

NOTAS

--

REFERENCIA

--

NOTAS INSPECCION

<p>.....</p> <p>.....</p>

QUEDA PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN
PREVIA AUTORIZACION DE REPRESAS PATAGONIA UTE

0	Emisión para Aprobación	07-09-16	GE	GEA	VMG	GE
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROYECTÓ	EJECUTÓ	REVISÓ	VERIFICÓ

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA
SUBSECRETARIA DE ENERGIA HIDROELECTRICA



REPRESAS PATAGONIA
ELING·CGGC·HCSA·UTE

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

NOMBRE		FECHA
EJECUTÓ	GE	01-10-15
REPRES. TEC.		

Represa Gor. JORGE CEPERNIC

OBRAS CIVILES- MEMORIA TÉCNICA
TOPOGRAFÍA

EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS PRINCIPALES

Etapa Proyecto:	
PE	
Nivel desarrollo:	
200	
Pag.	Form.
1/12	A4

Esc.	Doc. N°	Rev.
s/e	JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001	0


 <p>REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE</p>	<p>MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERIA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0</p> <p>Fecha: 01-10-15</p> <p>Página: 2 de 12</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001</p>

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO DEL TRABAJO	3
1.1. Alcance.....	4
1.2. Tareas.....	5
2. EQUIPAMIENTO Y SISTEMA UTILIZADO COMO LOGÍSTICA	8
2.1. Equipamiento utilizado	8
2.2. Movilidad y Logística	9
3. PROCESAMIENTO DE DATOS Y GENERACIÓN DE MDT	10

FIGURAS


FIGURA 1 – DETALLE DE ÁREA A RELEVADA REPRESA JC.....	3
FIGURA 2 – DETALLE DE ÁREA A RELEVADA REPRESA JC.....	4
FIGURA 3 – ÁREA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE OBRAS PERMANENTES - REPRESA JC	5
FIGURA 4 – PUNTO FIJO 2LI - REPRESA JC	6
FIGURA 5 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R5.....	8
FIGURA 6 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R4.....	8
FIGURA 7 – MOVILIDAD HILUX 4X4	9
FIGURA 8 – MOVILIDAD SAVEIRO APOYO LOGÍSTICO	9

TABLAS

TABLA 1 – SAP JORGE CEPERNIC	5
TABLA 2 – COPORDENADAS RED SAP – REPRESA GDOR JORGE CEPERNIC	6
TABLA 3 – PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN JC	7
TABLA 3 – COORDENADAS PROYECTADAS JC	7

ANEXOS

ANEXO 1 – ARCHIVOS CRUDOS GPS JC – INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS JC
ANEXO 2 – MODELO DIGITAL DE TERRENO Y PUNTOS- JC

	MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 01-10-15 Página: 3 de 12
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

1. OBJETO DEL TRABAJO

La presente documentación tiene por objeto definir el alcance y explicitar los requerimientos técnicos utilizados para la ejecución de trabajos topográficos que se detallarán a continuación, ubicados en el área de emplazamiento de la obra principal Represa Gobernador Jorge Cepernic y en el área perimetral a la anterior.

Estas áreas se encuentran circunscriptas dentro de un polígono general de emplazamiento de las obras permanentes de coordenadas Geográficas tal como se indica a continuación.

Según 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;

Información técnica geográfica mediante el sistema POSGAR '07. Provincia de Santa Cruz - República Argentina.

