

## APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

#### **CAPÍTULO 4 – LÍNEA DE BASE AMBIENTAL**

#### **4.2 MEDIO NATURAL**

#### **4.2.3 – TOPOGRAFÍA Y SISMOLOGÍA**

#### **ÍNDICE**

4.2.3.1.	TOPOGRAFÍA .....	1
4.2.3.1.1.	Topografía del Área de Estudio .....	1
4.2.3.1.2.	Topografía y Batimetría de las Áreas de Obra .....	9
4.2.3.1.2.1.	Generación de la Red de Apoyo para las Áreas de Obra de NK y JC.....	9
4.2.3.1.3.	Trabajos Topográficos en el Área de las Obras Principales de NK y JC..	10
4.2.3.1.4.	Topografía para el Sitio de Obra de la Presa NK .....	10
4.2.3.1.4.1.	Sistema y Marco de Referencia utilizado: .....	13
4.2.3.1.4.2.	Codificación de Los Puntos Relevados: .....	14
4.2.3.1.4.3.	Equipamiento Utilizado .....	14
4.2.3.1.4.4.	Desarrollo de las Tareas .....	14
4.2.3.1.4.5.	Procesamiento de Datos y Generación de MDT .....	15
4.2.3.1.5.	Topobatimetría del Rio Santa Cruz, tramo NK .....	15
4.2.3.1.5.1.	Desarrollo de las tareas .....	17
4.2.3.1.5.2.	Sistema y Marco de Referencia .....	18
4.2.3.1.5.3.	Sistema Altimétrico .....	18
4.2.3.1.5.4.	Nivelación Geométrica .....	18
4.2.3.1.5.5.	Equipamiento Utilizado .....	20
4.2.3.1.5.6.	Procesamiento de Datos y Generación de MDT .....	21
4.2.3.1.6.	Topografía para el Sitio de Obra de la Presa JC .....	21
4.2.3.1.6.1.	Sistema y Marco de Referencia utilizado: .....	24
4.2.3.1.6.2.	Codificación de los Puntos Relevados: .....	25
4.2.3.1.6.3.	Equipamiento Utilizado .....	25
4.2.3.1.6.4.	Desarrollo de las Tareas .....	25
4.2.3.1.6.5.	Procesamiento de Datos y Generación y Generación de MDT .....	26
4.2.3.1.7.	Topobatimetría del Rio Santa Cruz, tramo JC .....	26
4.2.3.1.8.	Desarrollo de las Tareas.....	28
4.2.3.1.9.	Sistema y Marco de Referencia .....	29
4.2.3.1.10.	Sistema Altimétrico .....	30
4.2.3.1.11.	Nivelación Geométrica .....	30
4.2.3.1.12.	Equipamiento Utilizado .....	31
4.2.3.1.13.	Procesamiento de Datos y Generación de Mdt.....	32

4.2.3.2.	SISMOLOGÍA .....	33
4.2.3.2.1.	Introducción.....	33
4.2.3.2.2.	Criterios para la Definición de las Acciones Sísmicas .....	34
4.2.3.2.3.	Interpretación Sismotectónica .....	35
4.2.3.2.4.	Antecedentes Sismológicos .....	38
4.2.3.2.4.1.	Sismicidad Histórica. Sismos pre-instrumentales (1492-1900) .....	38
4.2.3.2.4.2.	El Sismo de los Naufragos del HMS Wager .....	38
4.2.3.2.4.3.	El Sismo de 1879 .....	39
4.2.3.2.5.	Sismicidad Instrumental.....	40
4.2.3.2.6.	Resultados del Análisis Probabilístico.....	44
4.2.3.3.	BIBLIOGRAFÍA .....	46

#### **4.2.3.1. TOPOGRAFÍA**

##### **4.2.3.1.1. Topografía del Área de Estudio**

Se utiliza para la interpretación y observación de las características topográficas del área de estudio el modelo de elevación de 90 m de resolución SRTM

En la figura 1, se observa el MDE SRTM del tramo del río Santa Cruz y las áreas de los embalses de los aprovechamientos NK a cota 176,5 m y JC a cota 114 m.

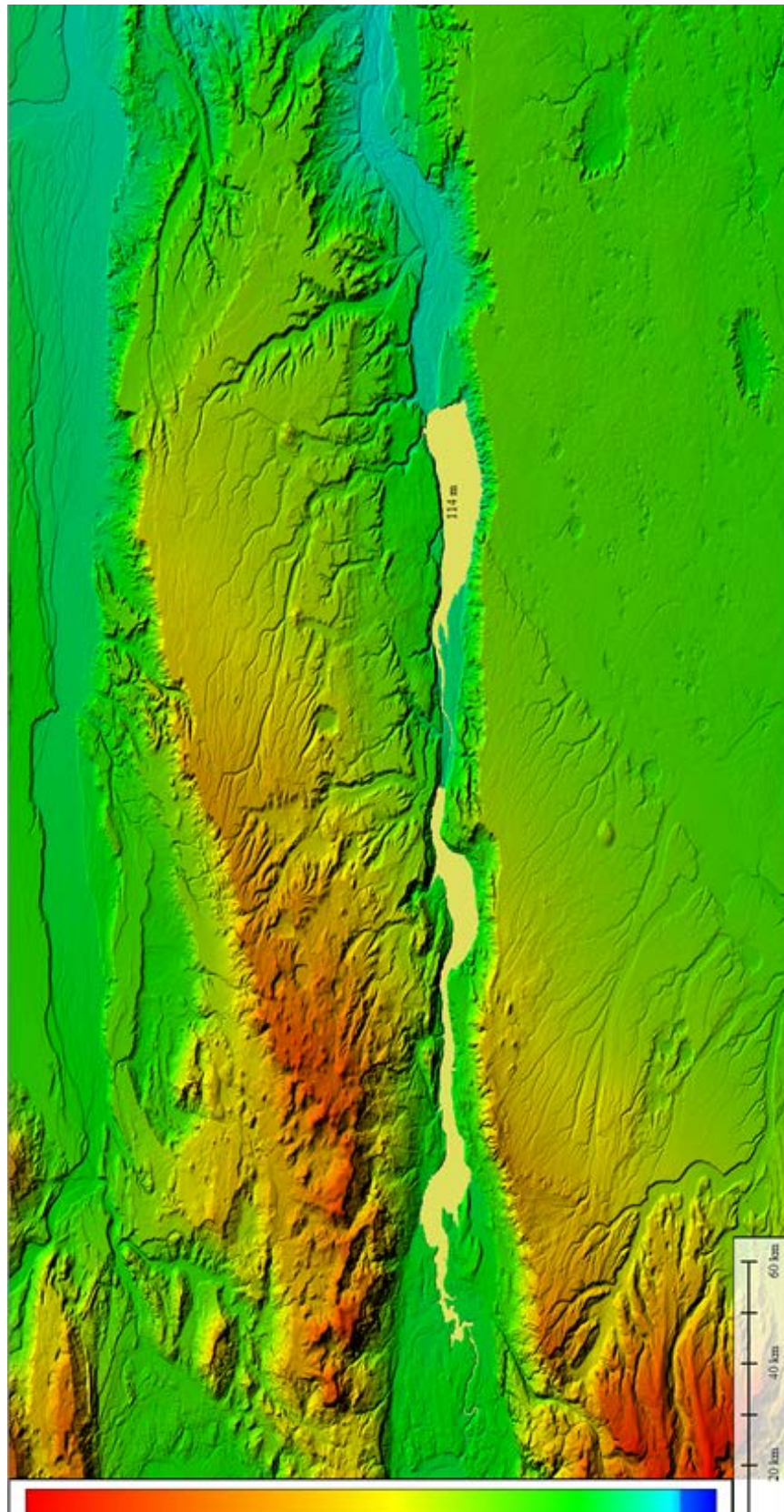


Figura 1: MDE RSTM de 90 m de resolución y lo embalses NK y JC.

Las características topográficas del área de estudio que comprende a los aprovechamientos NK y JC presenta un relieve escalonado desde la cordillera hacia el mar. Tiene grandes superficies amesetadas, pequeños cerros y depresiones, pudiendo alcanzar alturas en la cordillera de aproximadamente los 1.000 m y llegando hasta los 350 y 100 m en la desembocadura del río Santa Cruz. Puede observarse en las figuras 2 y 3 el escalonamiento del relieve hacia el mar y las diferencias del relieve y alturas entre la margen derecha y la margen izquierda.

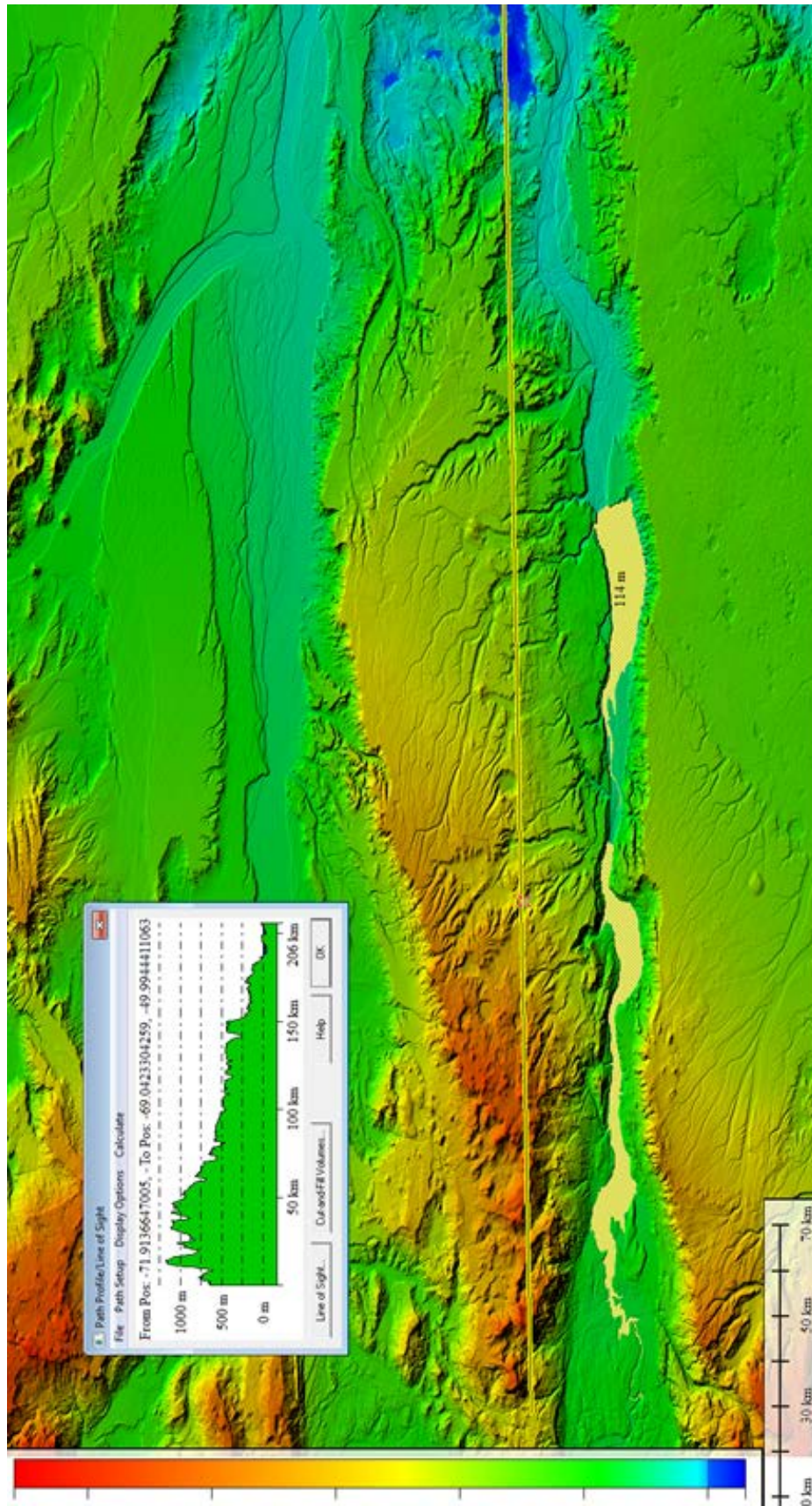


Figura 2: Perfil oeste –este de la margen izquierda.

En las siguientes figuras puede contemplarse las curvas de nivel con una equidistancia de 20 m del área de estudio de la presa NK y JC. El archivo de curvas de nivel se almacena en la GDB "Aprovechamientos río Santa Cruz" en el dataset Topografía bajo el nombre "Curvas de nivel\_20 m para toda el área.

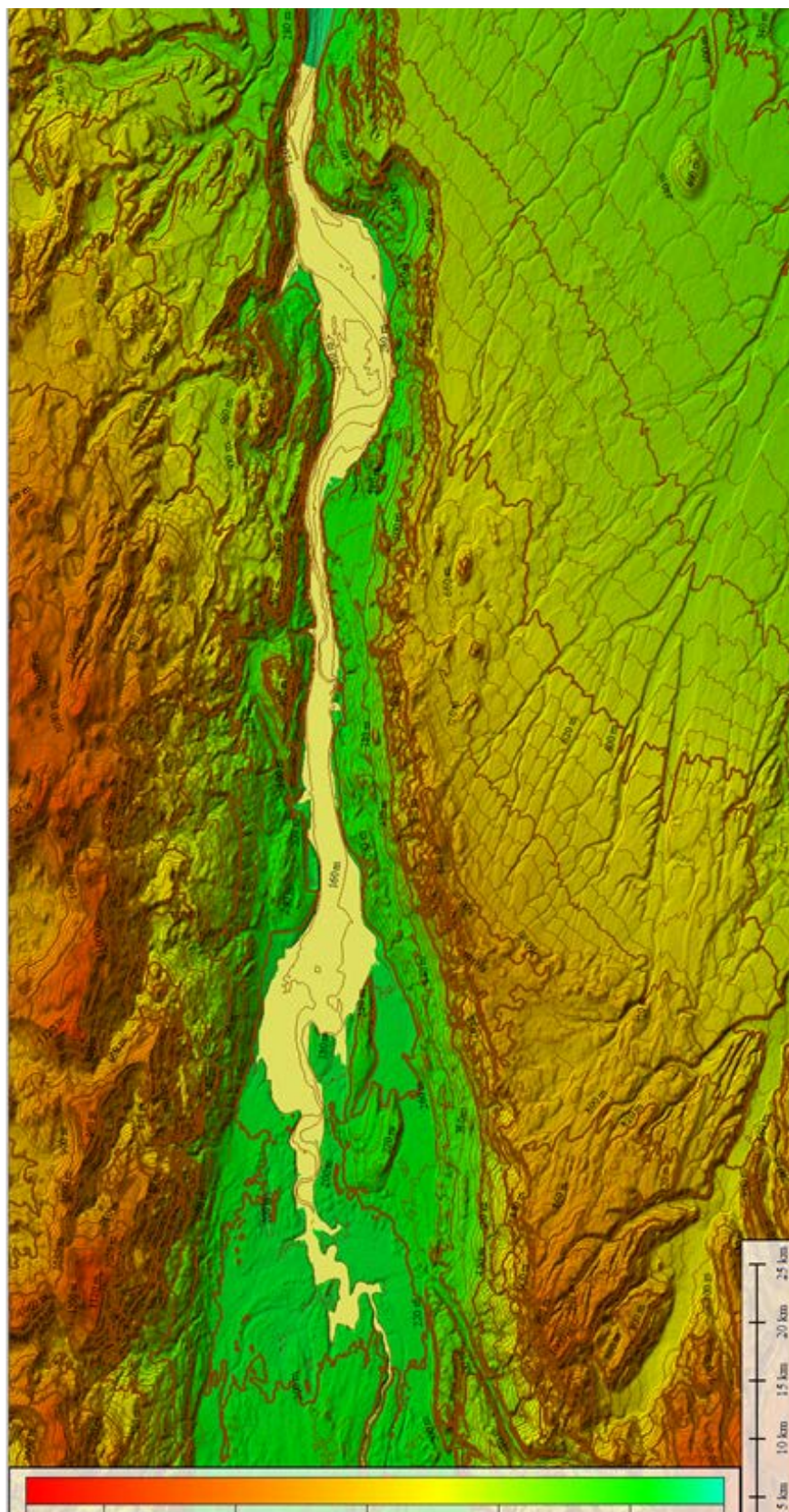


Figura 3: Represa NK Curvas de nivel Equidistancia 20 m.



