



MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL

INSTITUTO ANTARTICO ECUATORIANO

**INFORME DE TRABAJOS DE CAMPO EN LAS EXPEDICIONES A LA
ANTARTIDA**

Expedición: XV EXPEDICION DE ECUADOR A LA ANTARTIDA
Programa: *Estudio de la Evolución Multitemporal de los Glaciares de la
Isla Greenwich – Islas Shetland del Sur - Península Antártica*

Nombre del Perfil de Proyecto: *Determinación de caudales de deshielos
de vertientes del Glaciar Quito*

Participantes: Fanny Friend Montesdeoca CIIFEN¹

(20 febrero 2011)

DESCRIPCION DEL INFORME

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.-

El monitoreo de los caudales de deshielo del Glaciar Quito en la desembocadura del río Culebra, en la Isla Greenwich en la Península Antártica, se ha venido realizando desde la XII expedición del Ecuador a la Antártica, en estaciones ubicadas en la Punta Fort Williams en los alrededores de la estación Pedro Vicente Maldonado.

El monitoreo de caudales permite la generación de una serie de tiempo que a la postre servirá de base para establecer su evolución multitemporal, siendo por ello imperante la necesidad de seguir monitoreando los caudales por el mayor lapso posible, a fin de ir produciendo una serie de validez estadística que permita establecer la variabilidad de dichos caudales, adicionándose además un análisis conjunto del comportamiento de los caudales y de condiciones meteorológicas paralelas.

2. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.-

Aportar con información a una red de glaciares de referencia tanto antárticos como andinos, para la determinación de la escala del impacto de los cambios climáticos (local, regional o global), y el establecimiento de un indicador de cambios climáticos basado en glaciares

Establecer la evolución multitemporal (interanual) de los caudales de las vertientes piloto, producto del deshielo de los glaciares.

3. OBJETIVOS PROPUESTOS PARA LA XV EXPEDICION

OBJETIVOS GENERALES

1. Establecer la evolución multitemporal (interanual) de los caudales de las vertientes piloto, producto del deshielo de los glaciares de la Isla Greenwich.
2. Contribuir a la determinación del comportamiento climático interanual en el área de la Península Antártica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3. Determinar los caudales en la desembocadura del río "Culebra" en las estaciones fijadas en expediciones anteriores (XII y XIII)
4. Confirmar el comportamiento diurno de los caudales del río Culebra determinado en la XIII Expedición.
5. Establecer los parámetros climáticos vinculados con la fusión del glaciar (viento y temperatura)
6. Determinar la salinidad del agua en el área adyacente de la punta Fort Williams, en la Bahía Chile

4. HIPOTESIS DEL PROYECTO.-

Las hipótesis planteadas para este proyecto y que rigen su ejecución multianual son las siguientes: Los caudales producto del deshielo del glaciar Quito, experimentan un incremento interanual dentro del verano austral

El régimen diario de caudales del glaciar Quito, sigue el siguiente prototipo para la estación (verano austral): mínimo absoluto en las horas de la madrugada, con un incremento en horas de la mañana hasta alcanzar un máximo absoluto en altas horas de la tarde.

5. AREA DE ESTUDIO.-

Las mediciones del caudal del río Culebra fueron realizadas en la estación 2 y 3, esta última fue instalada como referencia durante la XIV Expedición, debido a que al igual que el verano del 2010 la estación 1 se vio, colapsada por una barrera de piedras y arena, lo que no permitió su monitoreo, ocasionando el represamiento del agua y la formación de un cordón, el mismo que desemboca junto a Punta Hermosilla.



Fig. 1.- Localización de área de estudio y estaciones de monitoreo de caudales durante la XV Expedición.

Las estaciones uno, dos y tres, se encuentran ubicadas en las siguientes coordenadas:

Estación 1: 359191, 3072922

Estación 2: 359217, 3072920

Estación 3: 359191, 3072922



Estación de monitoreo de caudal No. 2



Estación de monitoreo de caudal No. 3

Por otro lado también se realizaron mediciones aleatorias de temperatura, salinidad y conductividad, en la desembocadura del río en la estación 3 y en el sector de la estación de monitoreo de caudal 1, donde por escorrentía sub-superficial, existe una aportación de agua dulce al mar.