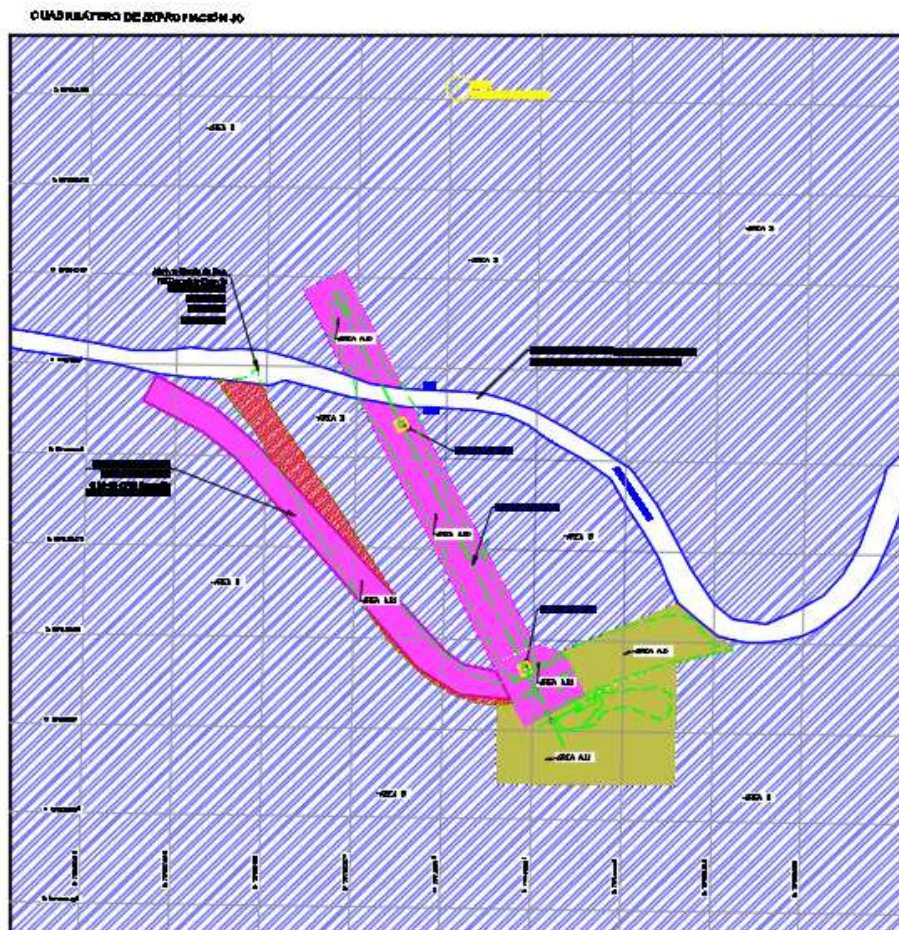



Figura 1 – Detalle de Área a relevada Represa JC

	MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 01-10-15 Página: 4 de 12
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001



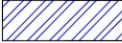
<p>Puntos Fijos Eje de la Presa</p> <p>2KI Coordenada Geográfica- Latitud: S50°11'14.04337"; Long.:O70°07'25.23197" Coordenada Plana MERCATOR TRANSVERSA- N:70493.019; E:29697.828 Red Nacional POSGAR '07</p> <p>2LI Coordenada Geográfica- Latitud: S50°11'58.03666"; Long.: O70°06'50.54509" Coordenada Plana MERCATOR TRANSVERSA- N:69133.709; E:30385.849 Red Nacional POSGAR '07</p> <p>REFERENCIAS</p> <p> ÁREA A.2) 97 Ha Grilla 10x10m en Gral. En aquellos sectores que se requiera densificar puntos se planteará una grilla de 6x6m</p> <p> ÁREA A.1) 74 Ha Grilla 20x20m en Gral. En aquellos sectores que se requiera densificar puntos se planteará una grilla de 10x10m</p> <p> ÁREA B) 2252 Ha Grilla relevada 100x100m</p>

Figura 2 – Detalle de Área a relevada Represa JC

Los relevamientos están destinados al diseño de las obras permanentes. Así mismo los relevamientos incluyen perfiles longitudinales, transversales, puntos de relevamiento de entrada y salida de cursos de agua existentes, caminos y/o huellas existentes, puntos característicos del terreno, de manera tal de obtener como producto final un Modelo Digital de Terreno representativo de la las zonas relevadas, acorde a la precisión y detalle requeridos que se expondrán en los siguientes incisos del presente.

El error de precisión admisible en X, Y en las mediciones fué de +/- 5 cm. Éste se controló a través de los informes de pos procesamiento que se adjuntan como ANEXO 2 - INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS JC.

1.1. Alcance

Los trabajos topográficos correspondientes ejecutados son:

- 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)


	MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 01-10-15 Página: 5 de 12
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. Nº JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001



Figura 3 – Área Zona de Implantación de Obras Permanentes - Represa JC

1.2. Tareas

Para la ejecución de dichas tareas se utilizaron como base el Informe Final del Sistema Geodésico y Geofísico de Apoyo, realizado por la Consultora Del Bianco, que determinó los valores de los Puntos Fijos a utilizar para todos los relevamientos según se detalla:


Tabla 1 – SAP Jorge Cepernic

SAP Presa Jorge Cepernic

Vértice	latitud	longitud	h	Norte	Este	H	N
2KI	S50°11'14.04337"	O70°07'25.23197"	96,184	70493,019	29697,828	84,461	11,723
2LI	S50°11'58.03666"	O70°06'50.54509"	94,822	69133,709	30385,849	83,144	11,678
ML	S50°11'04.85148"	O70°07'06.79509"	93,716	70777,038	30063,582		
JA	S50°11'10.28674"	O70°06'30.89795"	94,408	70609,043	30775,725		
JR	S50°11'34.85103"	O70°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

	MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 01-10-15 Página: 6 de 12
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

Las coordenadas de los vértices de los polígonos a relevar, se encuentran proyectadas a coordenadas planas de acuerdo al sistema de proyección indicado en el documento general GE-A.CV-MT.TP(OG-00-00)P001-0B Memoria Técnica Sistema Geodésico y Geofísico de Apoyo. Red SAP.

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 será de +/-0.05 m.

Con los datos la topografía levantada, se construyo el MDT, en formato CivilCAD y AutoCAD 2012, una malla de referencia para realizar en un futuro el replanteo de la obra y se acompaña con la planilla de puntos relevados, indicando las coordenadas planas x, y, altura y designación.

Puntos Fijos usados para todos los relevamientos 2KI y 2LI, según la zona donde se tenía mejor acceso y disponibilidad de puntos.




