	16.51
Mínimo	0.83	3.45
Desv. Estandar	1.34	3.09

	Dirección (°)	
	Generado	Medido
Promedio	213	225
Máximo	260	250
Mínimo	140	203
Desv. Estandar	41	8

Sedimentos

Nº muestra	Gravas %	Arenas %	Fango %
M1	57,67	42,28	0,03
M2	70,33	29,63	0,03
M3	26,37	73,51	0,12
M4	77,56	22,41	0,02
M5	74,57	25,39	0,04
M6	89,85	10,11	0,05
M7	0,51	99,34	0,15
M8	7,24	92,38	0,36
M9	10,28	89,38	0,34
M10	0,24	99,63	0,13
%Total	**41,46**	**58,41**	**0,13**



La distribución de los sedimentos establece un predominio de las arenas en 5 de las 10 estaciones de muestreo, preferentemente localizadas en los sectores más alejados de la costa (estaciones 7 a 10), con excepción de la estación 3. En estas estaciones, las arenas registraron contenidos sobre el 73% del total.

Diseño conceptual rampa

NAVE DE DISEÑO

La nave de diseño es la que se ocupará como referencia para el planteamiento de todos los dimensionamientos de la rampa. Para esto la nave de diseño a ocupar será Amadeo I, perteneciente a la Empresa NAVIMAG, cuyas dimensiones son las siguientes:

Item	Dimensión (m)
Eslora	132.5
Manga	19
Calado	6.25
Puntal	6.75

VIDA ÚTIL

Asumiendo que la rampa a diseñar es una estructura flexible y de rotura reparable Lf =25.

Dado este criterio es recomendable tomar en cuenta reparaciones a futuro.

RIESGO (E)

Se adoptará como riesgo máximo admisible el de Iniciación de averías o el de destrucción total según las características de deformabilidad y de posibilidad o facilidad de reparación de la estructura resistente, se asume un riesgo de un 20% (E=0.2).

PERÍODO DE RETORNO.

La distribución de Poisson permite deducir el periodo de retorno correspondiente Tr :
Donde:
E = Riesgo.
Tr = Período de Retorno.
Lf = Vida Útil.

$$E = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^{L_f} \approx 1 - e^{-\left(\frac{L_f}{Tr}\right)} \Rightarrow Tr = -\frac{L_f}{\ln(1-E)}$$

Reemplazando en la ecuación se obtiene un Periodo de retorno de 112 años. Los cálculos se realizaran con un periodo de retorno de 100 años.

Diseño en planta

Las características a definir en una obra de atraque referentes al dimensionamiento en plata, una vez decidido su emplazamiento, serán:

- Explanada:

Deberá considerar al menos lo siguiente:

- ✓Sala de espera con butacas
- ✓Oficinas de Administración (sala de venta de pasajes)
- ✓Baños
- ✓Calefacción
- ✓Iluminación
- ✓Zona de Estacionamientos.

- Rampa

El largo de la rampa se determinará como si se tratara de un muelle, es decir, que la longitud máxima de la rampa será igual a la suma de la eslora máxima (L_{max}) más los resguardos necesarios entre buques (lo) y en cada uno de los extremos de la obra de atraque (l_s). Es decir:

$$L_a = N_{a,alineación} \cdot L_{\max} + \left(N_{a,alineacion} - 1\right) \cdot l_0 + 2 \cdot l_s$$

Donde

L_a: Línea de Atraque (largo de rampa)

$N_{a,\ alineaciones}$: Número de Atraques = 1

L_{max}: Eslora máxima de la nave de diseño = 132.5 m

l_o: Resguardo entre los buques = 0 (es sólo un buque)

l_s: Extremos de la obra de atraque = 10

Reemplazando en la ecuación, tenemos un largo de rampa de 152.5 m de largo, largo que se dividirá en dos tramos, el primero que será de 53 m y el otro de 100 m.

ANCHO DE LA RAMPA

El ancho de la rampa fue determinado considerando que el embarque y desembarque de los vehículos es de forma independiente, es decir, que una vez llegado el buque este desembarcara toda la carga (pasajeros, vehículos, etc) y luego se procederá al embarque. Por lo tanto, y sin contradecir lo anterior se consideraran dos pistas, con la finalidad de permitir una mejor maniobrabilidad de los vehículos y permitir que el portalón del buque de diseño se pose por completo en la rampa, el ancho de la rampa fue de 11 m.

ORIENTACIÓN DE LA OBRA

La orientación de la obra fue hacia el SW, debido a que la nave de diseño al posar su portalón lo hace formando un ángulo de 45° con respecto de la rampa, con ello la nave queda orientada al W, que es de donde se espera el mayor aporte de energía de los distintos agentes oceanográficos, la estructura será sobre pilotes, lo que hace que ningún agente oceanográfico interfiera en la operatividad.

COTA DE CORONAMIENTO.