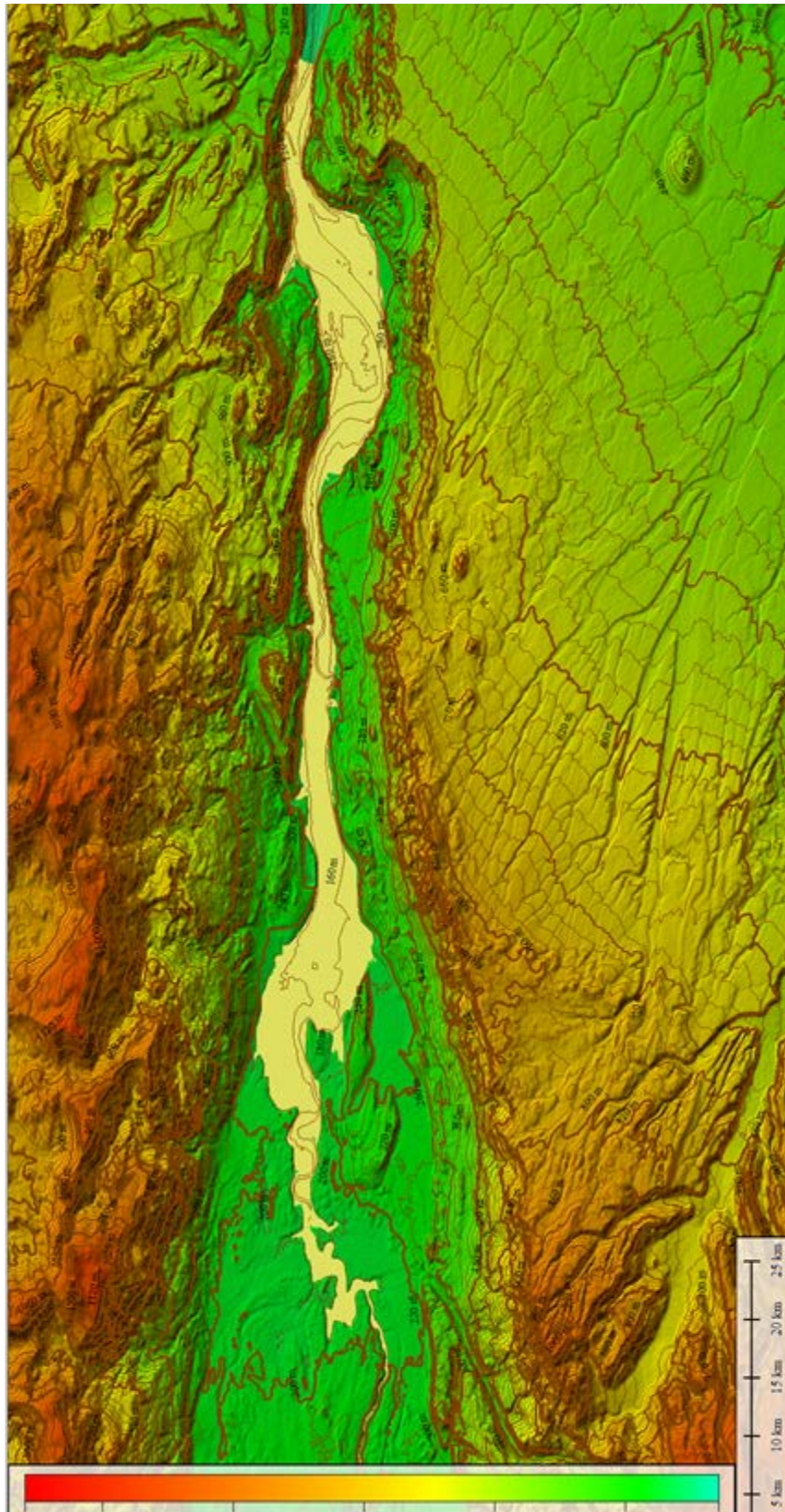


Figura 4: Represa NK Curvas de nivel Equidistancia 20 m.

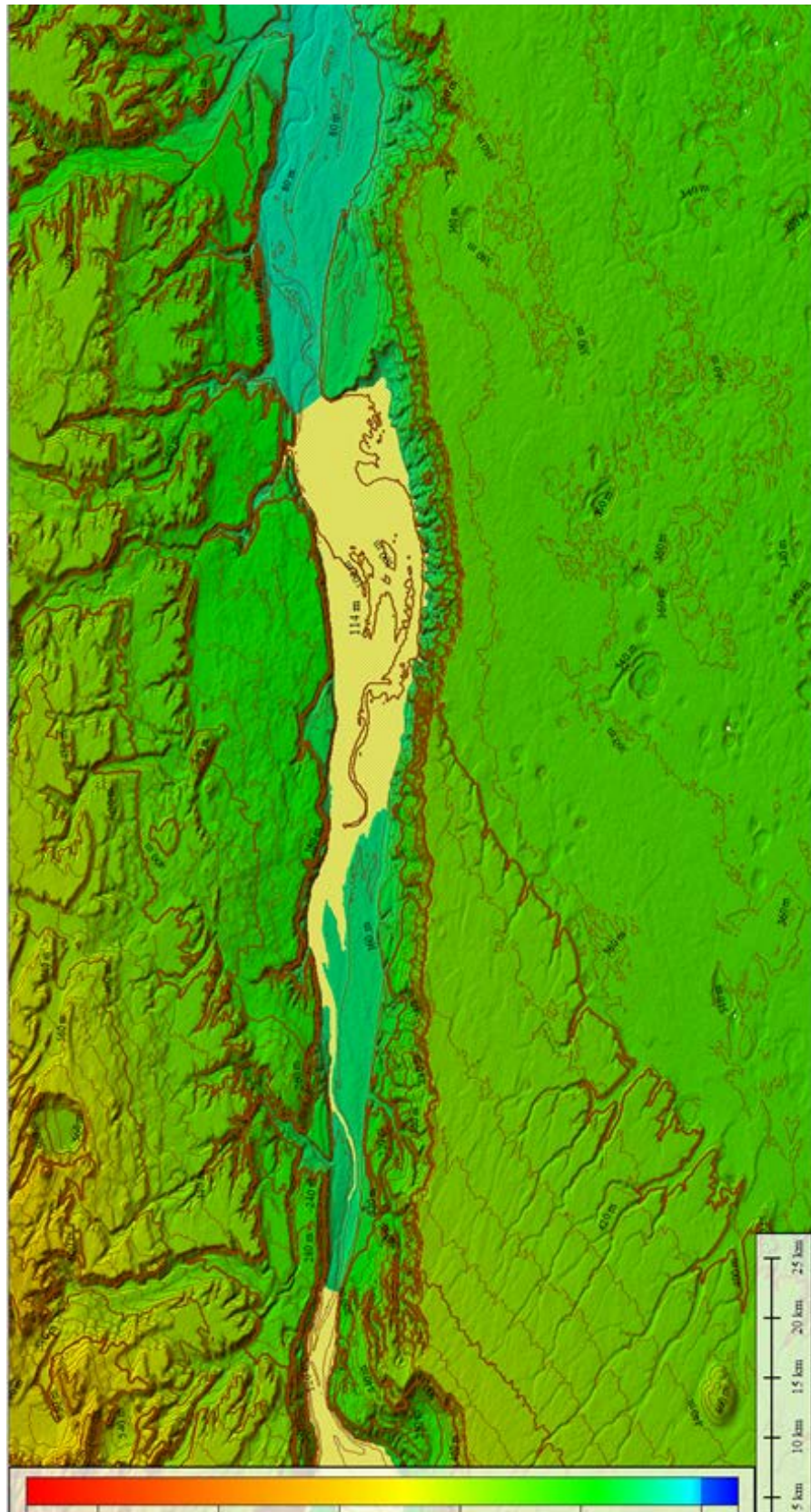


Figura 5: Represa JC Curvas de nivel Equidistancia 20m.

#### 4.2.3.1.2. Topografía y Batimetría de las Áreas de Obra

Se han llevado a cabo levantamientos topográficos y batimétricos de precisión en las áreas de desarrollo de las obras con el objetivo de contar con un modelo topográfico robusto y de calidad para el desarrollo cartográfico, de las tareas de ingeniería y de todos los trabajos y mediciones topográficas posteriores. A continuación se detalla el proceso y los trabajos desarrollados para la generación de los modelos de terreno.

##### 4.2.3.1.2.1. Generación de la Red de Apoyo para las Áreas de Obra de NK y JC

La Red de Apoyo es la estructura geométrica, la columna vertebral que garantiza la solidez del sistema, la perfecta conjunción entre las mediciones topográficas que preceden y sirven de base a la construcción del proyecto con las mediciones posteriores que replantean el mismo, dando lugar a la construcción de las obras. El Sistema de Apoyo, asegura que las precisiones se conserven garantizando el cumplimiento de las tolerancias constructivas.

Con el objetivo de contar con un producto de base de calidad que coadyuve en las precisiones esperadas para trabajos topográficos se realizaron mediciones gravimétricas y cálculo de correcciones ortométricas en la zona de obras de las presas NK y JC y en la costa del Lago Argentino.

La generación de la red de apoyo SAP se conformó por los Puntos Fijos existentes y aquellos que sirvieran de apoyo de las tareas topográficas, base de los estudios previos y del anteproyecto. Sin embargo, estos importantes puntos desaparecerán con los primeros movimientos de suelos, en la etapa de construcción de la obra, por tal motivo, este sistema se ha completado, con la colocación de nuevos puntos fuera de la zona de obra, con la idea que se perpetúen en el tiempo.

A partir de la Red Altimétrica del IGN, se realizaron los siguientes itinerarios de nivelación y vinculación con la SAP:

- 1.- Nivelación de la escala limnimétrica de Calafate.

- 2.- Nivelación de la escala limnimétrica de Charles Führ.

- 3.- Nivelación del PF amojonado denominado LL.

- 4.- Nivelación del SAP de la Presa Pte. Néstor Kirchner

- 5.- Nivelación del sistema de apoyo secundario de la Villa Temporal NK

- 6.- Nivelación del SAP de la Presa Gdor. Jorge Cepernic.

- 7.- Nivelación del sistema de apoyo secundario de las Villa Temporal JC

Para ampliar el detalle de estos trabajos se puede consultar el informe GE-A.CV-MT.TP (OG-00-00) P001-0B.pdf. Ver, Anexo II – Informes de Topografía y sismología.

#### **4.2.3.1.3. Trabajos Topográficos en el Área de las Obras Principales de NK y JC**

Los relevamientos en el área de obra están destinados al diseño de las obras permanentes e incluyen un levantamiento topográfico integrando perfiles longitudinales, transversales y relevamientos de puntos significativos para generar un Modelo Digital del Terreno (MDT) representativo de las zonas relevadas.

El error de precisión admisible en X, Y en las mediciones fue de +/- 5 cm.

La ejecución de trabajos topográficos fueron desarrollados para la generación de cartografía de precisión, en el área de emplazamiento de la obra principal presa Pte. Néstor Kirchner y la presa Gob. Jorge Cepernic, circunscribiendo un polígono general en el área de emplazamiento de las obras permanentes.

El detalle del desarrollo de los trabajos y los productos finales se pueden ampliar con el documento NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01) y NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02) para la presa NK y JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001 y JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001, ambos para la Topografía y Batimetría en el área de Emplazamiento de las obras principales. Ver, Anexo II – Informes de Topografía y sismología.

#### **4.2.3.1.4. Topografía para el Sitio de Obra de la Presa NK**

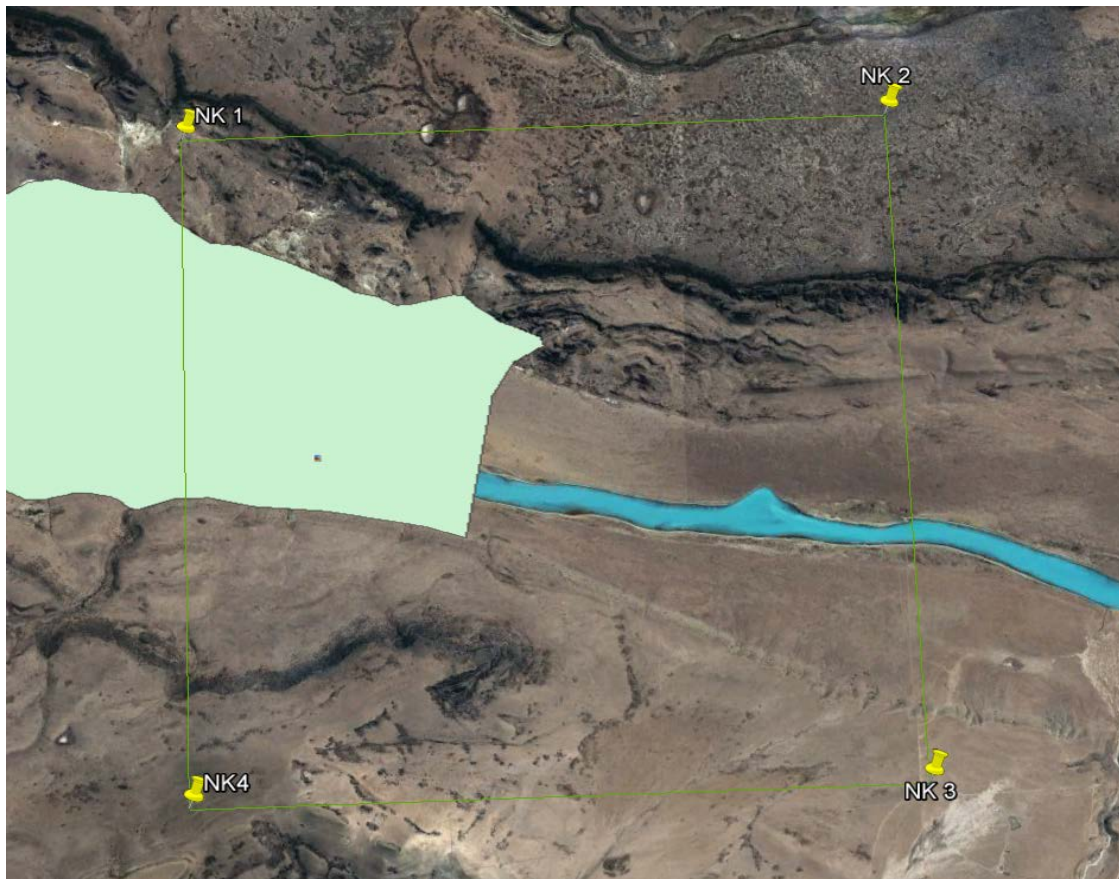
Comprendió el área que puede observarse en la figura 6, según la Ley 3389 - Poder Legislativo de la Provincia de Santa Cruz- "Sitio Cóndor Cliff", con una superficie de 2500.00 Ha y polígono comprendido entre las coordenadas de los vértices:

50°11'17.60"S-70°48'47.74"O;

50°11'17.60"S-70°44'35.69"O;

50°13'59.44"S-70°44'35.69"O;

50°13'59.44"S-70°48'47.74"O;



**Figura 6: Delimitación del área del polígono de obra NK**

El área comprende:

A) Relevamiento del terreno en la zona de Implantación de las Obras Permanentes:

A.1 ÁREA DE ESTRIBOS PRESA Pte. NÉSTOR KIRCHNER

A.2 ÁREAS DE OBRAS PERMANENTES

B) Relevamiento del terreno en la zona perimetral

La densidad de los relevamientos topográficos que se llevaron a cabo en cada una de las áreas dependió de la finalidad de cada una de ellas, por lo tanto se diferenció:

A1) Área 109 Ha. Conformada por Grilla de Relevamiento 20x20 mts.