Figura 4 – Punto Fijo 2LI - Represa JC

El levantamiento en presa JC debe estar “amarrado” a los siguientes puntos fijos existentes 2KI y 2LI

Tabla 2 – Copordenadas Red SAP – Represa Gdor Jorge Cepernic

2KI: Latitud S50°11'14.04337" ; Longitud O70°07'25 .23197" ; Altura elipsoidal 96.184
 2LI: Latitud S50°11'58.03666" ; Longitud O70°06'5 0.54509" ; Altura elipsoidal 94.822

	MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 01-10-15 Página: 7 de 12
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

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

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

Tabla 3 – Parámetros de Transformación JC

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

Tabla 4 – Coordenadas Proyectadas JC

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

Sistema y Marco de Referencia

Sistema de Referencia: Global **WGS'84** ¹

Marco de Referencia: Red Nacional **POSGAR 2007** ²

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

Codificación de los puntos utilizados

TN – Terreno Natural

HU – Huella

BC – Borde Camino

AL – Alambrado

ALQ – Alambrado Esquinero


BR – Borde Rio

LQ – Línea de Quiebre

PE – Perforación

¹ WGS'84: Sistema de Referencia Geocéntrico Universal World Geodetic System (WGS) parámetros del elipsoide referidas al año 1984.-

² POSGAR 2007: Marco de Referencia Nacional denominado Posiciones Geodésicas Argentinas referidas al año 2007.-

	MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 01-10-15 Página: 8 de 12
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

2. EQUIPAMIENTO Y SISTEMA UTILIZADO COMO LOGÍSTICA

2.1. 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 posprocesamiento de los datos, en una cantidad de 1 Base y (tres equipos móviles).-



Figura 5 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R5

Tecnología Trimble R-Track™.

- Chip GNSS Avanzado Trimble Maxwell™ para levantamientos personalizados
- Correlator múltiple de alta precisión para mediciones de pseudorange GNSS
- Datos de medición de pseudorange sin filtrar ni afinar para obtener una correlación de dominios de baja duración, baja cantidad de errores multitrayecto y bajo nivel de ruido, con una alta respuesta dinámica
- Mediciones de fase de portadora GNSS con muy bajo nivel de ruido y una precisión de <1 mm en un ancho de banda de 1 Hz
- Relaciones de señal a ruido informadas en dB-Hz
- Probada tecnología de rastreo de baja elevación Trimble
- 72 canales:
 - Código C/A GPS L1, L2C, Portadora de Ciclo Completo L1/L2
 - Código C/A GLONASS L1 C/A, Código P L1, Código P L2, Portadora de Ciclo Completo L1/L2
- 4 canales SBAS WAAS/EGNOS

Static GNSS surveying (GPS + GLONASS)

Horizontal. ± 3 mm + 0.1 ppm RMS

Vertical. ± 3.5 mm + 0.4 ppm RMS




Figura 6 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R4

- Avanzado chip Trimble Maxwell 6 GNSS topográfico personalizado con 220 canales
- Tecnología Trimble R-Track
- Correlacionador múltiple de alta precisión para mediciones GNSS de pseudodistancia
- Medidas de pseudodistancia brutas, sin filtrar ni suavizar, que generan resultados con poco 'ruido', error por trayectoria múltiple bajo, correlación total muy rápida y alta respuesta dinámica
- Medidas de fase de portadora GNSS de muy bajo nivel de ruido y una precisión de <1 mm en un ancho de banda de 1 Hz
- Relación Señal-Ruido en dB-Hz
- Probada tecnología de rastreo de baja elevación de Trimble
- Señales de satélite que se rastrean simultáneamente:
 - GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E
 - GLONASS:: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3
 - SBAS: L1C/A
 - Galileo: E1, E5A, E5B
 - BeiDou (COMPASS): B1, B2
- SBAS: QZSS, WAAS, EGNOS, GAGAN
- Velocidad de posicionamiento: 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz, y 10 Hz

Static GNSS surveying (GPS + GLONASS)

Horizontal. ± 3 mm + 0.1 ppm RMS

Vertical. ± 3.5 mm + 0.4 ppm RMS

	MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 01-10-15 Página: 9 de 12
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

2.2. Movilidad y Logística

Se utilizaron movilidades: 4x4 tipo Hilux, Saveiro preparadas para topografía de alto rendimiento, y características de control satelital (Micro Track), con personal capacitado a tal efecto.-

En aquellas zonas de difícil acceso por camioneta, se recorrió a pie.


Para la logística se utilizó para la Represa JC, apoyada desde la Localidad de El Calafate, distante 185Km, se realizó todas las tareas en formato día completo de relevamiento, aprovechando las pocas horas de luz existentes en esta época del año.-



Figura 7 – Movilidad Hilux 4x4



Figura 8 – Movilidad Saveiro Apoyo logístico

	MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 01-10-15 Página: 10 de 12
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

3. PROCESAMIENTO DE DATOS Y GENERACIÓN DE MDT

Las tareas de procesamiento de los datos obtenidos, se realizó al día a día, para ir controlando la precisión de todos los puntos relevados y planificando la siguiente campaña.

Para el cálculo de pos procesamiento y determinación de la calidad de los Puntos relevados se utilizó el Software Trimble Business Center, Versión 3.50 con Licencia ID 2074276145, a nombre de MODULO TRES S.A.-

Cada relevamiento se le realizó el Control de Calidad de puntos y se generó el reporte, los mismos se adjuntan en el DVD según Anexo2.-

Una vez procesado se generaron los listado de puntos definitivos.

El tiempo de ejecución de los trabajos arrancó el 14/07/2015 y terminó el 21/09/2015, en los listados de puntos se describe cada día relevado y además desde qué Punto Fijo fue tomado (SUR/NORTE).-

Ejemplo de archivo: 20150714JC-SUR.csv

Queda establecido que se realizó el 14/07/2015 en la represa JC y desde el Punto 2K1.-


El listado completo está adjunto según se detalla en el Anexo 3.-

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, con Licencia y Suscripción Original a Nombre de MODULO TRES S.A. y guardado en versión 2012.