La cota de coronamiento de la obra de atraque se determinara bajo la siguiente formula

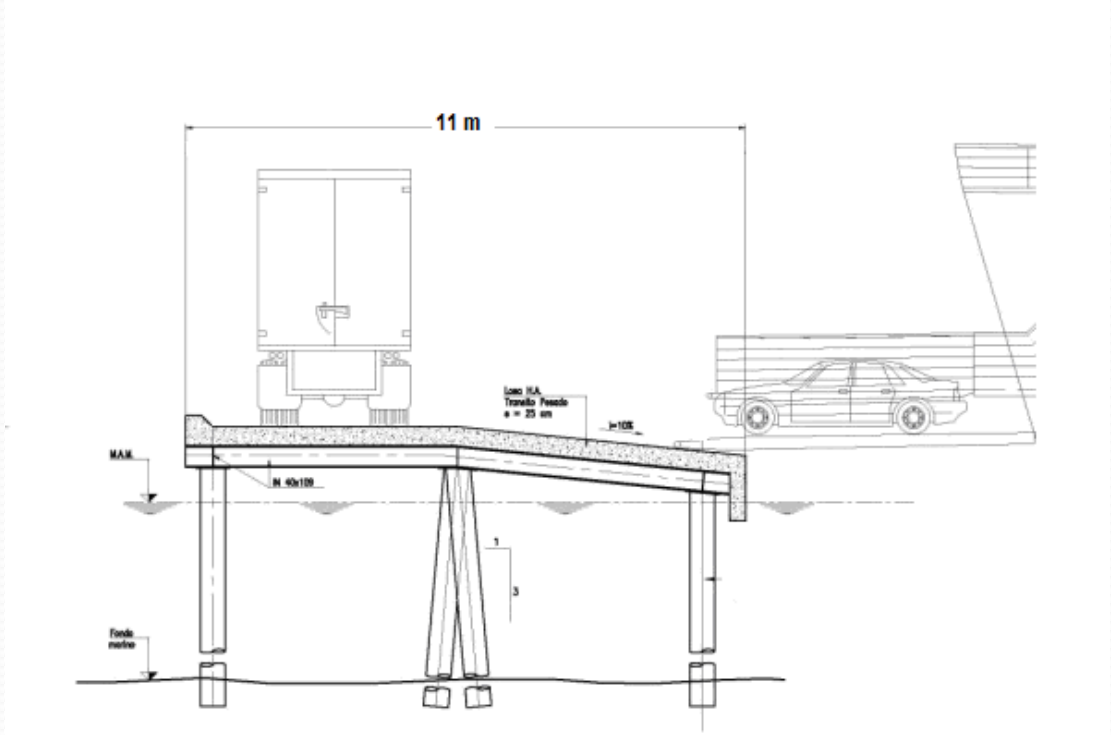
$$CC = Pleamar_{máx} + 0.75H_{máx}$$

Donde la pleamar máxima es de 5.21m NRS. La altura de ola máxima considerada es de 2.19m. Reemplazando los valores se obtiene una Cota de Coronamiento de 6.85 m NRS.

SECCIONES TIPO

La rampa será estructura a base de pilotes de acero verticales e inclinados, separados a lo largo de la rampa cada 6 m, lo cual permite que las corrientes no causen problemas durante las maniobras de embarque y desembarque, además de no alterar la configuración de la playa.

La losa será de hormigón armado de 25 cm de espesor.



Conclusiones

1. Las corrientes fueron débiles (<0.5m/s) en todas las profundidades en ambas campañas debido a la configuración protegida del área. Las direcciones dominantes fueron hacia el oeste en el sector profundo (>7 m) y hacia el suroeste en la capa superficial.

2. La marea tiene un rango en sicigia de 4.881 m, lo cual es muy cercano a los 4.840 m de la Ensenada de Chaitén, según Pub. 3009 Tabla de Marea de la Costa de Chile 2011, lo que sirve para corroborar las mediciones realizadas. El régimen es semidiurno, es decir, que presenta dos pleamares y dos bajamares de similar altura durante un día.

3. El oleaje observado , no superó 1 m de altura, agrupándose entre 0.3 y 0.4 m en un 37.05% de las observaciones. El periodo de ola dominante fue de 10 a 12 s en el 41.43% de las observaciones, seguido por los periodos de 4 a 6 s. La campaña de medición de oleaje se realizó durante el verano.

Conclusiones

4. El viento en Fandango es de baja intensidad (2,0 a 4,0 m/s) durante todo el año, debido a la protección natural del área . 2,0 a 4,0 (m/s). El viento parece tener una participación menor en la hidrodinámica.

5. El efecto de la marea explica la mayor parte (> 60%) de la variabilidad de las corrientes en la componente este-oeste.

6. La distribución espacial de sedimentos mostró predominio de la fracción más gruesa (gravas) en el sector más cercano a la línea de costa, mientras que la fracción arenas predomina separada de la costa. Esto sugiere un ambiente altamente energético en la zona de rompimiento por acción de las olas. Las corrientes tendrían una participación menor en estas distribuciones.

7. La orientación de la obra será hacia el SW, y la nave se atracará con un ángulo de 45° con respecto de la rampa, quedando orientada al W. La estructura será sobre pilotes.

Recomendaciones

- La recomendación general, es que el presente documento se trata de una ingeniería básica, por lo que no permite la construcción final de la obra. Para ello se recomienda realizar un estudio mas acabado para la construcción de una rampa totalmente segura y operativa. Entre estos agregar un estudio de maniobrabilidad en el cual se establezcan las maniobras seguras para un buen atraque y zarpe de las embarcaciones.

- En cuanto al oleaje se recomienda realizar una nueva campaña de mediciones en invierno, para una caracterización en otra estación extrema.

- En este estudio se consideró solamente una orientación, es necesario estudiar otra alternativa, tanto de orientación como de secciones tipo.

- Considerar los aportes de los ríos cercanos, los cuales pueden estar actuando de manera directa a la dinámica costera del área de estudio.

Universidad de Valparaíso
CHILE
Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil Oceánica

CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA PARA EL DISEÑO DE MEJORAMIENTO DE LA CONECTIVIDAD MARÍTIMA DE FANDANGO, CHAITÉN, REGIÓN DE LOS LAGOS

Muchas Gracias

Alumno: Cristian Espejo Brignardello.