6. CRONOGRAMA DEL TRABAJO DE CAMPO EFECTUADO.-

A continuación se presenta el cronograma del trabajo de campo efectuado, durante la expedición.

CRONOGRAMA DE MONITOREO DE CAUDALES - RIO CULEBRA																					
PRIMER PERÍODO DE LA XV EXPEDICIÓN																					
ACTIVIDAD	DÍAS DE EXPEDICIÓN ANTÁRTICA (2011)																				
	28-ene	29-ene	30-ene	31-ene	01-feb	02-feb	03-feb	04-feb	05-feb	06-feb	07-feb	08-feb	09-feb	10-feb	11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb	16-feb	17-feb
ARRIBO A LA ESTACION MALDONADO																					
RECONOCIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO																					Observación del deshielo del glaciar, formación del cauce del río en la estación 2, embalsamiento del agua ocasionando un cambio de morfometría del meandro en la estación 1. Formación de un cordón de agua que desemboca muy próximo a Punta Hermosilla. Poca visibilidad.
REINSTALACION DE LA ESTACION 2																					Ajuste de estacas, tendido piola guía, reubicación de marcas cada 20cm para medición de profundidad, poca visibilidad.
MEDICION DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE DE LA ESTACION 2																					Toma de profundidad transversal del vaso del río cada 20cm según la línea de guía.
MEDICION DEL CAUDAL DE ESTACION 2, LANCE DE FLOTADORES 10:00																					Lance de los flotadores, toma del tiempo de recorrido, poca visibilidad.
MEDICION DEL CAUDAL DE ESTACION 2, LANCE DE FLOTADORES 17:00																					Lance de los flotadores, toma del tiempo de recorrido, poca visibilidad.
MEDICION DE SALINIDAD DESEMBOCADURA DE ESTACION 1- 17:00																					Lance de los flotadores, toma del tiempo de recorrido, poca visibilidad.
REINSTALACION DE LA ESTACION 2																					Ubicación de estacas, tendido piola guía, ubicación de marcas cada 20cm para medición de profundidad, medición de longitud de 4m, poca visibilidad.
MEDICION DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL CAUCE DE LA ESTACION 3																					Toma de profundidad transversal del vaso del río cada 20cm según la línea de guía.
MEDICION DEL CAUDAL DE ESTACION 3, LANCE DE FLOTADORES 10:00																					Lance de los flotadores, toma del tiempo de recorrido, Siciá.
MEDICION DEL CAUDAL DE ESTACION 3, LANCE DE FLOTADORES 17:00																					Lance de los flotadores, toma del tiempo de recorrido, poca visibilidad a variable.
MEDICION DE SALINIDAD DESEMBOCADURA DE ESTACION 3																					Toma de datos de temperatura, salinidad y conductividad en la zona intermareal en la desembocadura al mar del río en la estación 3
MONITOREO DE CAUDAL,HORARIO POR 12 HORAS EN ESTACION 2																					Se obtuvo una serie de caudal a nivel horario por 12 horas, a partir de las 7:30 hasta las 19:30
INGRESO Y PROCESAMIENTO DE DATOS																					Ingreso diario, con cálculos preliminares realizados, faltando el análisis de los datos.
PREPARACION DE PRESENTACION DE CAMPO																					
PREPARACION DE INFORME DE CAMPO																					
PRESENTACION DE INFORME DE CAMPO																					
PRESENCIA DE MAL TIEMPO																					
VIENTOS PREDOMINANTES																					

7. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO, METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE LOS DATOS

Luego del arribo a la Base Pedro Vicente Maldonado, se procedió con la visita del área de estudio, a fin de valorar el estado actual de las estaciones fijadas durante las expediciones anteriores. Se verificó la ubicación de las estacas 1 y 2 en la estación de monitoreo 2, encontrándose libre el cauce de hielo y nieve, con poca cobertura de agua en el vaso del río, mientras que en la estación 1 se encontró por segundo año consecutivo, gran cantidad de piedras y arena obstruyendo la desembocadura del río. La estación 3, la misma que fue instalada como referencia durante la XIV Expedición, fue encontrada y reinstalada para poder obtener en ese sitio el registro del agua que desemboca al mar, producto de la formación de un cordón de agua conectando el río Culebra con una pequeña vertiente que desemboca junto a Punta Hermosilla.