El producto final obtenido se plasmó en el archivo: **MDT JC r5.dwg**

En archivo digital se adjunto en el Anexo 3.-


	<p>MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERIA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0</p> <p>Fecha: 01-10-15</p> <p>Página: 11 de 12</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001</p>

ANEXO 1 – ARCHIVOS CRUDOS GPS JC – INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS JC

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“03-Relevamiento JC Nueva Proyección”

“03-Relevamiento JC Nueva Proyección/#Informe de Calidad Puntos JC”

	<p>MINISTERIO DE DE ENERGÍA Y MINERIA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0</p> <p>Fecha: 01-10-15</p> <p>Página: 12 de 12</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>JC-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001</p>

ANEXO 2 – MODELO DIGITAL DE TERRENO Y PUNTOS- JC

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“03-MDT JC”

“03-MDT JC/PUNTOS JC NUEVO SISTEMA”

NOTAS

--

REFERENCIA

--

NOTAS INSPECCION

--

QUEDA PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN PREVIA AUTORIZACION DE REPRESAS PATAGONIA UTE

0	EMISIÓN PARA APROBACIÓN	06-12-16	GE	GE	LD	GV
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROYECTÓ	EJECUTÓ	REVISÓ	VERIFICÓ

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA



**REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE**

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

NOMBRE		FECHA
EJECUTÓ	GE	29-08-16
REPRES. TEC.		
		Etapa Proyecto:
		PB
		Nivel desarrollo:
		100
Pag.	Form.	Esc.
1/19	A4	s/e

Represa Gdor. Jorge Cepernic
Obras Civiles – Memoria Técnica
Topobatimetria Tramo Río Santa Cruz

Doc. N°	Rev.
JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001	0


	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 2 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO DEL TRABAJO	3
1.1. Desarrollo de las tareas.....	5
2. EQUIPAMIENTO Y SISTEMA UTILIZADO COMO LOGÍSTICA	11
2.1. Equipamiento utilizado	11
2.2. Movilidad y Logística	13
3. PROCESAMIENTO DE DATOS Y GENERACIÓN DE MDT	15

FIGURAS


FIGURA 1 – ESQUEMA TRAMO DE RÍO SANTA CRUZ RELEVADO - REPRESA JC.....	3
FIGURA 2 – MARGEN IZQUIERDA TRAMO DE RÍO SANTA CRUZ - REPRESA JC	4
FIGURA 3 – MARGEN IZQUIERDA RÍO SANTA CRUZ, BAJO CAUDAL CIRCULANTE MEDICIÓN 01/10/2015, PERFIL 5.....	4
FIGURA 4 – EJECUCIÓN DE TOPOBATIMETRÍA- PERFIL 19 - VISTA NORTE AGUAS ARRIBA.-	5
FIGURA 5 – PUNTO FIJO UTILIZADO PARA LOS RELEVAMIENTOS - REPRESA JC.....	6
FIGURA 6 – PERFILES TRANSVERSALES RELEVADOS - NIVELACION GEOMÉTRICA.....	8
FIGURA 7 – ESTACA CORRESPONDIENTE AL PERFIL TRANSVERSAL N° 21 NIVELADA	8
FIGURA 8 – EJECUCIÓN DE NIVELACION GEOMÉTRICA MARGEN DERECHA RÍO SANTA CRUZ JC	9
FIGURA 9 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R5.....	11
FIGURA 10 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R4.....	11
FIGURA 11 – NIVEL TRIMBLE DINI	12
FIGURA 12 – SONDA STONEX SERIE SDE-28	12
FIGURA 13 – MOVILIDADES 4X4	13
FIGURA 14 – EMBARCACION LIVIANA CASCO RÍGIDO	13
FIGURA 15 – EMBARCACION LIVIANA CASCO SEMIRÍGIDO	14

TABLAS

TABLA 1 – SAP JORGE CEPERNIC	5
TABLA 2 – COPORDENADAS RED SAP – REPRESA GDOR JORGE CEPERNIC	6
TABLA 3 – PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN MERCATOR TRASNVERSA JC.....	6
TABLA 4 – PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN CÓNICA LAMBERT JC	7
TABLA 5 – COORDENADAS PROYECTADAS JC	7
TABLA 6 – COTAS DE NIVELACIÓN AJUSTADAS E11 HASTA E01.....	9
TABLA 7 – COTAS DE NIVELACIÓN AJUSTADAS E12 HASTA E37.....	10
TABLA 8 – MEDICIONES DE COTA DE PELO DE AGUA EN - REGLA JC	15

ANEXOS

ANEXO 1 – ARCHIVOS CRUDOS GPS RIO JC
ANEXO 2 – INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS JC
ANEXO 3 – NIVELACIÓN PERFILES TRANSVERSALES – BATIMETRIA - JC
ANEXO 4 – MODELO DIGITAL DE TERRENO Y PUNTOS- JC

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 3 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

1. OBJETO DEL TRABAJO

La presente documentación tiene por objeto explicitar los requerimientos técnicos utilizados para la ejecución de trabajos topográficos y topo-batimétricos que se detallarán a continuación, ubicados en el tramo del Río Santa Cruz, en cercanías del emplazamiento de la obra principal Represa Gdor Jorge Cepernic.