A2) Área 125 Ha. Conformada por Grilla de Relevamiento de 10x10 mts.

B) Área 2189 Ha. Conformada por Grilla de Relevamiento de 100x100 mts.

Las áreas designadas como A.1 y A.2 se corresponde a un polígono que encierra una superficie que abarca hasta los límites de excavación para el emplazamiento de las estructuras de hormigón, la represa misma y otras áreas relevantes en las cuales se podrán asentar los obradores. Precisamente el área A1 abarca una superficie importante en materia de excavaciones a ejecutar en un futuro para el emplazamiento de las obras de hormigón casi en su mayoría, por lo que se requiere mayor densidad de puntos relevados en esta zona.

El área designada como A.2, como no se encuentra afectada por grandes excavaciones de acuerdo a la configuración de proyecto de represa, no requiere igual densidad de puntos que la denominada A1, pero debe representar efectivamente la superficie terrestre salvando todo aquel accidente natural existente.

Finalmente el área nombrada como B es aquella que se encuentra afuera de las dos primeras mencionadas y limitada por el polígono de 2500 Ha detallado anteriormente. Esta área es de mayor magnitud que las anteriores y se precisa menor cantidad de putos a relevar ya que no se encuentra afectada por el emplazamiento de las obras principales.

En la figura 7 se puede observar el detalle de la distribución de la densidad de puntos relevados en los trabajos topográficos.



Figura 7: Detalle del área relevada Represa NK

El levantamiento en la presa NK fue vinculado a los siguientes puntos fijos existentes 250N y 250S.



**Figura 8: Área de las obras permanentes de la presa NK**

#### **4.2.3.1.4.1. Sistema y Marco de Referencia utilizado:**

Sistema de Referencia: Global WGS84

Marco de Referencia: Red Nacional POSGAR 2007

Proyección: Proyección plana conforme: Transversa de Gauss – Proyección Local

La selección del sistema de referencia y sistema de proyección se indica en el documento general GE-A.CV-MT.TP(OG-00-00)P001 Memoria Técnica Sistema Geodésico y Geofísico de Apoyo. Red SAP. Ver, Anexo II – Informes de Topografía y sismología.

Conforme de Gauss, cuyos parámetros que la definen son los siguientes:

Latitud de Origen	-50° 12' 30"
Longitud del Meridiano Central	-70° 46' 30"
Falso Norte	50000 m
Falso Este	20000 m
Factor de escala del MC	1
Elipsoide de referencia	WGS84

Figura 9: Parámetros de transformación NK

Vertice – Punto Fijo PF	Mercator Transversa	
	NORTE	ESTE
250N	49963.935	19372.139
250S	49348.404	19229.504

Figura 10: Coordenadas proyectadas NK

#### 4.2.3.1.4.2. Codificación de Los Puntos Relevados:

Se identificó una codificación de puntos y puntos significativos del terreno teniendo en cuenta su tipo, terreno natural, huella, borde de camino, alambrados, borde de río, línea de quiebre, perforación.

#### 4.2.3.1.4.3. Equipamiento Utilizado

De acuerdo a la topografía de cada una de las áreas se utilizaron métodos de relevamiento con GPSDiferencial, Marca "Trimble" R4 y R5, con sistema GPS-GLONASS, y procesamiento de los datos, en una cantidad de 1 Base y (tres equipos móviles).

#### 4.2.3.1.4.4. Desarrollo de las Tareas

Para la ejecución de dichas tareas se utilizó como base el Informe Final del Sistema Geodésico y Geofísico de Apoyo, que determinó los valores de los Puntos Fijos de la SAP Néstor Kichner, ver figura 11:

Vértice	latitud	longitud	h	Norte	Este	H	N
250N	S50°12'31.16601"	O70°47'01.66354"	133,979	49963,935	19372,139	121,55290	12,426
250S	S50°12'51.08676"	O70°47'08.86121"	140,214	49348,404	19229,504	127,79777	12,416
AL	S50°12'23.98792"	O70°46'40.45435"	137,525	50185,758	19792,69	125,10590	12,419
EJ	S50°12'38.87744"	O70°46'31.85589"	134,058	49725,704	19963,201	121,64010	12,418
SC00	S50°12'58.60924"	O70°46'50.55973"	155,974	49116,013	19592,383	143,57546	12,399
N prom.							<b>12,416</b>

NOTA: En la zona del cierre de la presa se uso un único valor de ondulación geoidal: N = 12.416

Figura 11: SAP Néstor Kirchner



Se relevó todo accidente topográfico existente, huella de camino, zanjas de escurriendo de aguas de lluvia naturales, alambrados, tranqueras, edificaciones existentes, tomas de agua, etc.

El error de precisión admisible en X e Y en las mediciones fue de +/-0.05 m. Con los datos relevados, se construyó el MDT, en formato CivilCAD y AutoCAD 2012, una malla de referencia para realizar en un futuro el replanteo de la obra.

El relevamiento general se ha realizado mediante el método CINEMÁTICO de relevamiento GNSS, manteniendo fijo el valor de tiempo de registro en 5 segundos, utilizando mochilas de relevamientos. El recorrido fue diseñado en plantillas gráficas que a través de las controladoras permitieron a los operadores seguir un itinerario de recorrido. Para el caso del relevamiento de accidentes topográficos o puntos significativos de la zona a relevar se utilizó el método STOP AND GO de relevamiento GNSS, mediante bastón de relevamiento Proyección Cilíndrica.

#### **4.2.3.1.4.5. Procesamiento de Datos y Generación de MDT**

Se contabilizó un total de 120.227 puntos relevados en todas las zonas. Con el listado completo se generó el MDT con el Software Autodesk Civil 3D 2015. El producto final obtenido se plasmó en el archivo: MDT NK r5.dwg adjunto en el anexo.

#### **4.2.3.1.5. Topobatimetría del Río Santa Cruz, tramo NK**

El estudio topo-batimétrico ejecutado, incluye perfiles longitudinales y transversales, de manera tal de obtener como producto final un modelo digital del cauce y planicies de inundación del río y superficie de pelo de agua.

El error de precisión admisible en X, Y en las mediciones es de +/-5 cm.

La descripción de los trabajos topobatimétricos se detallan en NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-001 Topobatrimeria Tramo río Santa Cruz, adjunto. Ver Anexo II – Informes de Topografía y sismología

El eje del perfil topo-batimétrico relevado presenta una longitud total de 16 km totales aproximadamente (8 km de estudios iniciales y 8 km de ampliación de los relevamientos) y parte desde la coordenada geográfica de Latitud S50°12'10.68"–Longitud O70°48'19.38" y coordenada geográfica de fin de Latitud S50°12'35.67"– Longitud O70°36'20.90".



Figura 12: Esquema Número 2 de río Santa Cruz relevado-Represas NK y ampliación



Figura 13: Margen Izquierda Tramo 2 río Santa Cruz, Perfil 24



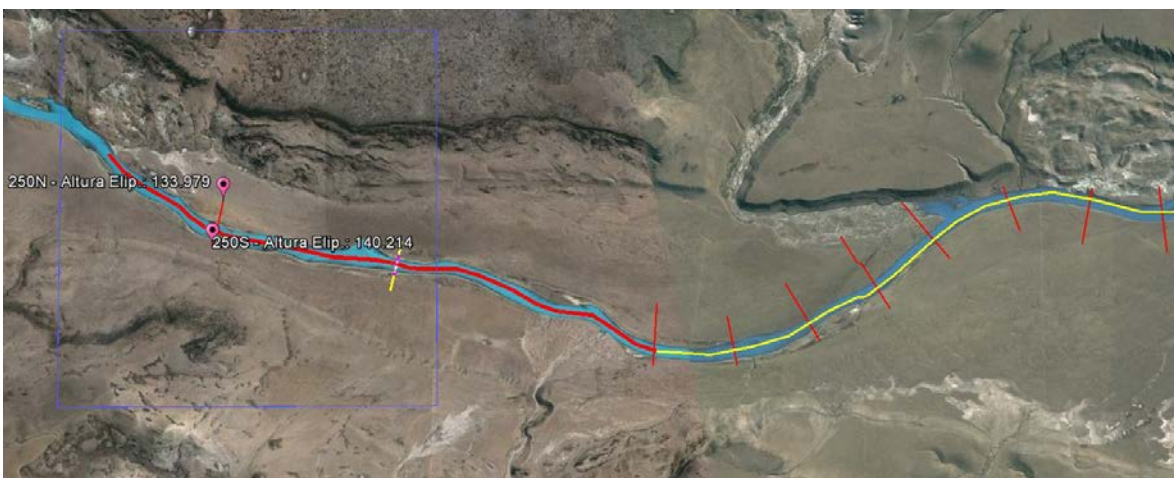
**Figura 14: Margen Izquierda Tramo 2 Ampliación río Santa Cruz, Perfil 44**

#### 4.2.3.1.5.1. Desarrollo de las tareas

Para la ejecución de las tareas se utilizó como base el documento adjunto “Sistema Geodésico y Geofísico de Apoyo” GE-A.CV-MT.TP (OG-00-00) P001, en el cual se determinaron los valores de los Puntos Fijos a utilizar para todos los relevamientos. Ver, Anexo II – Informes de Topografía y sismología.

Las coordenadas de la zona a relevar, se encuentran proyectadas a coordenadas planas de acuerdo al sistema de proyección indicado en el documento general mencionado anteriormente.

Con los datos de la topografía levantada se construyó en gabinete el MDT (Modelo Digital del Terreno) en formato CivilCAD y AutoCAD.



**Figura 15: Puntos Fijos utilizado para los relevamientos topobatimétricos en la Represa NK**

#### 4.2.3.1.5.2. Sistema y Marco de Referencia

Sistema de Referencia: Global WGS'84

Marco de Referencia: Red Nacional POSGAR 2007

El levantamiento en presa NK fue "amarrado" a los siguientes puntos fijos existentes 250S y 250N.

Los parámetros de proyección y de transformación Mercator Transversa NK son los mismos utilizados en los relevamientos topográficos.

#### 4.2.3.1.5.3. Sistema Altimétrico

La vinculación Altimétrica al Sistema Nacional del IGN, se ejecutó empleando el Punto Fijo 250S, COTA: 127,798 cuya cota se definió en la Red de Apoyo y Nivelación de precisión (Red SAP: GE-A.CV-MT.TP (OG-00-00) P001-0B, inciso 17. Resumen resultados Loop Lago Argentino). Ver, Anexo II – Informes de Topografía y sismología.

#### 4.2.3.1.5.4. Nivelación Geométrica

Se midió los 45 perfiles transversales topo-batimétricos medidos en el sector próximo a las obras principales, a los cuales se les realizó una Nivelación diferencial (geométrica) de precisión, realizada en ida y vuelta, entre el 250S y cada uno de los puntos.

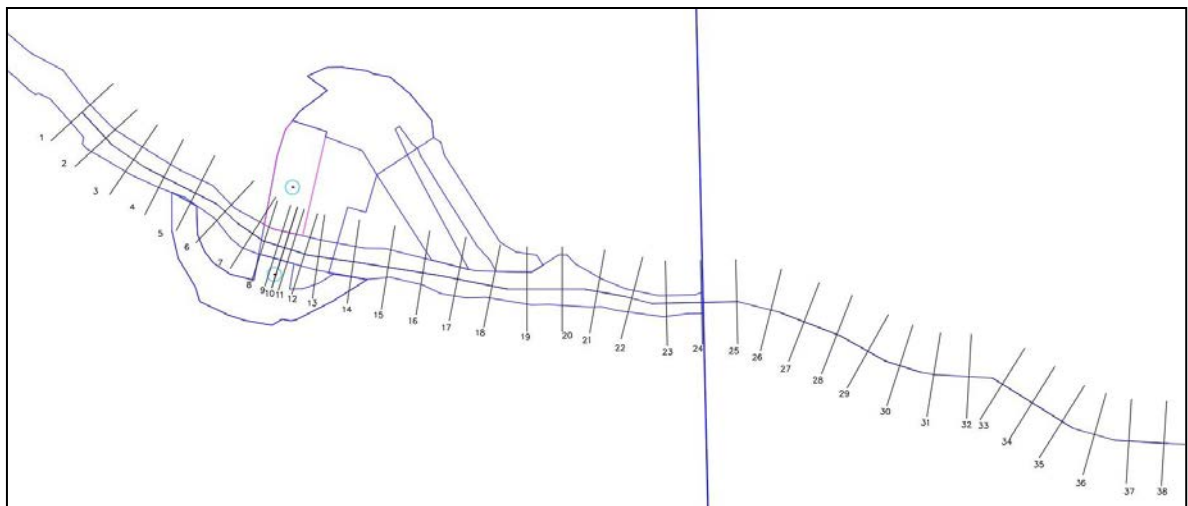
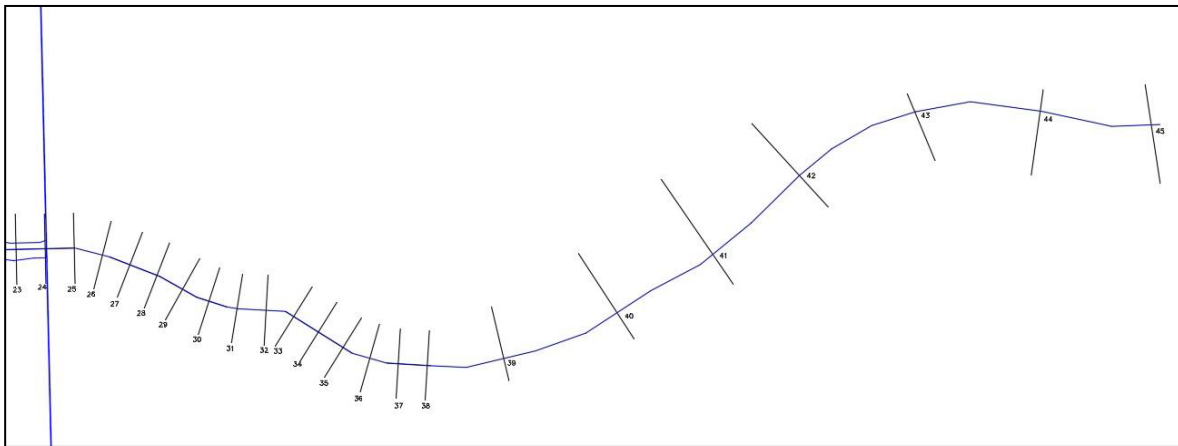


Figura 16: Perfiles Transversales- Nivelación geométrica E1 a E38



**Figura 17: Perfiles Transversales- Nivelación geométrica 38 a E45**



**Figura 18: Ejecución de Nivelación Geométrica Margen Derecha río Santa Cruz NK, Perfil 42 Ampliación**

Se realizó la Línea de Nivelación de ida y vuelta con nivel Digital DINI, en la función de medición ADDA, con un rango de precisión de 0,7mm por Km, entre PF 250S pasando por E10 hasta E01.