Las estaciones 2 y 3 fueron monitoreadas durante las horas de la mañana, entre las 10:00 y 11:00, donde se registraron los menores valores de caudal y por la tarde entre las 17:00 y 18:00 donde existió un aumento en la cantidad de agua, debido a la mayor cantidad de hielo fusionado en el glaciar.

El monitoreo caudales fue realizado durante el periodo del 29 de enero al 17 de febrero, finalizando el mismo con la medición horaria del caudal del río en la estación 2, durante 12 horas, obteniendo así el comportamiento del caudal por este lapso de tiempo.

En la estación 2 previo a la medición del caudal, se reajustaron las medidas establecidas cada 20cm para la medición del área transversal del vaso del río, además se fijaron las estacas, a fin de asegurar la mayor precisión posible en el momento de la medición. En la estación de referencia 3 se realizó la instalación completa de las estacas, piola marcada cada 20 cm y distancia de recorrido del flotador.

Antes de iniciar con la medición de caudales, se levantó la sección transversal de los sitios de localización de las dos estaciones, procediéndose luego a la medición de la velocidad de la corriente mediante el método de flotadores, utilizándose para ello un cronómetro con un margen de centésimas de segundo con opción a la grabación automática de los datos.

Metodología.-

La medición de caudales en secciones de vertientes seleccionadas, se realizó de la siguiente forma:

1. Instalación de líneas guías (debidamente marcadas) en el punto de la estación 2 localizada en la XII Expedición y en el punto 3 ubicado en la XIV Expedición, las mismas que servirán de apoyo para el levantamiento de la sección transversal de las vertientes.
2. Levantamiento de la sección transversal de las vertientes, a lo largo de la línea guía, midiendo la profundidad en puntos de marcación de dicha línea (cada 20 cm.) con ayuda de una regleta. La sección transversal es medida en todo lo ancho, desde las propias estaquillas.
3. Medición de la distancia horizontal entre estaquillas y el límite respectivo del cauce.
4. Medición de la velocidad de la corriente: a través del lanzamiento de flotadores laminares (a efecto de disminuir la acción del viento) desde el punto de la línea guía y la marcación del tiempo de su recorrido (con ayuda de cronómetros), en un punto ubicado a 5 m. aguas abajo de la línea guía. Esta medición se repitió 10 veces para proceder luego al cálculo de la velocidad promedio.
5. Cálculo del caudal: utilizando los datos de distancia entre las estaquillas y la respectiva orilla del cauce y, la sección transversal medida preliminarmente, se calculará el área de la sección transversal, multiplicando ésta por los 5 m. para la obtención del volumen y dividiendo luego este valor para el tiempo promedio de recorrido del flotador en cada caso, obteniéndose de esta forma el caudal deseado en m³/seg.

Medición de temperatura, salinidad y conductividad

Para la medición de la salinidad se tomó como referencia la salida del cauce del río o donde tuvo lugar el desalojo del agua de las vertientes, en la desembocadura de la estación 3 y en la estación 1 donde existe aporte por escurrimiento del agua mediante escorrentía sub-superficial al mar.

La medición se realizó de forma aleatoria, debido a las fases de bajamar y pleamar.

La medición de la salinidad se realizó de la siguiente manera:

1. Primeramente se recolecta la muestra en un envase de 1 L de capacidad a fin de poder introducir el sensor y evitar variaciones por el movimiento del agua. La muestra se recolecta durante el retroceso de la ola, cuando esta lleva consigo el agua dulce del río.
2. Toma del punto de la coordenada del sitio de recolección de la muestra.
3. Se introduce el sensor en el recipiente con agua y esperamos a que el equipo se estabilice, pudiendo así tener una lectura más precisa de la temperatura, salinidad y conductividad.