Este tramo se define tal como lo expuesto en el informe antecedente de alcance GE-A.CV-ET.TP-(OG-02-02)-P001-0D "Tramo Río Santa Cruz N°1: Represa Gdor Jorge Cepernic, longitud a relevar de 8 Km".

La información técnica geográfica utilizada es mediante el sistema POSGAR '07. Provincia de Santa Cruz - República Argentina.

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".

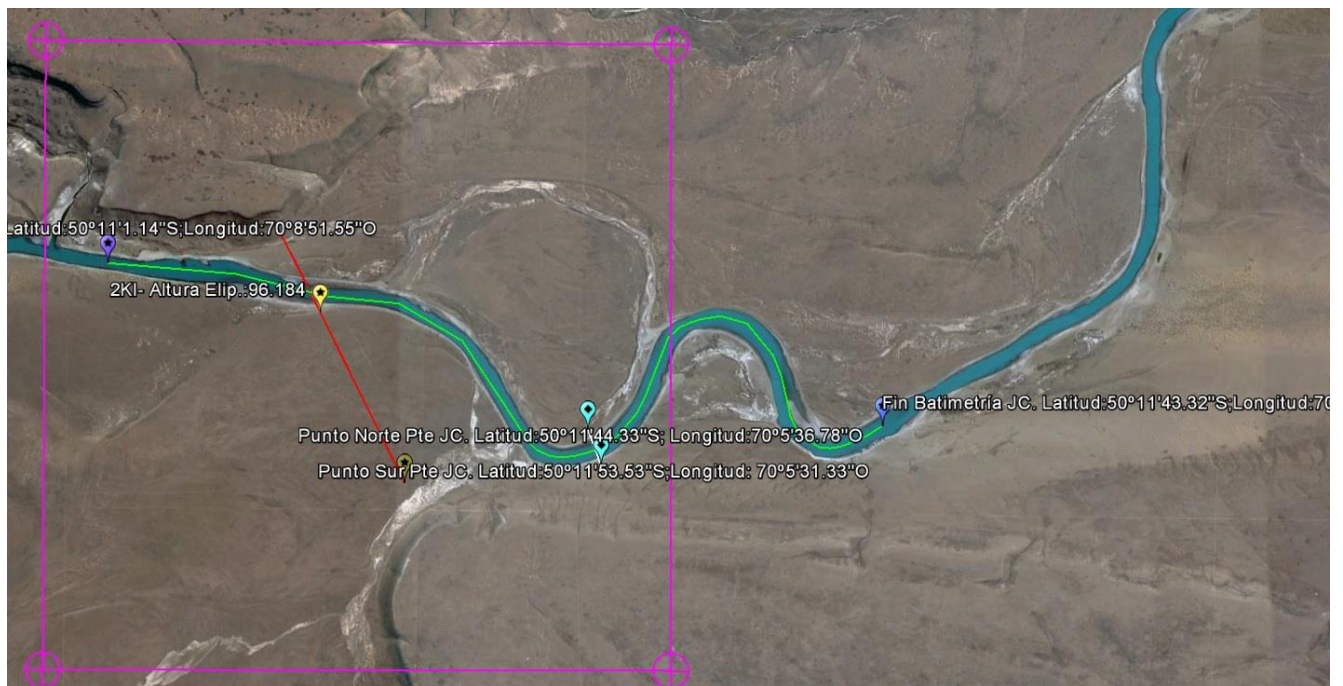


Figura 1 – Esquema tramo de río Santa Cruz relevado - Represa JC


 <p>REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE</p>	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 4 de 19</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001</p>



Figura 2 – Margen Izquierda tramo de río Santa Cruz - Represa JC



Figura 3 – Margen Izquierda Río Santa Cruz, bajo caudal circulante Medición 01/10/2015, Perfil 5.


 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 5 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001



Figura 4 – Ejecución de Topobatimetría- Perfil 19 - Vista Norte aguas arriba.-

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, acorde al grado de precisión y detalles requeridos en el informe de alcances de trabajos (GE-A.CV-ET.TP-(OG-02-02)-P001-0D).

El error de precisión admisible en X, Y en las mediciones resultó de +/- 5 cm. Éste se controló a través de los informes de post-procesamiento que se adjuntan como ANEXO 2 “*INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS RIO JC*”

1.1. 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, tal como:

Tabla 1 – SAP Jorge Cepernic


SAP Presa Jorge Cepernic

Vértice	latitud	longitud	h	Norte	Este	H	N
2KI	S50°11'14.04337"	O70°07'25.23197"	96,184	70493,019	29697,828	84,461	11,723
2LI	S50°11'58.03666"	O70°06'50.54509"	94,822	69133,709	30385,849	83,144	11,678
ML	S50°11'04.85148"	O70°07'06.79509"	93,716	70777,038	30063,582		
JA	S50°11'10.28674"	O70°06'30.89795"	94,408	70609,043	30775,725		
JR	S50°11'34.85103"	O70°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

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.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 6 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

Con los datos la topografía levantada se construyo luego en gabinete, el MDT (Modelo Digital del Terreno) en formato CivilCAD y AutoCAD, y se acompaña la planilla de puntos relevados, indicando las coordenadas planas x, y, altura y designación.

El Punto Fijo usado para todos los relevamientos fue 2KI.



Figura 5 – Punto Fijo Utilizado para los relevamientos - Represa JC

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.