Se realizó la Línea de Nivelación de ida y vuelta con nivel Digital DINI, en la función de medición ADDA, con un rango de precisión de 0,7mm por Km, entre PF 250S pasando por E10 hasta E45.

Posteriormente se procedió al Ajuste alimétrico de las estacas y se cargó para el posprocesamiento de todos los puntos, las alturas obtenidas con el GPS originales, se visualizan en el Plano adjunto NK-A.CV-PL.TP-(OG-02-02)-P001-0.

#### 4.2.3.1.5.5. Equipamiento Utilizado

De acuerdo a la topografía de cada una de las áreas se utilizarán métodos de relevamiento con GPS-Diferencial, Marca "Trimble" R4 y R5RTK, con sistema GPS-GLONASS, y posprocesamiento de los datos, en una cantidad de 1 Base y (tresequipos móviles).

##### Nivel Digital

En este trabajo se emplea (un) niveles digital, marca TRIMBLE modelo DiNI 07.-

- Precisión  $\pm 0.7\text{mm}$  por Km (en la nivelación realizada en ida y vuelta).
- Resolución en la lectura  $\pm 0.1\text{mm}$ .

##### Sonda de Precisión

Sonda hidrográfica de Precisión Stonex Serie SDE-28, Sonar digital con bajada de datos directamente a PC y con oscilador de cuarzo de altísima precisión además con representación gráfica en papel. Posee conexión con DGPS.

##### Equipamiento Auxiliar Embarcación

Para el desplazamiento en el agua se utilizó una embarcación liviana del tipo monocasco rígido y semirígido preparada para la tarea con soportes y conexiones disponibles que permiten colocar el bastón basculante unido al casco en popa y que permite su nivelación antes de cada medición, para lograr la verticalidad del mismo y que permite que el transductor se encuentre por debajo del flujo del casco.



Figura 19: Embarcación liviana casco rígido

#### 4.2.3.1.5.6. Procesamiento de Datos y Generación de MDT

Una vez realizado el control de calidad de los puntos, se procedió al ajuste altimétrico según la nivelación geométrica de los 45 perfiles transversales, y una vez procesado se generaron los listado de puntos definitivos, para cada sistema de proyección requeridos.

El producto final obtenido se plasmó en el archivo 07-MDT NK RIO Proyeccion Mercator Transversa\_OC que se adjunta (ver, Anexo II – Informes de Topografía y sismología), y se puede observar en la figura 20.

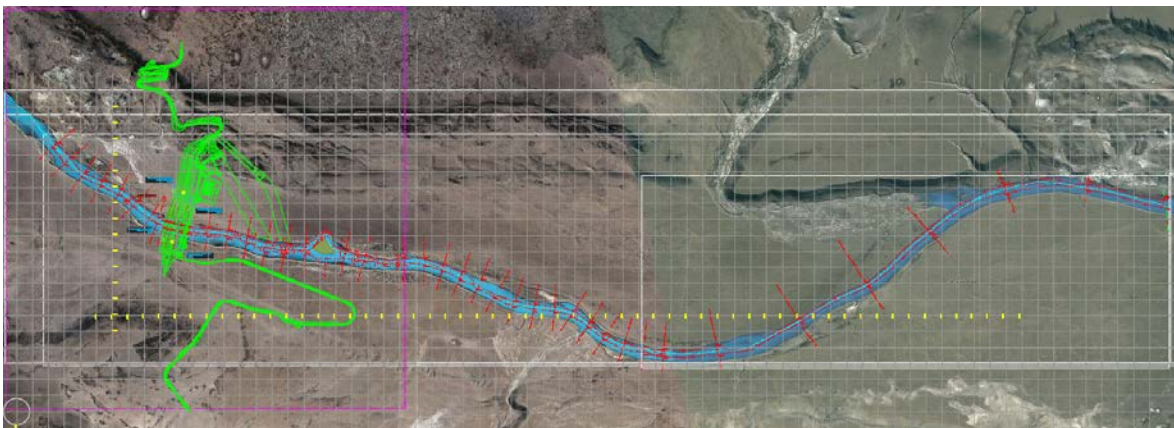


Figura 20: Topobatimetría NK

#### 4.2.3.1.6. Topografía para el Sitio de Obra de la Presa JC

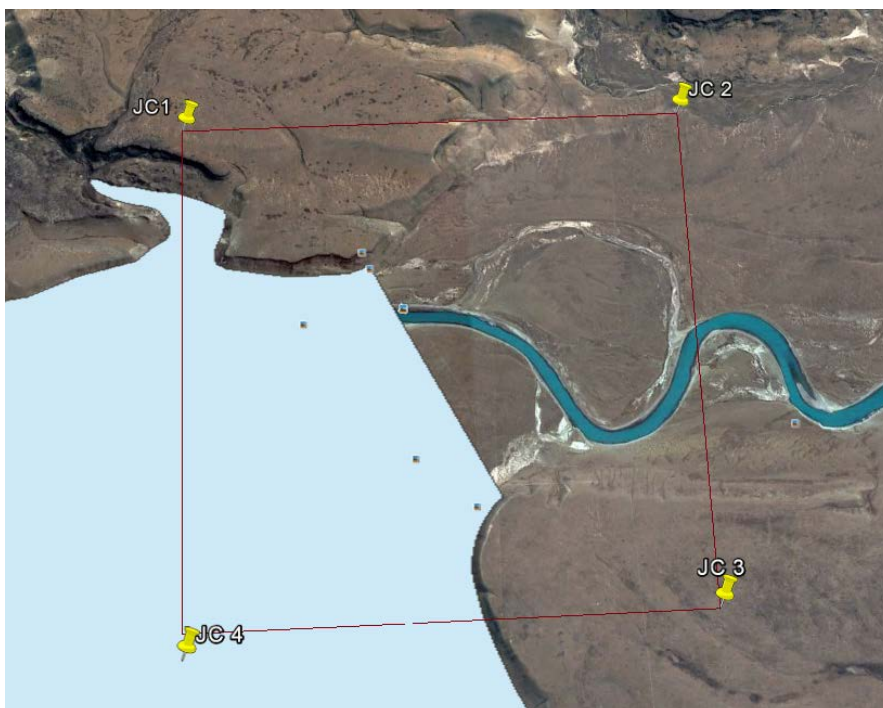
Comprendió el área que puede observarse en la figura 21, según la Ley 3389 - Poder Legislativo de la Provincia de Santa Cruz- "Sitio La Barrancosa", con una superficie de 2500.00 Ha y polígono comprendido entre las coordenadas de los vértices:

50°10'4.00"S-70°9'14.93"O;

50°10'4.00"S-70°5'3.30"O;

50°12'45.83"S-70°5'3.00"O;

50°12'45.83"S-70°9'14.93"O;



**Figura 21: Delimitación del polígono de obra JC**

El área comprende:

A) Relevamiento del terreno en la zona de Implantación de las Obras Permanentes:

A.1 ÁREA DE ESTRIBOS PRESA Gob. JORGE CEPERNIC

A.2 ÁREAS DE OBRAS PERMANENTES

B) Relevamiento del terreno en la zona perimetral ó fuera de la A)

La densidad de los relevamientos que se llevaron a cabo en cada una de las áreas depende de la finalidad de cada una:

A2) Área 97 Ha. Conformada por Grilla de Relevamiento general de 10x10 mts.

A1) Área 74 Ha. Conformada por Grilla de Relevamiento en general de 20x20 mts.

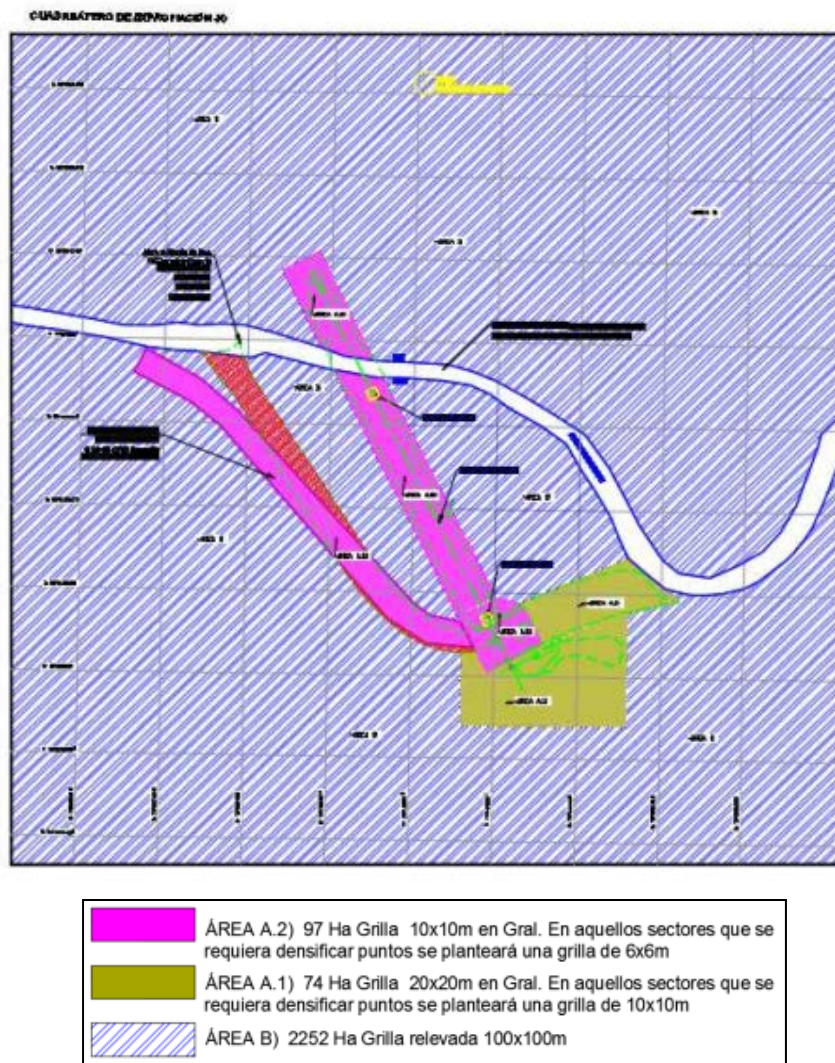
B) Área 2252 Ha. Conformada por Grilla de Relevamiento de 100x100 mts.

Las áreas designadas como A.1 y A.2 se corresponde a un polígono que encierra una superficie que abarca hasta los límites de excavación para el emplazamiento de las estructuras de hormigón, la represa misma y otras áreas relevantes en las cuales se podrán asentar los obradores. Precisamente el área A2 abarca una superficie importante en materia de excavaciones a ejecutar en un futuro para el emplazamiento de las obras de hormigón casi en su mayoría, por lo que se requiere mayor densidad de puntos relevados en esta



zona. Así mismo el área designada como A.1, como no se encuentra afectada por grandes excavaciones de acuerdo a la configuración de proyecto de represa, no requiere igual densidad de puntos que la denominada A2, pero debe representar efectivamente la superficie terrestre salvando todo aquel accidente natural existente. Finalmente el área nombrada como B es aquella que se encuentra afuera de las dos primeras mencionadas y limitada por el polígono de 2500 Ha detallado anteriormente. Esta área es de mayor magnitud que las anteriores y se precisa menor cantidad de puntos a relevar ya que no se encuentra afectada por el emplazamiento de las obras principales.

En la figura 22 se puede observar el detalle de la distribución de la densidad de puntos relevados en los trabajos topográficos.



**Figura 22: Detalle de Área relevada Presa JC**



Figura 23: Área de la zona de implantación de las obras permanentes- Presa JC

#### 4.2.3.1.6.1. Sistema y Marco de Referencia utilizado:

Sistema de Referencia: Global WGS84

Marco de Referencia: Red Nacional POSGAR 2007

Proyección: Proyección plana conforme: Transversa de Gauss – Proyección Local

La selección del sistema de referencia y sistema de proyección se indica en el documento general GE-A.CV-MT.TP (OG-00-00)P001 Memoria Técnica Sistema Geodésico y Geofísico de Apoyo. Red SAP.

Conforme de Gauss, cuyos parámetros que la definen son los siguientes:

Latitud de Origen	-50° 11' 30"
Longitud del Meridiano Central	-70° 07' 10"
Falso Norte	70000 m
Falso Este	30000 m
Factor de escala del MC	1
Elipsoide de referencia	WGS84

Figura 24: Parámetros de transformación JC

Vertice – Punto Fijo PF	Mercator Transversa	
	NORTE	ESTE
2KI	70493.019	29697.828
2LI	69133.709	30385.849

Figura 25: Coordenadas proyectadas JC

#### 4.2.3.1.6.2. Codificación de los Puntos Relevados:

Se identificó una codificación de puntos y puntos significativos del terreno teniendo en cuenta su tipo, terreno natural, huella, borde de camino, alambrados, borde de río, línea de quiebre, perforación.

#### 4.2.3.1.6.3. Equipamiento Utilizado

De acuerdo a la topografía de cada una de las áreas se utilizarán métodos de relevamiento con GPS Diferencial, Marca "Trimble" R4 y R5, con sistema GPS-GLONASS, y procesamiento de los datos, en una cantidad de 1 Base y (tres equipos móviles).