4. Mientras una persona recolecta la muestra, la otra va tomando apuntes de los datos con el numero del Track point fijado en el GPS.

Durante la medición de salinidad se emplearon los siguientes materiales:

- Medidor de salinidad, temperatura, conductividad y sólidos disueltos
Sper Scientific
- Envase de 1L para recolección de muestra
- GPS Garmin 60Cx.

Levantamiento geográfico del perfil del río

Se realizó el levantamiento del perfil del río, desde su base hasta la desembocadura al mar, con el fin de tener su distribución geográfica y poder proyectar en un SIG la trayectoria que este ha tomado durante el verano 2011, sin olvidar que el río Culebra constituye una de las vertientes formadas por la fusión del glaciar Quito.

8. DATOS OBTENIDOS

Durante el periodo del 29 de enero al 17 de febrero se obtuvieron los siguientes datos:

Datos de caudal

Estación 2 .- Mañana y tarde

FECHA:	HORA	AREA SECCION (m2)	RECORRIDO	VOLUMEN (m3)	T-FLOTADOR (seg)	CAUDAL 10:00 (m3/s)
29-ene	10:00					
30-ene	10:00	0.44	5.00	2.18	8.63	0.25
31-ene	10:00	0.4001	5.00	2.0005	9.16	0.22
01-feb	10:00	0.3505	5.00	1.7525	9.39	0.19
02-feb	10:00	0.5006	5.00	2.503	6.36	0.39
03-feb	10:00	0.5772	5.00	2.886	5.75	0.50
04-feb	10:00					
05-feb	10:00	0.5264	5.00	2.632	8.017	0.33
06-feb	10:00					
07-feb	10:00					
08-feb	10:00	0.265	5.00	1.325	9.083	0.15
09-feb	10:00	0.2494	5.00	1.247	9.751	0.13
10-feb	10:00	0.5306	5.00	2.653	4.984	0.53
11-feb	10:00	0.4016	5.00	2.008	6.413	0.31
12-feb	10:00	0.2944	5.00	1.472	9.485	0.16
13-feb	10:00					
14-feb	10:00	0.3988	5.00	1.994	7.19	0.28
15-feb	10:00	0.3088	5.00	1.544	7.592	0.20
16-feb	10:00	0.3844	5.00	1.922	6.679	0.29
17-feb	10:00	0.3074	5.00	1.537	8.078	0.19
MAL TIEMPO						

Estación 2, monitoreo matutino

FECHA:	HORA	AREA SECCION (m2)	RECORRIDO	VOLUMEN (m3)	T-FLOTADOR (seg)	CAUDAL 17:00 (m3/s)
29-ene	17:00	0.4813	5.00	2.4065	6.88	0.35
30-ene	17:00	0.5411	5.00	2.7055	7.53	0.36
31-ene	17:00	0.5447	5.00	2.7235	6.66	0.41
01-feb	17:00	0.3899	5.00	1.9495	8.84	0.22
02-feb	17:00	1.1188	5.00	5.594	7.16	0.78
03-feb	17:00	0.5627	5.00	2.8135	5.61	0.50
04-feb	17:00					
05-feb	17:00	0.2607	5.00	1.3035	11.57	0.11
06-feb	17:00					
07-feb	17:00					
08-feb	17:00	0.2974	5.00	1.487	7.50	0.20
09-feb	17:00	0.3076	5.00	1.538	9.10	0.17
10-feb	17:00	0.5381	5.00	2.6905	4.47	0.60
11-feb	17:00	0.4699	5.00	2.3495	5.61	0.42
12-feb	17:00	0.313	5.00	1.565	9.11	0.17
13-feb	17:00					
14-feb	17:00	0.3854	5.00	1.927	6.21	0.31
15-feb	17:00	0.3346	5.00	1.673	7.46	0.22
16-feb	17:00	0.4292	5.00	2.146	5.04	0.43
17-feb	17:00	0.411	5.00	2.055	5.49	0.37
MAL TIEMPO						