Tabla 2 – Copordenadas Red SAP – Represa Gdor Jorge Cepernic

2KI: Latitud S50°11'14.04337" ; Longitud O70°07'25.23197" ; Altura elipsoidal 96.184
--

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

Tabla 3 – Parámetros de Transformación Mercator Trasnversa JC

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

Proyección Conforme Cónica de Lambert , cuyos parámetros que la definen son los siguientes:

¹ WGS'84: Sistema de Referencia Geocéntrico Universal World Geodetic System (WGS) parámetros del elipsoide referidas al año 1984.-

² POSGAR 2007: Marco de Referencia Nacional denominado Posiciones Geodésicas Argentinas referidas al año 2007.-


	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 7 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

Tabla 4 – Parámetros de Transformación Cónica Lambert JC

Latitud de Origen	-50° 10'
Longitud del Meridiano Central	-70° 48'
Paralelo estándar 1	-50° 00'
Paralelo estándar 2	-50° 20'
Falso norte	700000 m
Falso este	250000 m
Elipsoide de referencia	WGS84

Tabla 5 – Coordenadas Proyectadas JC

Vertice – Punto Fijo PF	Mercator Transversa		Lambert	
	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
2KI	70493.019	29697.828	697493.314	298300.151

Codificación de los puntos utilizados

- TN – Terreno Natural
- HU – Huella
- BC – Borde Camino
- AL – Alambrado
- ALQ – Alambrado Esquinero
- BR – Borde Rio
- LQ – Línea de Quiebre
- PE – Perforación
- PA – Pelo de Agua
- PF – Punto Fijo

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).

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 las estacas, según se detalla en el ANEXO 3 “NIVELACIÓN DE ESTACAS EN PERFILES TRANSVERSALES- JC”

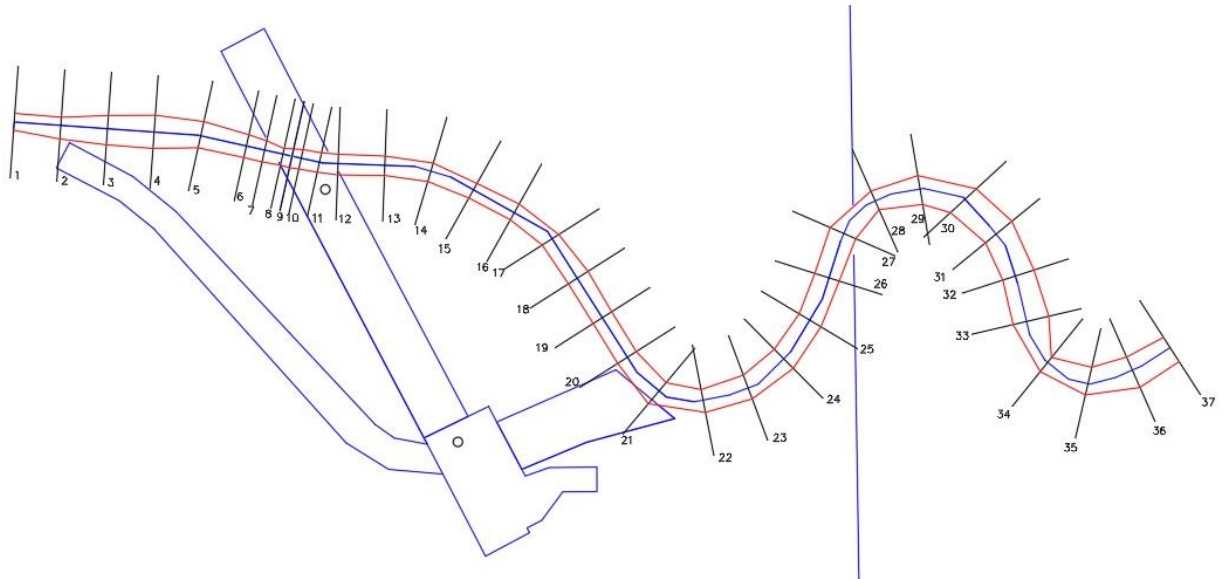


Figura 6 – Perfiles Transversales relevados - Nivelacion Geométrica



Figura 7 – Estaca correspondiente al perfil transversal N° 21 nivelada



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0
Fecha: 06-12-16
Página: 9 de 19

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°
JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001




Figura 8 – Ejecución de Nivelación Geométrica Margen Derecha Río Santa Cruz JC

Resúmen Nivelación Geométrica

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** y se obtuvieron los siguientes resultados.-

Tabla 6 – Cotas de Nivelación Ajustadas E11 hasta E01

Nro	COTA NIVELADA	DESCRIPCIÓN	COTA GPS	AJUSTE
1	84.4610	PF 2KI	84.461	0.0000
2	81.2968	E11	81.228	0.0688
3	80.8280	E10	80.760	0.0680
4	81.3052	E09	81.238	0.0672
5	81.6090	E08	81.545	0.0640
6	81.6854	E07	81.627	0.0584
7	81.9519	E06	81.901	0.0509
8	81.6083	E05	81.553	0.0553
9	82.8462	E04	82.796	0.0502
10	82.1463	E03	82.099	0.0473
11	81.3939	E02	81.356	0.0379
12	85.0231	E01	84.984	0.0391


	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 10 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

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 **E12** hasta **E37** y se obtuvieron los siguientes resultados.-