#### 4.2.3.1.6.4. Desarrollo de las Tareas

Para la ejecución de dichas tareas se utilizaron como base el Informe Final del Sistema Geodésico y Geofísico de Apoyo, que determinó los valores de los Puntos Fijos de la SAP Presa Jorge Cepernic, ver figura 26.

Vértice	latitud	longitud	h	Norte	Este	H	N
2KI	550°11'14.04337"	070°07'25.23197"	96,184	70493,019	29697,828	84,461	11,723
2LI	550°11'58.03666"	070°06'50.54509"	94,822	69133,709	30385,849	83,144	11,678
ML	550°11'04.85148"	070°07'06.79509"	93,716	70777,038	30063,582		
JA	550°11'10.28674"	070°06'30.89795"	94,408	70609,043	30775,725		
JR	550°11'34.85103"	070°06'32.49064"	97,846	69850,061	30744,022	86,163	11,683

N prom. **11,695**

NOTA: En la zona del cierre de la presa se uso un único valor de ondulación geoidal: N = 11.695

Figura 26: SAP Jorge Cepernic

Se levantó todo accidente topográfico existente, huella de camino, zanjas de escurriendo de aguas de lluvia naturales, alambrados, tranqueras, edificaciones existentes, tomas de agua, etc.

El error de precisión admisible en X e Y en las mediciones fue de +/-0.05 m. Con los datos relevados, se construyó el MDT, en formato CivilCAD y AutoCAD 2012, una malla de referencia para realizar en un futuro el replanteo de la obra.

El relevamiento general se ha realizado mediante el método CINEMÁTICO de relevamiento GNSS, manteniendo fijo el valor de tiempo de registro en 5 segundos, utilizando mochilas de relevamientos. El recorrido fue diseñado en plantillas gráficas que a través de las controladoras permitieron a los operadores seguir un itinerario de recorrido. Para el caso del relevamiento de accidentes topográficos o puntos significativos de la zona a relevar se utilizó el método STOP AND GO de relevamiento GNSS, mediante bastón de relevamiento Proyección Cilíndrica.

#### **4.2.3.1.6.5. Procesamiento de Datos y Generación y Generación de MDT**

Se contabilizó un total de 82.386 puntos relevados en todas las zonas y mejorando la densidad solicitada en las especificaciones. Con el listado completo se fue armando el MDT con el Software Autodesk Civil 3D 2015. El producto final obtenido se plasmó en el archivo adjunto MDT JC - NUEVO SISTEMA r5.

#### **4.2.3.1.7. Topobatimetría del Rio Santa Cruz, tramo JC**

El estudio topo-batimétrico ejecutado, incluye perfiles longitudinales y transversales, de manera tal de obtener como producto final un modelo digital del cauce y planicies de inundación del río y superficie de pelo de agua, descritos en GE-A.CV-ET.TP-(OG-02-02)-P001-0D.

La descripción de los trabajos topobatimétricos se detallan en el documento adjunto JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-001Topobatrimeria Tramo rio Santa Cruz.

El error de precisión admisible en X, Y en las mediciones es de +/-5 cm.

El eje del perfil topo-batimétrico relevado presenta una longitud total de 8 kilómetros, y parte desde la coordenada geográfica de Latitud S50°11'1.14"–Longitud O70°08'51.55" y coordenada geográfica de fin de Latitud S50°11'43.32"–Longitud O70°03'37.76, ver Figura 27.



**Figura 27: Esquema del tramo del río relevado – Presa JC**



**Figura 28: Margen izquierda tramo del río Santa Cruz – Presa JC**



Figura 29: Margen izquierda río Santa cruz, bajo caudal circulante 01/10/2015. Perfil 5

#### 4.2.3.1.8. Desarrollo de las Tareas

Para la ejecución de las tareas se utilizó como base el documento general de las obras "Sistema Geodésico y Geofísico de Apoyo" GE-A.CV-MT.TP (OG-00-00)P001-0B, en el cual se determinaron los valores de los Puntos Fijos a utilizar para todos los relevamientos. Ver, Anexo II – Informes de Topografía y sismología.

Las coordenadas de la zona a relevar, se encuentran proyectadas a coordenadas planas de acuerdo al sistema de proyección indicado en el documento general mencionado anteriormente.

Con los datos de la topografía levantada se construyó en gabinete el MDT (Modelo Digital del Terreno) en formato CivilCAD y AutoCAD.

Se realizaron 37 (treinta y siete) perfiles transversales topo-batimétricos medidos en el sector próximo a las obras principales. En el plano JC-A.CV-PL.TP-(OG-02-02)-P001-0

Adjunto se pueden observar los perfiles, ver figura 30.

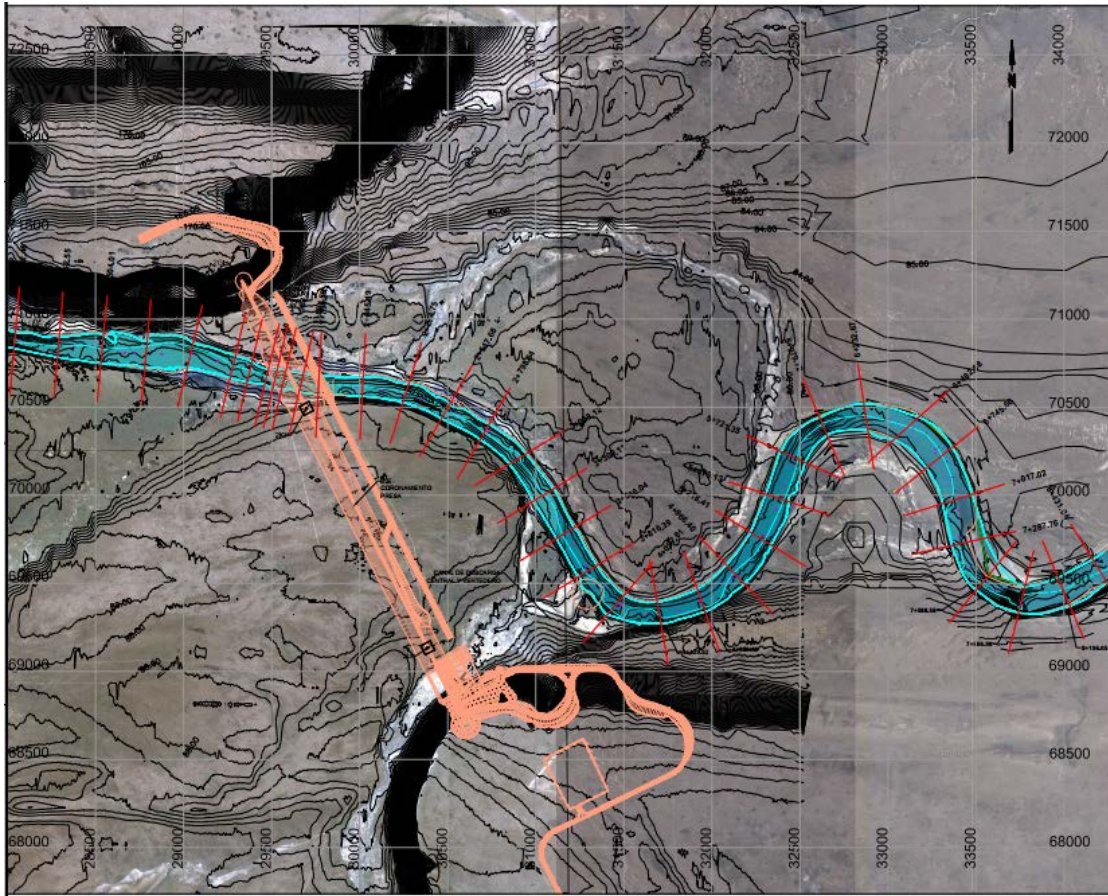


Figura 30: Perfiles relevados



Figura 31: Ejecución de los trabajos de Topobatimetría- perfil 19- Vista Norte aguas arriba

#### 4.2.3.1.9. Sistema y Marco de Referencia

Sistema y Marco de Referencia

Sistema de Referencia: Global WGS'84 1

Marco de Referencia: Red Nacional POSGAR 2007 2

El levantamiento en presa JC fue "amarrado" al siguiente puntos fijo existente 2KI.

Los parámetros de proyección y de transformación Mercator Transversa JC son los mismos utilizados en los relevamientos topográficos.

#### 4.2.3.1.10. Sistema Altimétrico

La vinculación Altimétrica al Sistema Nacional del IGN, se ejecutó empleando el Punto Fijo 2KI, COTA: 84,461 cuya cota se definió en la Red de Apoyo y Nivelación de precisión (Red SAP: GE-A.CV-MT.TP (OG-00-00) P001-0B, inciso 17. Resumen resultados Loop Lago Argentino). Ver, Anexo II – Informes de Topografía y sismología

#### 4.2.3.1.11. Nivelación Geométrica

Se colocaron estacas de madera dura, en correspondencia con los 37 (treinta y siete) perfiles transversales topo-batimétricos medidos en el sector próximo a las obras principales, a los cuales se les realizó una Nivelación diferencial (geométrica) de precisión, realizada en ida y vuelta, entre el 2KI y cada una de los puntos.

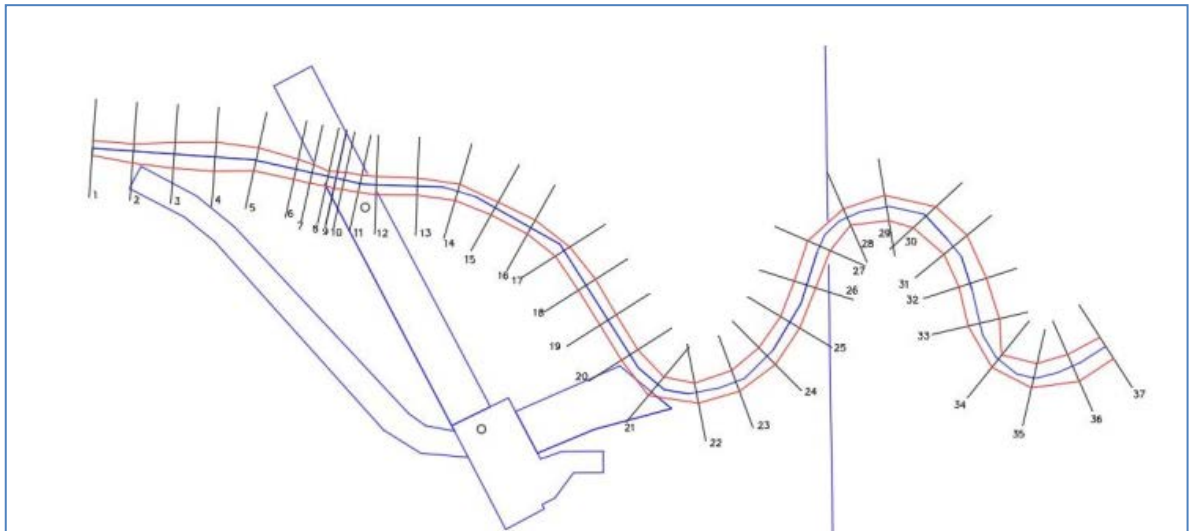


Figura 32: Perfiles transversales nivelados





**Figura 33: Ejecución de la nivelación geométrica Margen derecha del río santa Cruz**

Se realizó la Línea de Nivelación de ida y vuelta con nivel Digital DINI, en la función de medición ADDA, con un rango de precisión de 0,7mm por Km, entre PF 2KI pasando por E11 hasta E01.

Posteriormente se procedió al Ajuste alimétrico de los puntos y se cargó para el posprocesamiento de todos los puntos, las alturas obtenidas con el GPS originales.

#### **4.2.3.1.12. Equipamiento Utilizado**

De acuerdo a la topografía de cada una de las áreas se utilizarán métodos de relevamiento con GPS-Diferencial, Marca "Trimble" R4 y R5RTK, con sistema GPS-GLONASS, y posprocesamiento de los datos, en una cantidad de 1 Base y (tresequipos móviles).

##### **Nivel Digital**

En este trabajo se emplea (un) niveles digital, marca TRIMBLE modelo DiNI 07.-

Precisión  $\pm 0.7\text{mm}$  por Km

(en la nivelación realizada en ida y vuelta).

Resolución en la lectura  $\pm 0.1\text{mm}$ .

##### **Sonda de Presición**

Sonda hidrográfica de Precisión Stonex Serie SDE-28, Sonar digital con bajada de datos directamente a PC y con oscilador de cuarzo de altísima precisión además con representación gráfica en papel. Posee conexión con DGPS.

#### **Equipamiento Auxiliar Embarcación**

Para el desplazamiento en el agua se utilizó una embarcación liviana del tipo monocasco rígido y semirígido preparada para la tarea con soportes y conexiones disponibles que permiten colocar el bastón basculante unido al casco en popa y que permite su nivelación antes de cada medición, para lograr la verticalidad del mismo y que permite que el transductor se encuentre por debajo del flujo del casco.

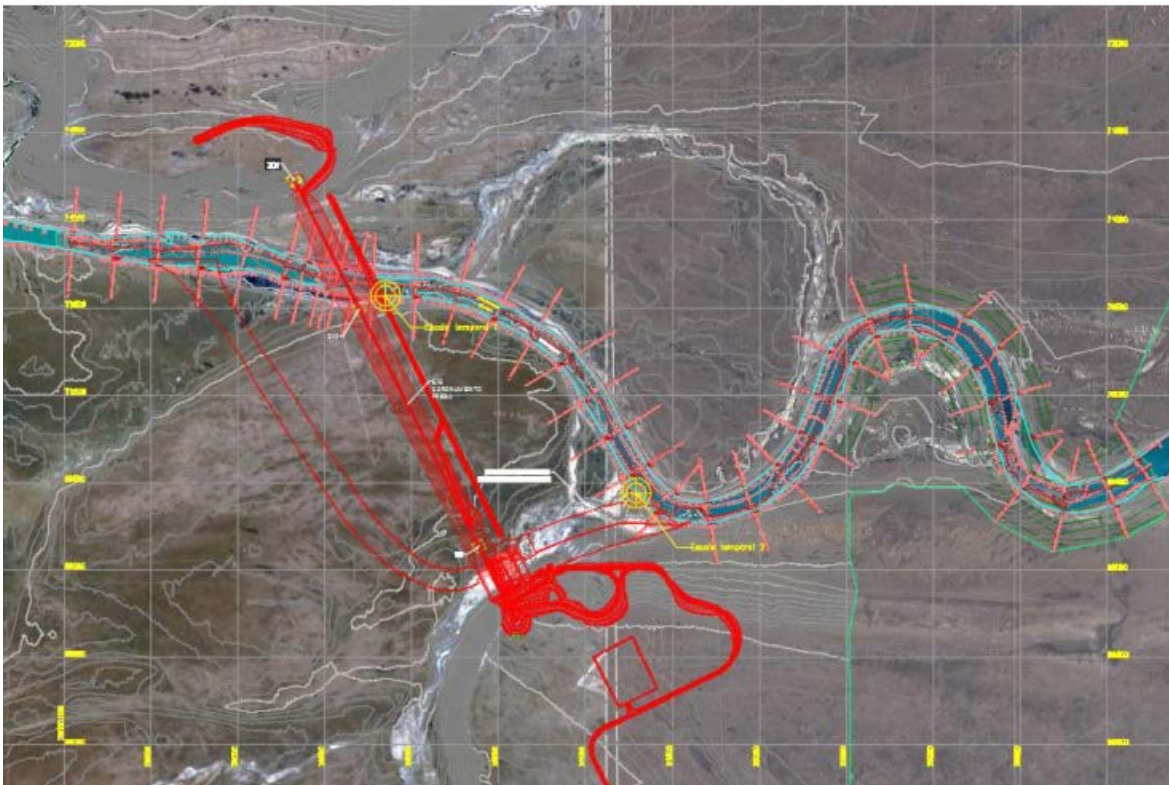


**Figura 34: Embarcación liviana de casco semirígido**

#### **4.2.3.1.13. Procesamiento de Datos y Generación de Mdt**

Una vez realizado el control de calidad de los puntos, se procedió al ajuste altimétrico según la nivelación geométrica de los 37(treinta y siete) perfiles transversales, y una vez procesado se generaron los listados de puntos definitivos, para cada sistema de proyección requerida.