Estación 2, monitoreo vespertino

Datos de caudal

Estación 3.- Mañana y tarde

FECHA:	HORA	AREA SECCION (m2)	RECORRIDO	VOLUMEN (m3)	T-FLOTADOR (seg)	CAUDAL 10:00 (m3/s)
31-ene	10:00	0.1780	4.00	0.712	4.90	0.15
01-feb	10:00	0.1434	4.00	0.5736	5.65	0.10
02-feb	10:00	0.2008	4.00	0.8032	4.81	0.17
03-feb	10:00	0.2726	4.00	1.0904	4.24	0.26
04-feb	10:00					
05-feb	10:00					
06-feb	10:00					
07-feb	10:00	0.078	4.00	0.312	9.083	0.03
08-feb	10:00	0.078	4.00	0.312	9.593	0.03
09-feb	10:00	0.1441	4.00	0.5764	9.593	0.06
10-feb	10:00	0.299	4.00	1.196	3.473	0.34
11-feb	10:00	0.221	4.00	0.884	4.009	0.22
12-feb	10:00	0.1498	4.00	0.5992	5.202	0.12
13-feb	10:00					
14-feb	10:00	0.2359	4.00	0.9436	4.45	0.21
15-feb	10:00	0.1346	4.00	0.5384	4.849	0.11
16-feb	10:00	0.1377	4.00	0.5508	5.044	0.11
17-feb	10:00	0.1149	4.00	0.4596	5.679	0.08
MAL TIEMPO						