Tabla 7 – Cotas de Nivelación Ajustadas E12 hasta E37

Nro	COTA NIVELADA	DESCRIPCIÓN	COTA GPS	AJUSTE
1	84.4610	PF 2KI	84.461	0.0000
2	82.6715	E12	82.605	0.0665
3	83.2608	E13	83.197	0.0638
4	83.6476	E14	83.571	0.0766
5	83.4357	E15	83.351	0.0847
6	81.4319	E16	81.340	0.0919
7	81.6244	E17	81.525	0.0994
8	82.4201	E18	82.319	0.1011
9	81.0521	E19	80.942	0.1101
10	79.7248	E20	79.602	0.1228
11	80.2825	E21	80.149	0.1335
12	87.5107	E22	87.368	0.1427
13	85.6574	E23	85.521	0.1364
14	80.2691	E24	80.130	0.1391
15	80.0985	E25	79.963	0.1355
16	79.3718	E26	79.232	0.1398
17	78.9377	E27	78.803	0.1347
18	78.6925	E28	78.566	0.1265
19	78.8897	E29	78.733	0.1567
20	79.1393	E30	78.995	0.1443
21	78.3717	E31	78.215	0.1567
22	78.5280	E32	78.380	0.1480
23	78.2206	E33	78.043	0.1776
24	84.3313	E34	84.162	0.1693
25	88.5968	E35	88.400	0.1968
26	87.1053	E36	86.920	0.1853
27	85.7307	E37	85.585	0.1457

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 **PERFILES Y PF JC RIO r1.dwg**, además se adjuntan los archivos crudos de las nivelaciones, los mismos se adjuntan en el DVD según ANEXO 3 – NIVELACIÓN PERFILES TRANSVERSALES – BATIMETRIA – JC.-

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0</p> <p>Fecha: 06-12-16</p> <p>Página: 11 de 19</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001</p>

2. EQUIPAMIENTO Y SISTEMA UTILIZADO COMO LOGÍSTICA

2.1. 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 RTK, con sistema GPS-GLONASS, y posprocesamiento de los datos, en una cantidad de 1 Base y (tres equipos móviles).-



Figura 9 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R5

Tecnología Trimble R-Track™.

- Chip GNSS Avanzado Trimble Maxwell™ para levantamientos personalizados
- Correlator múltiple de alta precisión para mediciones de pseudorange GNSS
- Datos de medición de pseudorange sin filtrar ni afinar para obtener una correlación de dominios de baja duración, baja cantidad de errores multitrayecto y bajo nivel de ruido, con una alta respuesta dinámica
- Mediciones de fase de portadora GNSS con muy bajo nivel de ruido y una precisión de <1 mm en un ancho de banda de 1 Hz
- Relaciones de señal a ruido informadas en dB-Hz
- Probada tecnología de rastreo de baja elevación Trimble
- 72 canales:
 - Código C/A GPS L1, L2C, Portadora de Ciclo Completo L1/L2
 - Código C/A GLONASS L1 C/A, Código P L1, Código P L2, Portadora de Ciclo Completo L1/L2
- 4 canales SBAS WAAS/EGNOS

Static GNSS surveying (GPS + GLONASS)

Horizontal. ± 3 mm + 0.1 ppm RMS

Vertical.. ± 3.5 mm + 0.4 ppm RMS



Figura 10 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R4

- Avanzado chip Trimble Maxwell 6 GNSS topográfico personalizado con 220 canales
- Tecnología Trimble R-Track
- Correlacionador múltiple de alta precisión para mediciones GNSS de pseudodistancia
- Medidas de pseudodistancia brutas, sin filtrar ni suavizar, que generan resultados con poco 'ruido', error por trayectoria múltiple bajo, correlación total muy rápida y alta respuesta dinámica
- Medidas de fase de portadora GNSS de muy bajo nivel de ruido y una precisión de <1 mm en un ancho de banda de 1 Hz
- Relación Señal-Ruido en dB-Hz
- Probada tecnología de rastreo de baja elevación de Trimble
- Señales de satélite que se rastrean simultáneamente:
 - GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E
 - GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3
 - SBAS: L1C/A
 - Galileo: E1, E5A, E5B
 - BeiDou (COMPASS): B1, B2
- SBAS: QZSS, WAAS, EGNOS, GAGAN
- Velocidad de posicionamiento: 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz, y 10 Hz

Static GNSS surveying (GPS + GLONASS)

Horizontal. ± 3 mm + 0.1 ppm RMS

Vertical.. ± 3.5 mm + 0.4 ppm RMS


 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 12 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001



Figura 11 – Nivel TRIMBLE DiNi

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 $\pm 0.1\text{mm}$.**

Este instrumento elimina automáticamente los errores de lectura, de apunte y de transcripción de datos.

Trimble DiNi 0,7 mm por km

Medición electrónica

Mira invar precisa con escala codificada. 0,7 mm

Mira estándar con escala codificada. 1,3 mm

Medición visual. 2,0 mm

Medición de distancias

Alcance

Medición electrónica. 1,5m–100m

Medición visual. desde 1,3m

Medición electrónica Trimble DiNi 0,7 mm por km

Medición altura de resolución. . . 0,01 mm



Figura 12 – Sonda Stonex Serie SDE-28

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.

PRECISIÓN:

En 200 Khz, $\pm 1\text{ cm}$. (+-) 0.1 % de la profundidad.