El producto final obtenido es el archivo adjunto MDT-TOPOBATIMETRIA+TOPOGRAFIACUADRILATERO JC. DWG que se puede observar en la figura 35.



**Figura 35: Topobatemetría JC**

#### 4.2.3.2. SISMOLOGÍA

A continuación se hace un resumen del Informe Peligrosidad sísmica y volcánica, que se complementa con los datos desarrollados en el Anexo II – Informes de Topografía y sismología.

##### 4.2.3.2.1. Introduccción

La sismotectónica permite definir las fuentes con sismicidad homogénea que actúan sobre los sitios donde se emplazarán las presas Presidente Nestor Kirchner (NK) y Gobernador Jorge Cepernic (JC).

El área donde se implantarán ambos aprovechamientos se encuentra en una zona tectónicamente estable, Meseta Patagónica Extraandina. Hacia el oeste, a unos 100 km de PNK, se encuentra la faja corrida y plegada de los Andes Patagónicos. Más hacia el oeste se encuentra la zona de subducción de la placa Antártica y hacia el sud el límite de la placa de Sudamérica con la de Scotia generado por la falla Magallanes que divide Tierra del Fuego en la latitud del lago Fagnano.

#### 4.2.3.2.2. Criterios para la Definición de las Acciones Sísmicas

La formulación de las acciones sísmicas de diseño comienza con la adopción de criterios que deben cumplir las hipótesis de generación sísmicas.

Existe un consenso entre las organizaciones que diseñan y controlan presas, de definir escenarios de acuerdo al riesgo involucrado de rotura de una presa. Los niveles de riesgo se pueden determinar de acuerdo con una ponderación de factores tales como, volumen del embalse, altura de embalse, número de personas a evacuar y daño potencial aguas abajo.

Esto se combina con la tasa de actividad de las fallas causativas próximas al sitio.

Para las verificaciones se requiere definir varios tipos de sismos (ICOLD 2010):

- Sismo de Verificación (SMC): definido como el terremoto Máximo Creíble debido a fallas conocidas o a provincias tectónicas específicas, en base a criterios deterministas o probabilísticos. El tiempo de retorno se estima de 10.000 a 35.000 años.
- Sismo Básico de Operación (SBO), definido como aquel que produce un nivel de excitación tal que posee una probabilidad de excedencia del 50% en 100 años. Este terremoto representa un evento que tanto la presa como sus obras complementarias deben soportar sin mayores daños.
- Sismo Inducido por el embalse. Algunas presas con más de 100 metros de altura pueden generar deformaciones en el área de embalse, capaces de inducir sismos en fallas próximas al mismo. Este caso está descartado en el análisis.

En los proyectos del río Santa Cruz se ha previsto la definición de sismos probabilísticamente de acuerdo con los siguientes períodos de retorno.

- 1) TR144: 50% de probabilidad de superación en 100 años (período de retorno de 144 años),
- 2) TR475: 19% de probabilidad de superación en 100 años (período de retorno de 475 años),
- 3) TR1950: 5% de probabilidad de superación en 100 años (período de retorno de 1950 años),
- 4) TR4950: 2% de probabilidad de superación en 100 años (período de retorno de 4950 años),
- 5) TR9950: 1% de probabilidad de superación en 100 años (período de retorno de 9950 años).

Los sismos 1) y 5) corresponden al SBO y el SMC de ICOLD.

En los estudio de sismicidad regional se tienen en cuenta las características geológicas, tectónicas y sismológicos de las distintas regiones sismotectónicas que resultan abarcadas por el área de análisis y las características de los eventos sísmicos sucedidos desde tiempos históricos, así como el potencial sismogénético.

Mientras el estudio de la sismicidad instrumental está restringido al tiempo de la existencia de los instrumentos y al período de lecturas efectuadas en una determinada región, la investigación histórica, que puede llevarse adelante a través de relatos y crónicas de las distintas épocas, permite conocer fechas y algunas características de sismos ocurridos en el pasado, abarcando un importante margen temporal anterior a la presencia de instrumentos.

#### 4.2.3.2.3. Interpretación Sismotectónica

La figura 1 muestra un mapa simplificado de la Patagonia (Giacosa et al 2012).

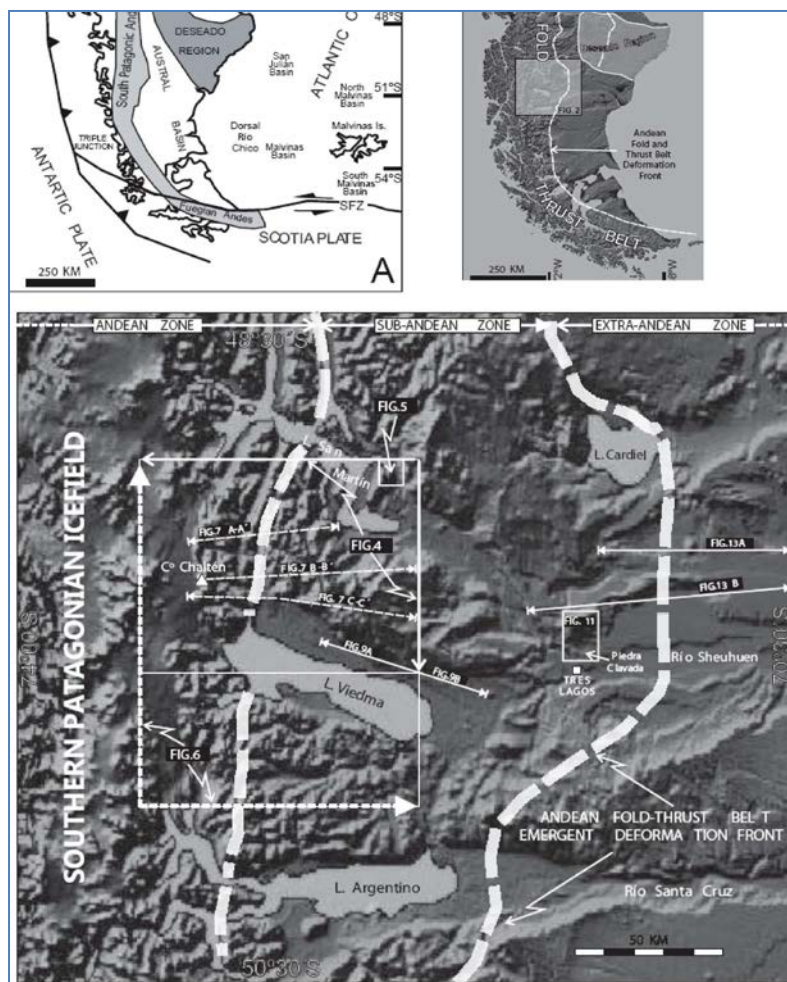
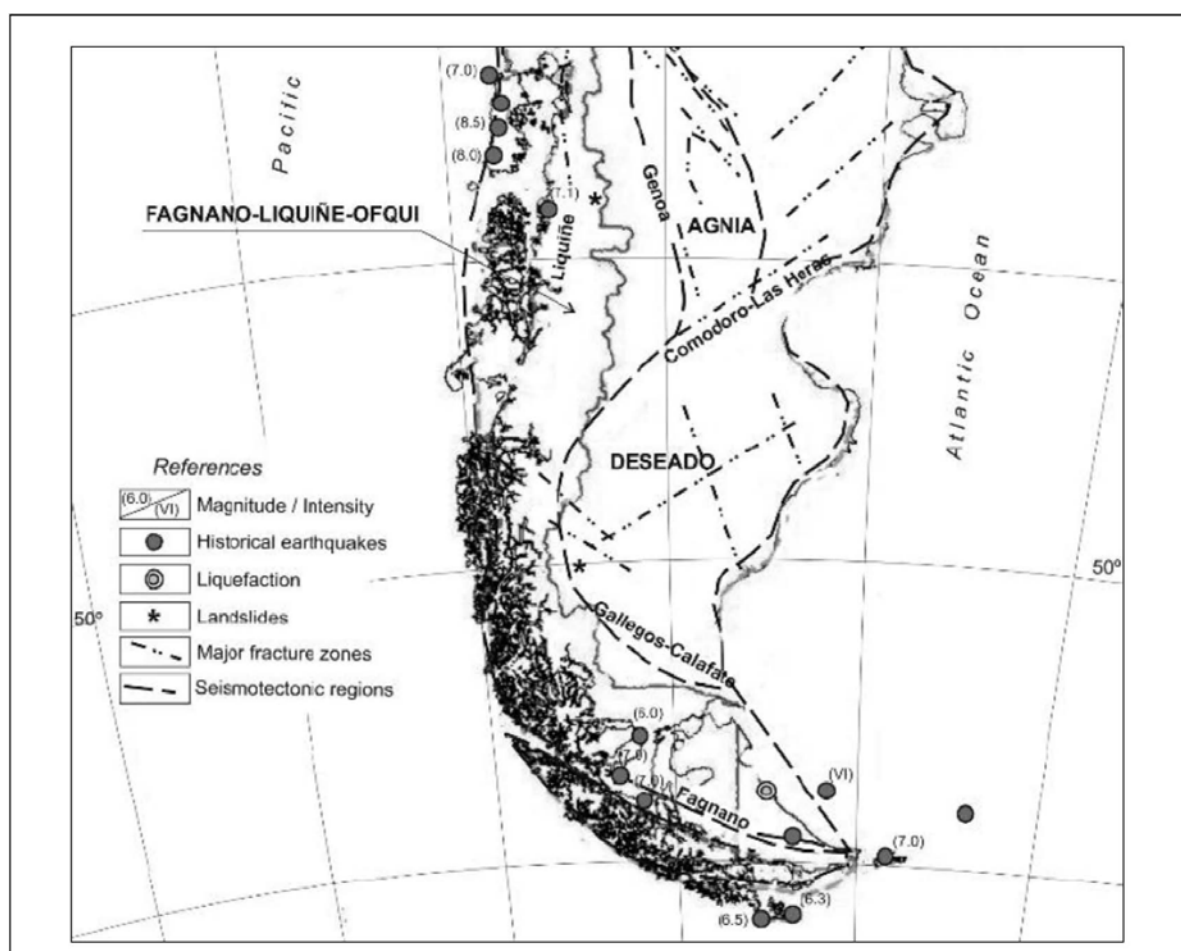


Figura 36: Ubicación del frente plegado y deformado con relación al río Santa Cruz (Giacosa et al 2012).

Los sitios de emplazamiento de las presas se encuentran en la Patagonia extraandina. Esta región es relativamente estable comparada con la faja cordillerana situada a unos 100 km al W del sitio de NK. Allí se aprecian dos grandes fallas regionales, Liqueñe-Ofqui y Magallanes, que están presentadas como pertenecientes al mismo lineamiento y las fracturaciones regionales ligeramente NW-SE y NE-SW (figura 2).

La falla de Magallanes es una falla de rumbo dextral que sirve de límite entre dos placas, la Sudamericana y la de Scotia. Ambas placas se desplazan a una velocidad media de 2 cm/año



**Figura 37: Mapa simplificado de regiones sismotectónicas y sismos históricos (Perucca y Bastías 2008)**

La placa antártica se subducta por debajo de la placa sudamericana y al sur de una triple unión, por debajo de la placa de Scotia. La velocidad relativa es de 2.5 cm/año

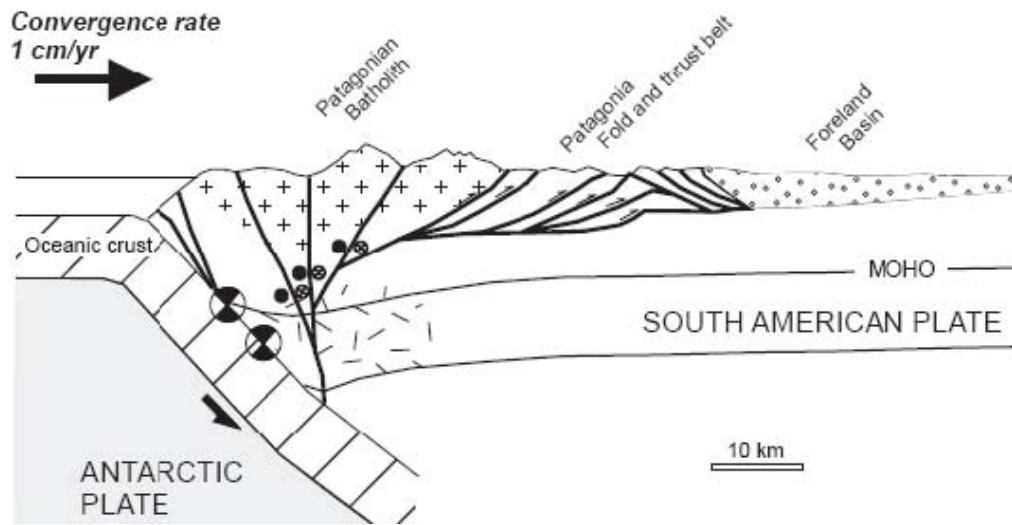


Figura 38: Esquema de subducción de la placa Antártica por debajo de la placa Sudamericana.