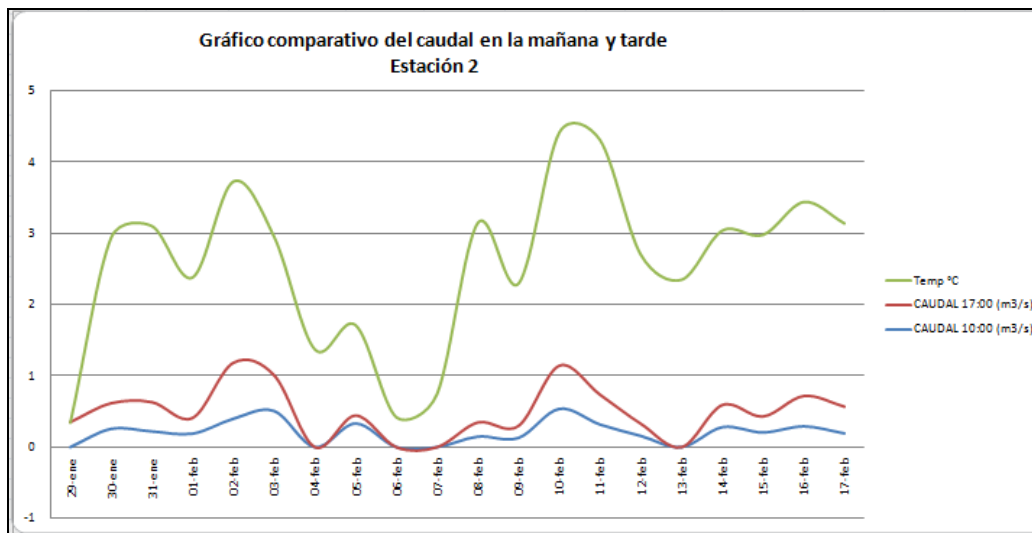
Estación 3, monitoreo matutino

FECHA:	HORA	AREA SECCION (m2)	RECORRIDO	VOLUMEN (m3)	T-FLOTADOR (seg)	CAUDAL 17:00 (m3/s)
31-ene	17:00	0.217	4.00	0.87	4.36	0.20
01-feb	17:00	0.1691	4.00	0.6764	5.58	0.12
02-feb	17:00	0.2673	4.00	1.0692	4.13	0.26
03-feb	17:00	0.2687	4.00	1.0748	3.19	0.34
04-feb	17:00					
05-feb	17:00	0.0697	4.00	0.2788	7.51	0.04
06-feb	17:00					
07-feb	17:00	0.1566	4.00	0.6264	7.46	0.08
08-feb	17:00	0.1566	4.00	0.6264	10.70	0.06
09-feb	17:00	0.1539	4.00	0.6156	10.70	0.06
10-feb	17:00	0.3168	4.00	1.2672	3.27	0.39
11-feb	17:00	0.2518	4.00	1.0072	3.82	0.26
12-feb	17:00	0.1457	4.00	0.5828	5.28	0.11
13-feb	17:00					
14-feb	17:00	0.3513	4.00	1.4052	3.68	0.38
15-feb	17:00	0.2612	4.00	1.0448	4.45	0.23
16-feb	17:00	0.3265	4.00	1.306	3.72	0.35
17-feb	17:00	0.293	4.00	1.172	4.14	0.28
MAL TIEMPO						