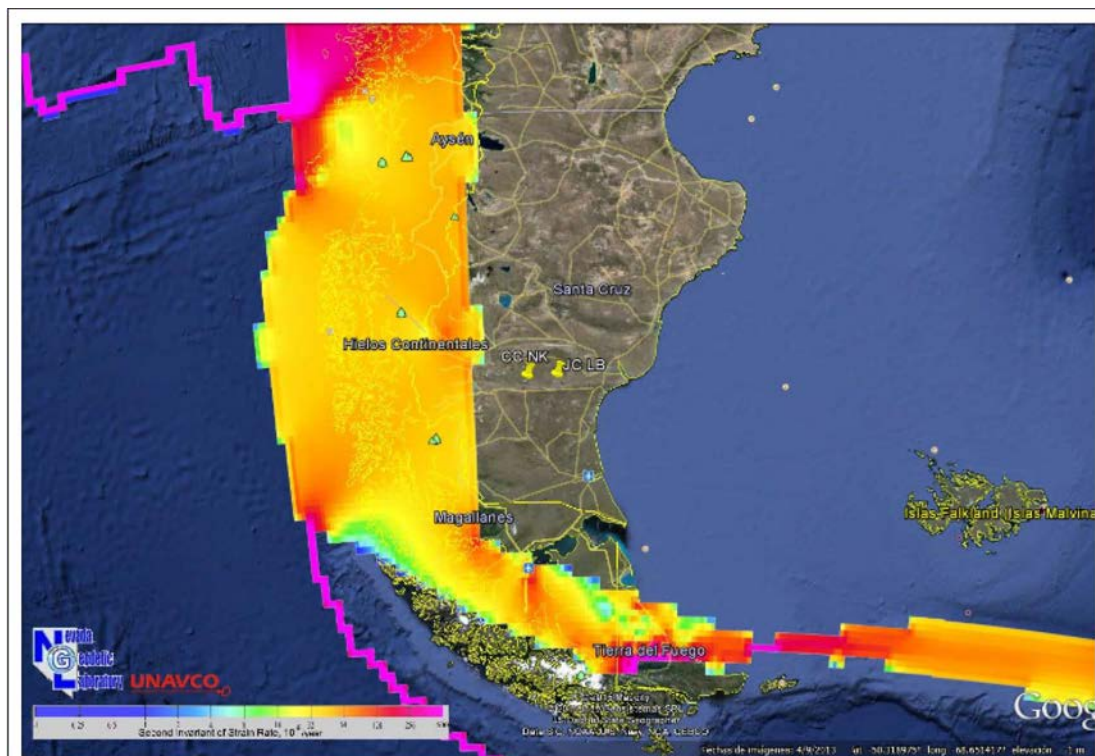


Figura 39: Velocidad de deformaciones geodésicas medidas en base a GPS

El mapa de deformaciones geodésicas señala que la zona donde se ha podido constatar deformaciones significativas se encuentra al oeste del Lago Argentino, esencialmente en la zona deformada y plegada de los Andes. También se observan las deformaciones en la falla de Magallanes, figura 39)

En los estudio de sismicidad regional se tienen en cuenta las características geológicas, tectónicas y sismológicas de las distintas regiones sismotectónicas que resultan abarcadas por el área de análisis y las características de los eventos sísmicos sucedidos desde tiempos históricos, así como el potencial sismogénico.

**Tabla 1: Sismos históricos significativos**

Día	M	Año	Lat.	Long.	Prof. (km)	Magnitud	Intensidad Máxima	Distan. al sitio NK
25	08	1741	47.6	75.10	30	7,0	IX	560
01	02	1879	53.0	70.67	30	7.3	VIII	340

Mientras el estudio de la sismicidad instrumental está restringido al tiempo de la existencia de los instrumentos y al período de lecturas efectuadas en una determinada región, la investigación histórica, que puede llevarse adelante a través de relatos y crónicas de las distintas épocas, permite conocer fechas y algunas características de sismos ocurridos en el pasado, abarcando un importante margen temporal anterior a la presencia de instrumentos.

#### 4.2.3.2.4. Antecedentes Sismológicos

##### 4.2.3.2.4.1. Sismicidad Histórica. Sismos pre-instrumentales (1492-1900)

La sismicidad de la región se completa históricamente con los antecedentes de eventos no registrados instrumentalmente, pero que han sido cronicados desde la época colonial. Se ha realizado una revisión desde el siglo XVII. La información es escasa y aumenta recién en el siglo XIX. Finaliza en la primera década del siglo XX cuando se instrumentan progresivamente distintos observatorios del país.

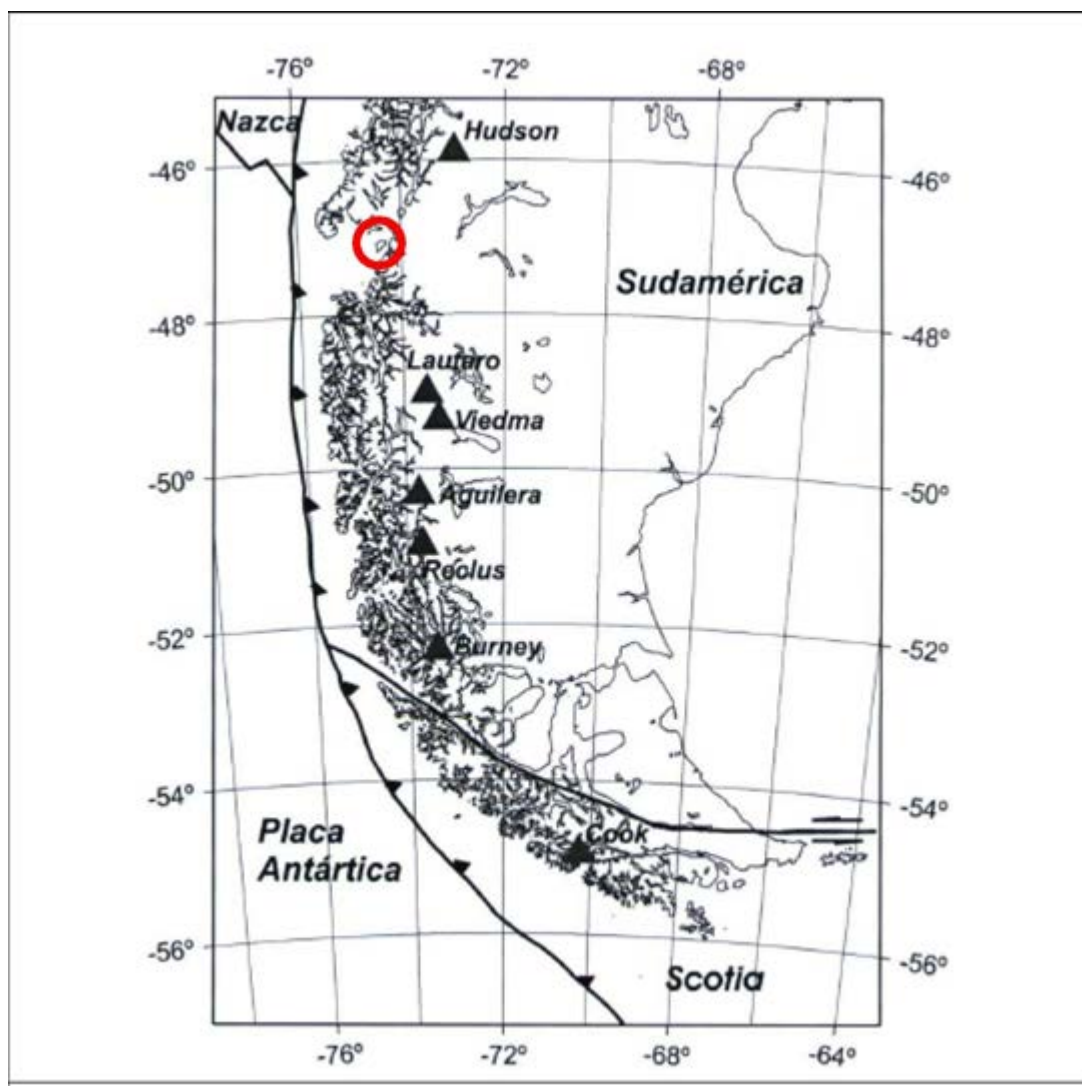
Los principales eventos señalados en la literatura son los sismos de 1741 y 1879.

La ubicación del epicentro y los parámetros sísmicos han sido estimados en base a las intensidades observadas. La Tabla 4 señala los sismos que han quedado registrados.

##### 4.2.3.2.4.2. El Sismo de los Náufragos del HMS Wager

El naufragio del HMS Wager está muy documentado. Ocurrió el 13 de mayo de 1741 en una isla localizada en  $47^{\circ}40'43''S$  y  $75^{\circ}02'57''W$ . La isla adoptó después su nombre Wager Island. El caso es conocido porque el buque encalló y el capitán y los oficiales, soportaron y cronicaron el sismo.





**Figura 40: Ubicación del naufragio de Pager, próximo a la triple unión de las placas de Nazca, Sudamericana y Antártica**

La posición de los naufragos indicaría que se trata de un sismo de subducción de la triple unión (figura 5).

#### 4.2.3.2.4.3. El Sismo de 1879

El 1 de febrero de 1879 a las 3 hrs. 30 minutos, hora local, hubo un terremoto de magnitud estimada entre 7 y 7.5 que afectó toda la región. Este sismo alcanzó una intensidad de VII en Punta Arenas, y de VIII en Tierra del Fuego.

Su fuerza expansiva y su extensión geográfica han podido ser determinadas con nuestra compulsión de anotaciones referidas al fenómeno, que permitieron establecer que el mismo fue percibido prácticamente en simultaneidad en diferentes lugares de la Patagonia austral y la Tierra del Fuego: en Punta Arenas, con sorpresa y alarma para sus habitantes; hacia el norte y noreste de la Colonia, en la zona de Laguna Blanca por lady Florence Dixie y

compañeros; en el lago Argentino por Juan Tomás Rogers; hacia el oeste, en el mar de Skyring, por los tripulantes de la corbeta Magallanes y en el sector occidental del estrecho de Magallanes (Puerto Gallant), por los tripulantes del vapor de guerra francés La Magicienne; hacia el este, en la zona atlántica de la Tierra del Fuego por Ramón Serrano Montaner y compañeros, y hacia el sur de la misma isla, en la Misión de Ushuaia, por el pastor Thomas Bridges. Ello representa un rango longitudinal de no menos de 600 kilómetros y latitudinal de unos 400 kilómetros.

El epicentro parece ser cercano al del terremoto de 1949, que se atribuye a la Falla de Magallanes, límite entre las placas Sudamericana y de Scotia (Figura 6).

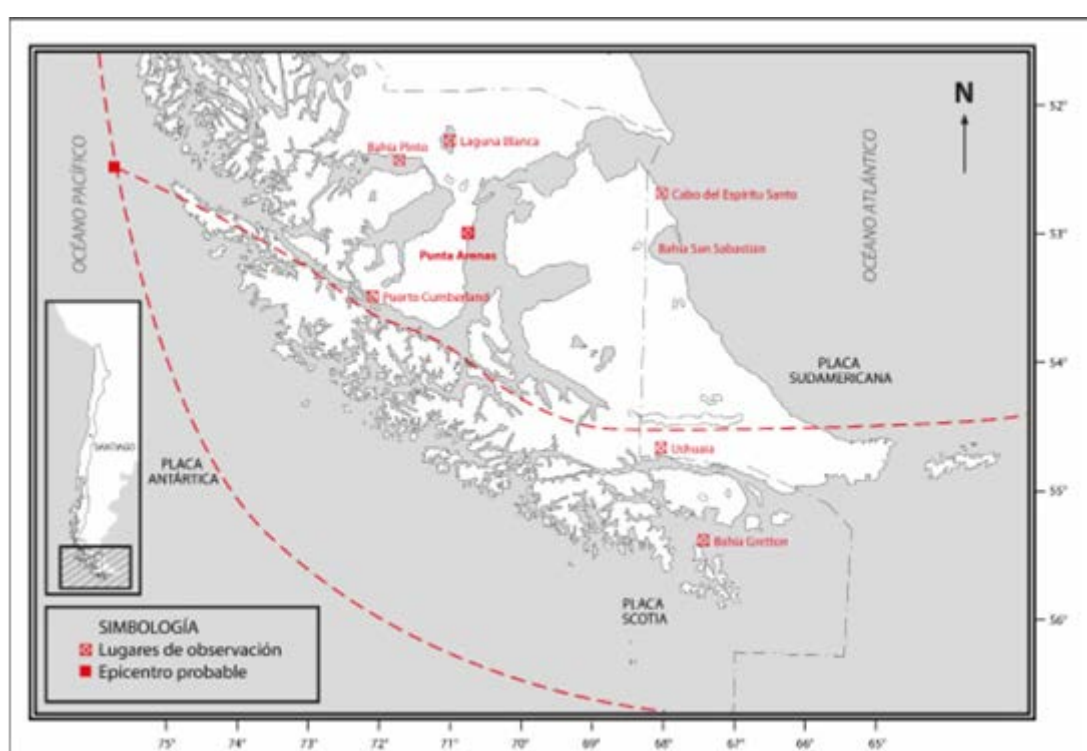


Figura 41: Sitios afectados por el sismo de 1879 (Martinic 2008)

#### 4.2.3.2.5. Sismicidad Instrumental

Para la ejecución de esta tarea fueron consultados los principales bancos de datos tanto nacionales (INPRES) como internacionales (USGS, NEIC, IRIS, CERESIS), ponderando la precisión de la información según la antigüedad y origen de los datos consignados. Se tomó un entorno del orden de 500 Km. alrededor de los sitios. Se eliminaron los eventos con magnitudes inferiores a  $M = 4$  por carecer de importancia ingenieril. Los principales sismos están localizados en la figura 7

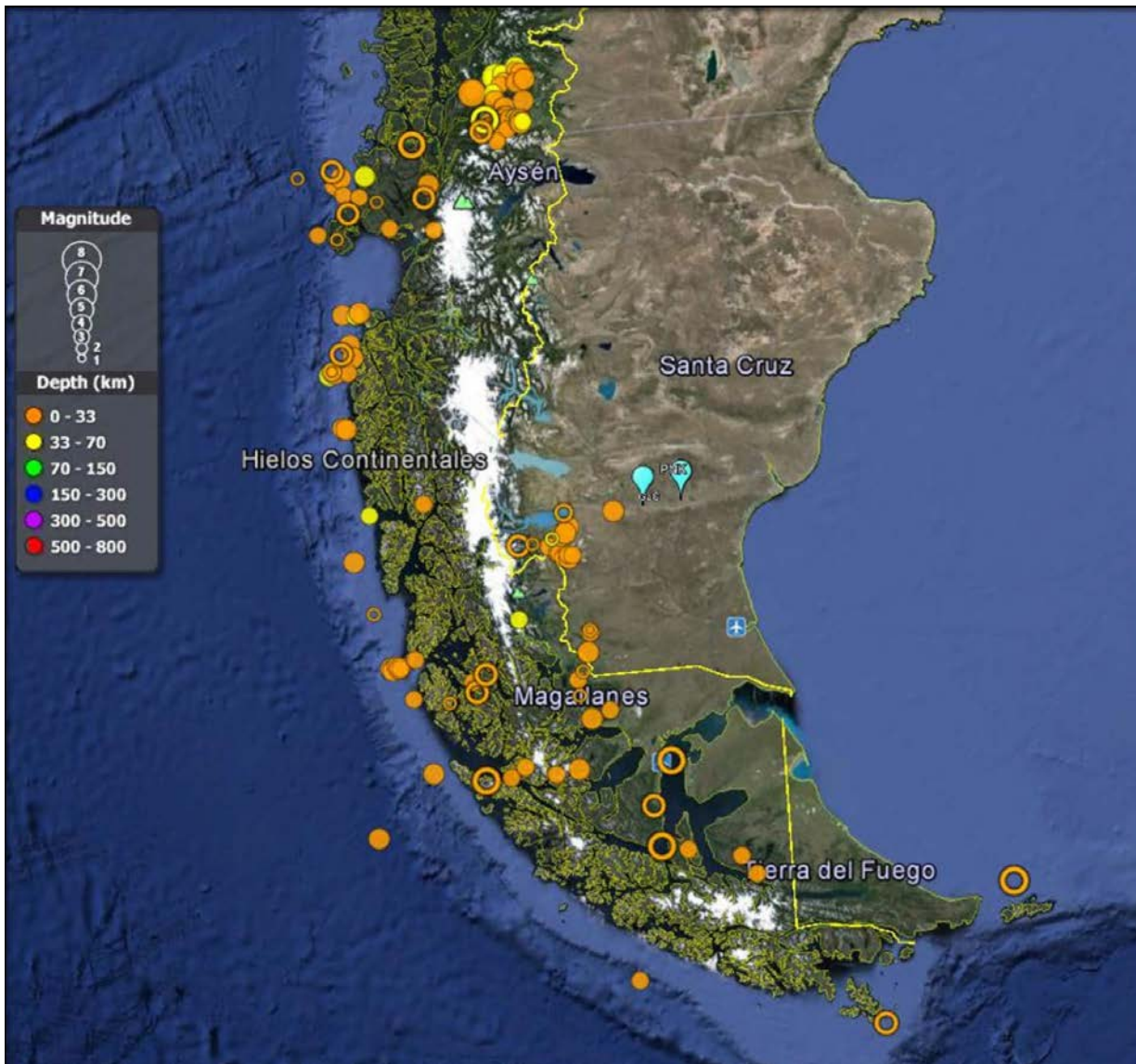


Figura 42: Sismos registrados por el USGS en círculos llenos. Otras fuentes en anillos

En la Tabla 2 se listan los sismos registrados instrumentalmente que son significativos por su magnitud. Sobresalen los situados en la subregión de Tierra del Fuego.

**Tabla 2: Sismos Instrumentales significativos**

Día	Mes	Año	Lat	Long	Prof. (Km)	MAG
13	7	1930	-56.00	-67.00	0.00	6.30
17	12	1949	-53.92	-69.60	10.00	7.65
17	12	1949	-53.91	-69.75	10.00	7.32
3	1	1950	-46.00	-75.50	0.00	6.00
30	1	1950	-53.47	-71.07	15.00	6.80
8	4	1959	-50.50	-73.00	33.00	6.20
23	5	1960	-48.09	-75.70	20.00	6.14
2	6	1960	-46.19	-74.16	20.00	6.11
6	6	1960	-45.72	-72.88	50.00	7.80
19	5	1963	-46.53	-75.30	20.00	6.40
28	11	1965	-45.85	-72.96	25.00	6.20
14	6	1970	-52.03	-74.07	15.00	6.96
15	6	1970	-54.48	-64.50	10.00	7.18
9	2	1972	-51.85	-73.86	20.00	6.00
15	8	1991	-45.93	-72.82	15.00	6.02

En el listado aparece como sobresaliente el sismo de 1949 que es uno de los más importantes registrados en Argentina. El epicentro fue al oeste de la isla de Tierra del Fuego, y afectó no solamente a las poblaciones de la isla sino también a las poblaciones ubicadas más al norte, principalmente Río Gallegos. En esa época la zona epicentral estaba escasamente habitada por lo que los perjuicios quedaron minimizados.

**Es de destacar que la falla de Magallanes se encuentra a unos 360 km de los sitios por lo que su influencia es muy reducida en los cálculos de la peligrosidad sísmica.**

El potencial sismogénico de la falla ha sido analizado mediante estudios de paleosismicidad mediante dataciones de movimientos (Schwartz et al 2002, Costa et al 2006) y microsísmica por medio de red de estaciones (Buffoni et al 2009).

Los sismos de 1960 están relacionados con el sismo de Valdivia que ocurrió un poco más al norte de la zona de estudio. El sismo de 1970 ocurrió al este de Tierra del Fuego y también está relacionada con la falla de Magallanes.

La distribución espacial de los hipocentros indica claramente que la zona deformada geodésicamente es la que tiene mayor actividad. Esto se observa en la figura 9, donde se han proyectado los hipocentros en un plano situado a la altura de la latitud 50° donde están situados ambos sitios.

En la figura se ha colocado la posición de El Calafate (C) y Puerto Santa Cruz (PSC) a modo de referencia. La gran cantidad de eventos a 33 km está relacionado con la convención que

se emplea cuando no se conoce la profundidad del hipocentro, es decir que indica ignorancia.

En la meseta patagónica extraandina donde se encuentran los sitios, la actividad cortical es mucho más reducida, con magnitudes cercanas a  $M = 4$  a 5.

La distribución de hipocentros marca la importancia de la zona corrida y plegada de la Cordillera de los Andes y la zona de subducción off-shore de la costa chilena

En un estudio realizado en base a mediciones con un arreglo de alta precisión, se han podido captar numerosos sismos más pequeños (figura 43) (Adaros 2003)

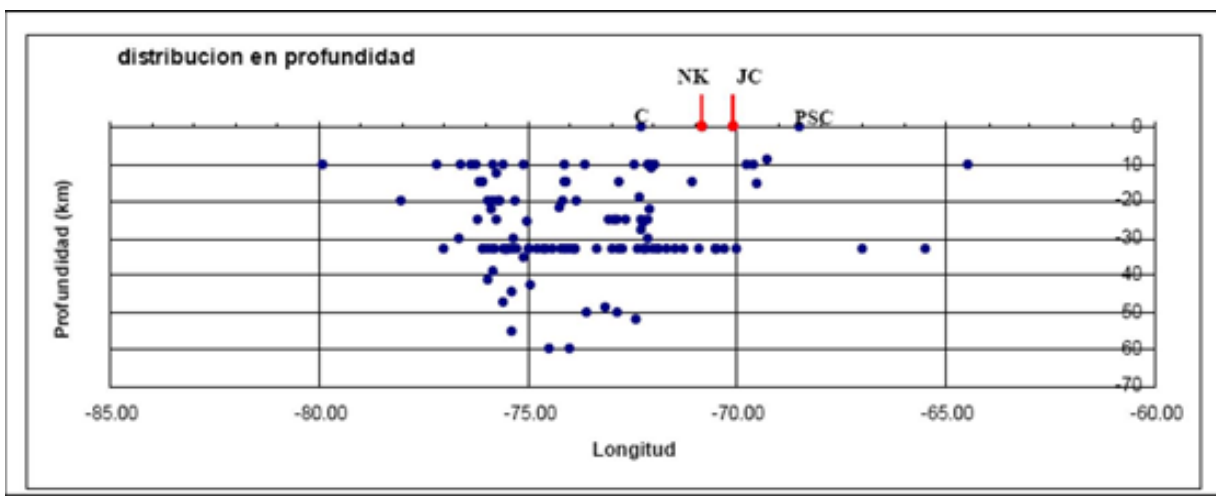


Figura 43: Distribución de profundidades de hipocentros proyectados a la latitud 80°S

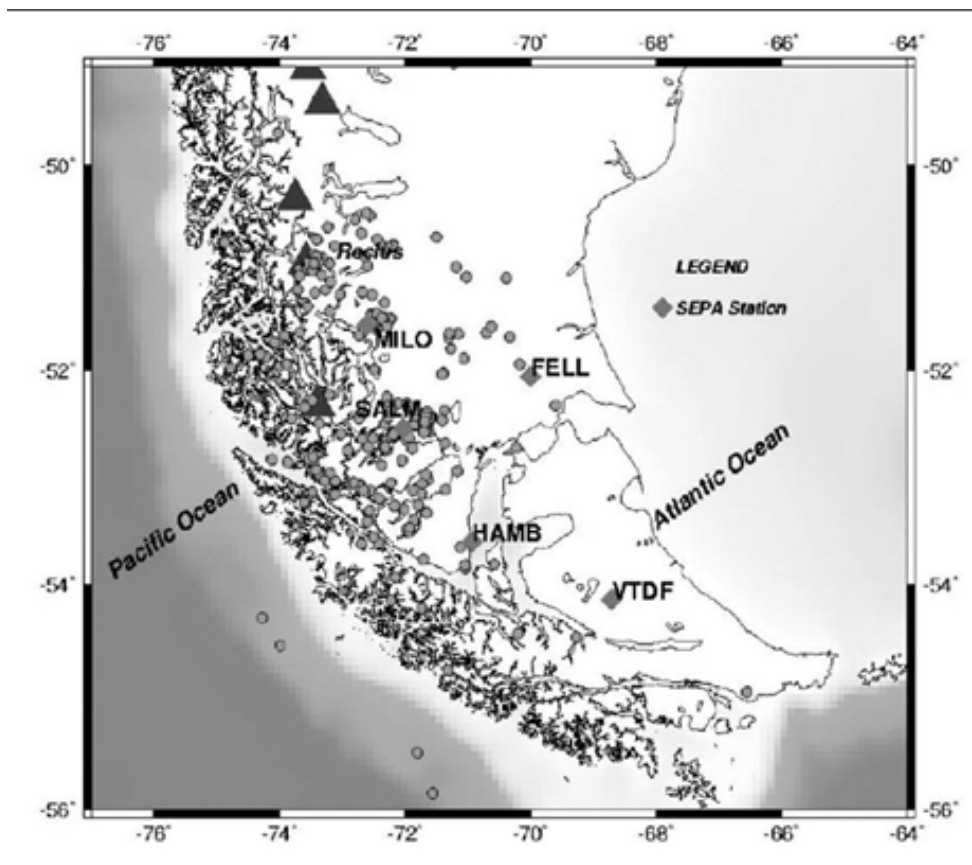


Figura 44: Sismicidad captada por estaciones (cuadrados) en el periodo 1997/98

Una parte de la sismicidad parece estar relacionada con volcanes activos presentes en la cordillera. Estos se presentan a veces como enjambres de epicentros que denotan la actividad magmática de los volcanes activos.

#### 4.2.3.2.6. Resultados del Analisis Probabilistico

Los resultados del análisis probabilístico están graficados en la figura 10. En la misma se presenta las probabilidades correspondientes a los sitios de las presas PNK y GJC. Como referencia, se han colocado los valores que corresponden al El Calafate, situado al borde de una zona de mayor sismicidad (Faja Plegada y corrida).

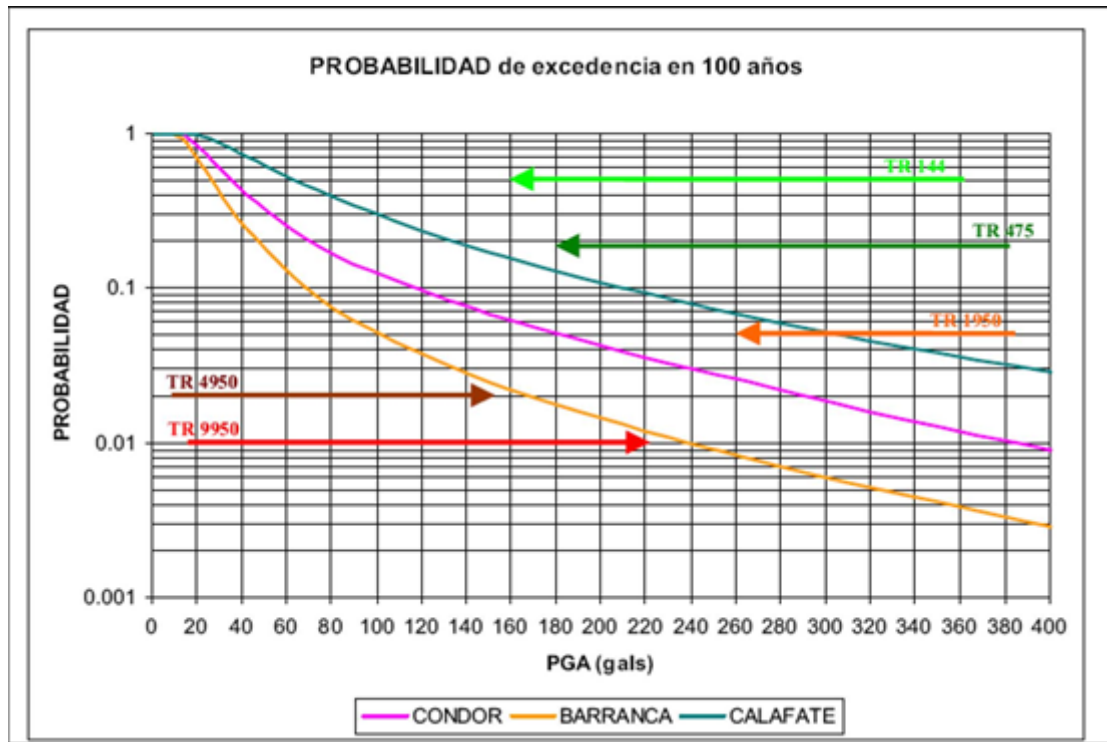


Figura 45: Resultados del cálculo de probabilidades. Condor corresponde sitio PNK y Barranca al sitio GJC

Se han señalado los valores de PGA (aceleración máxima del terreno) correspondientes a los períodos de recurrencia definidos previamente. Los valores correspondientes se expresan en la tabla 3.

– Resultados del cálculo probabilística de PGA, en gals (cm/seg<sup>2</sup>) y en g.

Sismo	PNK (Condor Cliff)		GJC (La Barrancosa)	
	En gals	En g	En gals	En g
TR 144	35	0.036	26	0.027
TR 475	73	0.074	48	0.049
TR 1950	182	0.186	101	0.103
TR 4950	290	0.296	168	0.171
TR 9950	383	0.390	239	0.244

Tabla 3: valores de PGA (aceleración máxima del terreno)

#### 4.2.3.3. BIBLIOGRAFÍA

El presente ítem 4.2.3 Topografía y sismología, está basado en los estudios y documentos (realizados por la UTE) que se detallan a continuación:

- JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001-0. Obras civiles- memoria técnica topografía emplazamiento de las obras principales.
- JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001-0. Obras civiles – Memoria técnica Topobatimetria Tramo Río Santa Cruz.
- JC-A.CV-PL.TP-(OG-02-02)-P001-0. Plano Topobatimetría.
- NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001-0. Obras civiles- memoria técnica topografía emplazamiento de las obras principales.
- NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001-0. Obras civiles – Memoria técnica Topobatimetria Tramo Río Santa Cruz.
- NK-A.CV-PL.TP-(OG-02-02)-P001-0. Plano Topobatimetría.
- Informe Peligrosidad sísmica y volcánica

#### Sitios web consultados

[https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/index.php?search=Shuttle+Radar+Topography+Mission+\(SRTM\)](https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/index.php?search=Shuttle+Radar+Topography+Mission+(SRTM))





República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
2017 - Año de las Energías Renovables

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Informe gráfico**

**Número:**

**Referencia:** LBA-Topografía y Sismología

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 48 pagina/s.