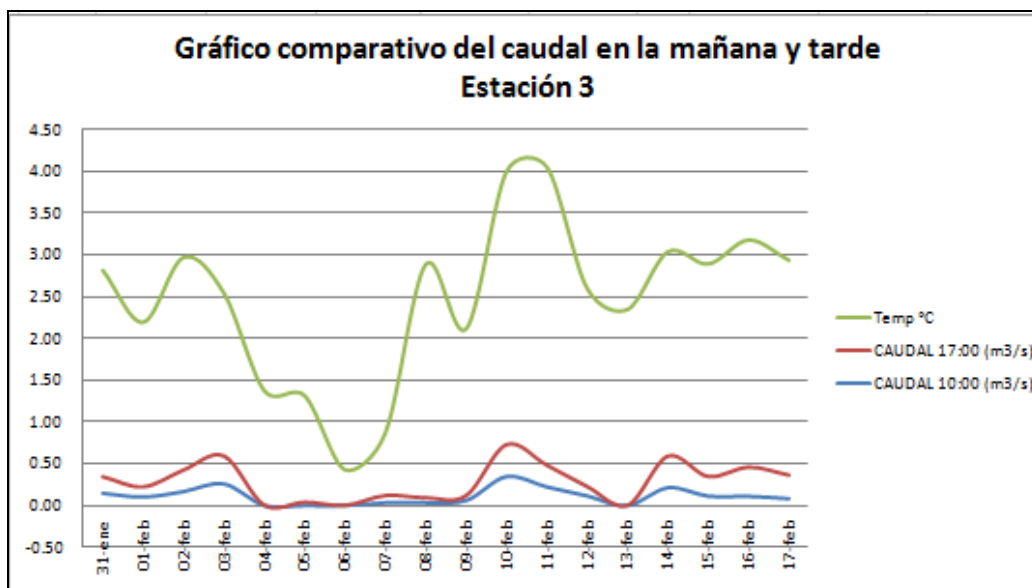
Estación 3, monitoreo vespertino

Gráficos representativos de los datos de caudal vs la temperatura

Estación 2.-



Estación 3.-

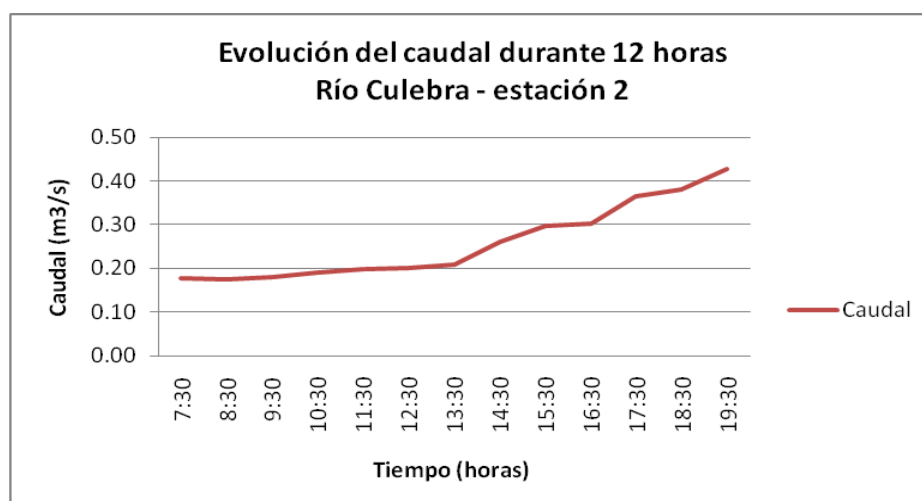


En las dos gráficas anteriores se observa una estrecha relación entre el comportamiento de la temperatura durante el verano y las fluctuaciones del aumento y disminución del caudal del río en la estación 2.

Datos de la medición del caudal cada hora por 12 horas.-

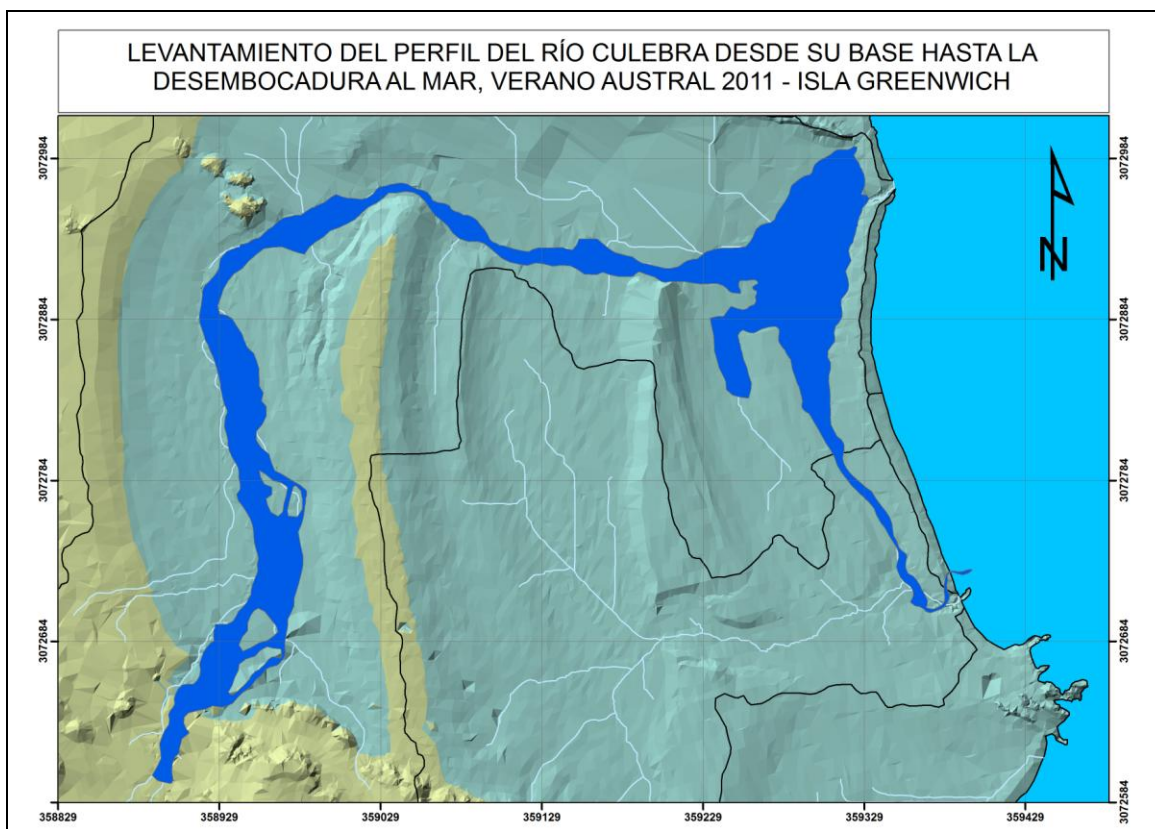
RESUMEN DE LA OBSERVACIÓN HORARIA DEL CAUDAL DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO 2 - RÍO CULEBRA													
FECHA:	16-feb-11	17-feb-11	18-feb-11	19-feb-11	20-feb-11	21-feb-11	22-feb-11	23-feb-11	24-feb-11	25-feb-11	26-feb-11	27-feb-11	28-feb-11
HORA:	7:30	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	19:30
AREA SECCION (m2)	0.2724	0.2881	0.2885	0.3073	0.3157	0.3215	0.3392	0.3239	0.3558	0.3628	0.3965	0.457	0.4738
VOLUMEN (m3)	1.362	1.4405	1.4425	1.5365	1.5785	1.6075	1.696	1.6195	1.779	1.814	1.9825	2.285	2.369
T-FLOTADOR (seg)	7.73	8.254	8.048	8.078	7.992	8.0489	8.147	6.187	6	5.978	5.445	6.011	5.554
CAUDAL (m3/s)	0.18	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20	0.21	0.26	0.30	0.30	0.36	0.38	0.43

Gráfico del comportamiento del caudal en la.-



Se evidencia el aumento del caudal a medida que transcurre el tiempo, sobre todo en las horas de la tarde. Mínimo absoluto a tempranas horas de la mañana y su máximo absoluto en altas horas de la tarde.

Levantamiento geográfico del perfil del río Culebra



9. TRABAJOS PENDIENTES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

Queda pendiente el ploteo del comportamiento de la temperatura, salinidad y conductividad en las áreas de influencia al mar, del río y el análisis del comportamiento del caudal durante la XV Expedición con relación a los años anteriores, pudiendo formar así una serie de datos para su posterior análisis multitemporal.

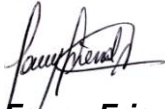
10. CONCLUSIONES

- El monitoreo realizado cumplió con el levantamiento de datos necesarios para cumplir con los objetivos propuestos.
- Se observó una estrecha relación entre el comportamiento de la temperatura durante el verano y las fluctuaciones del caudal del río en la estación 2.
- Se evidenció el aumento del caudal del río a medida que pasa el tiempo, sobre todo en las horas de la tarde, obteniendo el valor mínimo absoluto a tempranas horas de la mañana y su máximo absoluto en altas horas de la tarde.
- Las estaciones utilizadas para el monitoreo fueron las 2 y 3, debido a que la estación 1, instalada en la XIII Expedición aun no ha sido recuperada, debido a la gran cantidad de piedras y arena alojada en su zona de desborde.
- Se produjo el represamiento del agua del río luego de pasar éste por la estación 2, formándose un cordón de agua, el cual en su recorrido conecta la cuenca del río Culebra con Punta Hermosilla.
- El método utilizado tiene su dependencia de la participación humana, no permitiendo por tanto un monitoreo continuo de los caudales y por ende un mejor conocimiento de sus fluctuaciones y su relación con el clima.

11. RECOMENDACIONES

- Coadyuvar a la implementación de una estación automática para la medición de caudales, durante el tiempo de duración de las futuras expediciones.
- Para la medición del caudal del río durante las próximas Expediciones, se recomienda hacer uso de un equipo aforador, que permita medir la velocidad del flujo y consecuentemente poder determinar el caudal en las estaciones ya establecidas.
- Se debe realizar un reconocimiento detallado de las principales vertientes del glaciar a fin de identificar la red hidrográfica que de él resulta y consecuentemente poder conocer más profundamente el comportamiento hidrológico fruto de la fusión del glaciar.
- Implementar el monitoreo meteorológico automático, mediante la instalación de una estación meteorológica automática que permita tener a disposición datos de temperatura y viento en tiempo real.
- Se debe realizar un estudio del comportamiento climático de la isla Greenwich, para poder establecer patrones del comportamiento de los sistemas meteorológicos influyentes en la zona.

Firma



Fanny Friend M.

Investigadora XV Expedición ecuatoriana a la Antártida