Resolución de altura 1cm.

Rango de altura: 0.39 a 220m.-

 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 13 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

2.2. Movilidad y Logística

Se utilizaron movilidades: 4x4 tipo Hilux, RAM 1500 preparadas para topografía de alto rendimiento, y características de control satelital (Micro Track), con personal capacitado a tal efecto.-

En aquellas zonas de difícil acceso por camioneta, se recorrió a pie.

Para la logística se utilizó para la Represa JC, apoyada desde la Localidad de El Calafate, distante 185Km, se realizó todas las tareas en formato día completo de relevamiento.-



Figura 13 – Movilidades 4x4

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 14 – Embarcacion Liviana Casco Rígido



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0
Fecha: 06-12-16
Página: 14 de 19

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC


Doc. N°

JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001



Figura 15 – Embarcacion Liviana Casco Semirígido

Se selecciona este tipo de embarcación ya que el río Santa Cruz posee diferentes profundidades según el caudal circulante y en muchos sectores es imposible utilizar embarcaciones de mayor calado, sobre todo para la medición de perfiles en su sector cercano a la costa donde se producen bancos de depósito de material fino y rocas sueltas de gran porte en algunas secciones.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 15 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

3. PROCESAMIENTO DE DATOS Y GENERACIÓN DE MDT

Las tareas de procesamiento de los datos obtenidos, se realizó al día a día, para ir controlando la precisión de todos los puntos relevados y planificando la siguiente campaña.

Para el cálculo de pos procesamiento y determinación de la calidad de los Puntos relevados se utilizó el Software Trimble Business Center, Versión 3.50 con Licencia ID 2074276145, a nombre de MODULO TRES S.A.-

Cada relevamiento se le realizó el Control de Calidad de puntos y se generó el reporte, los mismos se adjuntan en el DVD según ANEXO 2 - *INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS JC*.-

Luego se realizó el ajuste alimétrico según la nivelación geométrica de los **37 (treinta y siete)** perfiles transversales, y una vez procesado se generaron los listado de puntos definitivos, para cada sistema de proyección requeridos.

Medición de Pelo de Agua en Relevamientos

Se determinaron las cotas del Pelo de Agua en el sector de las Regla JC, (ubicada aguas abajo del eje de presa materializado por los puntos fijos 2KI, 2LI y 2GI). Para ello, se midió la altura del nivel de pelo de agua del río en la regla (para cada fecha y horario de medición) y se asignó posteriormente la cota IGN.

Tabla 8 – Mediciones de Cota de Pelo de Agua en - Regla JC

Nro	Detalle Lectura	Zona	Cota	Fecha	Hora
1	Pelo de Agua	Regla	77.632	28/09/2015	13:04
2	Pelo de Agua	Regla	77.600	29/09/2015	11:48
3	Pelo de Agua	Regla	77.611	30/09/2015	11:02
4	Pelo de Agua	Regla	77.601	01/10/2015	11:50
5	Pelo de Agua	Regla	77.633	05/10/2015	14:31
6	Sin Lectura	Relevamiento Estacas		20/11/2015	
7	Sin Lectura	Relevamiento Estacas		21/11/2015	
8	Pelo de Agua	Regla BATIMETRIA	79.230	20/01/2016	08:57
9	Pelo de Agua	Regla BATIMETRIA	79.239	21/01/2016	09:04

El período de ejecución de los trabajos inició el 28/09/2015 y finalizó el 21/01/2016, en los listados de puntos se describe cada día relevado y además desde qué Punto Fijo fue tomado (NORTE 2KI).-

Ejemplo de archivo: 20150928aJC-NORTE.csv


Queda establecido que se realizó el 28/09/2015 en la represa JC y desde el Punto 2KI.-

En caso de los relevamientos exclusivos de Batimetría, tendrán una cota calculada en función de la altura detectada por la sonda, y que ajusta la cota de cada punto incorporando un valor denominado Medición Ecosonda, los archivos crudos completos se adjunta en el ANEXO 3 "NIVELACIÓN PERFILES TRANSVERSALES – BATIMETRIA - JC" ("06-Archivos Crudos Batimetría JC").-

Con el listado completo se armó el MDT con el Software Autodesk Civil 3D 2017, con Licencia y Suscripción Original a Nombre de MODULO TRES S.A. y guardado en **versión 2015**.-

El producto final obtenido se plasmó en el archivo: "**07 MDT JC RIO Proyeccion Mercator Transversa**"

En archivo digital se adjunta en el ANEXO 4.


 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 16 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

ANEXO 1 – ARCHIVOS CRUDOS GPS RIO JC

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“01-Archivos Crudos - Relevamiento JC RIO Proyeccion Mercatos Transversa”

“02-Archivos Crudos - Relevamiento JC RIO Proyeccion Lambert”


 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 17 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

ANEXO 2 – INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS JC

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“03-Informes de Calidad Puntos JC Mercator Transversa”

“04-Informes de Calidad Puntos JC Lambert”

 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06-12-16 Página: 18 de 19
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

ANEXO 3 – NIVELACIÓN PERFILES TRANSVERSALES – BATIMETRIA - JC

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“05-Archivos Crudos Nivelacion Estacas y Ajuste Altimétrico - JC”

“06-Archivos Crudos Batimetría JC”



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0
Fecha: 06-12-16
Página: 19 de 19

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

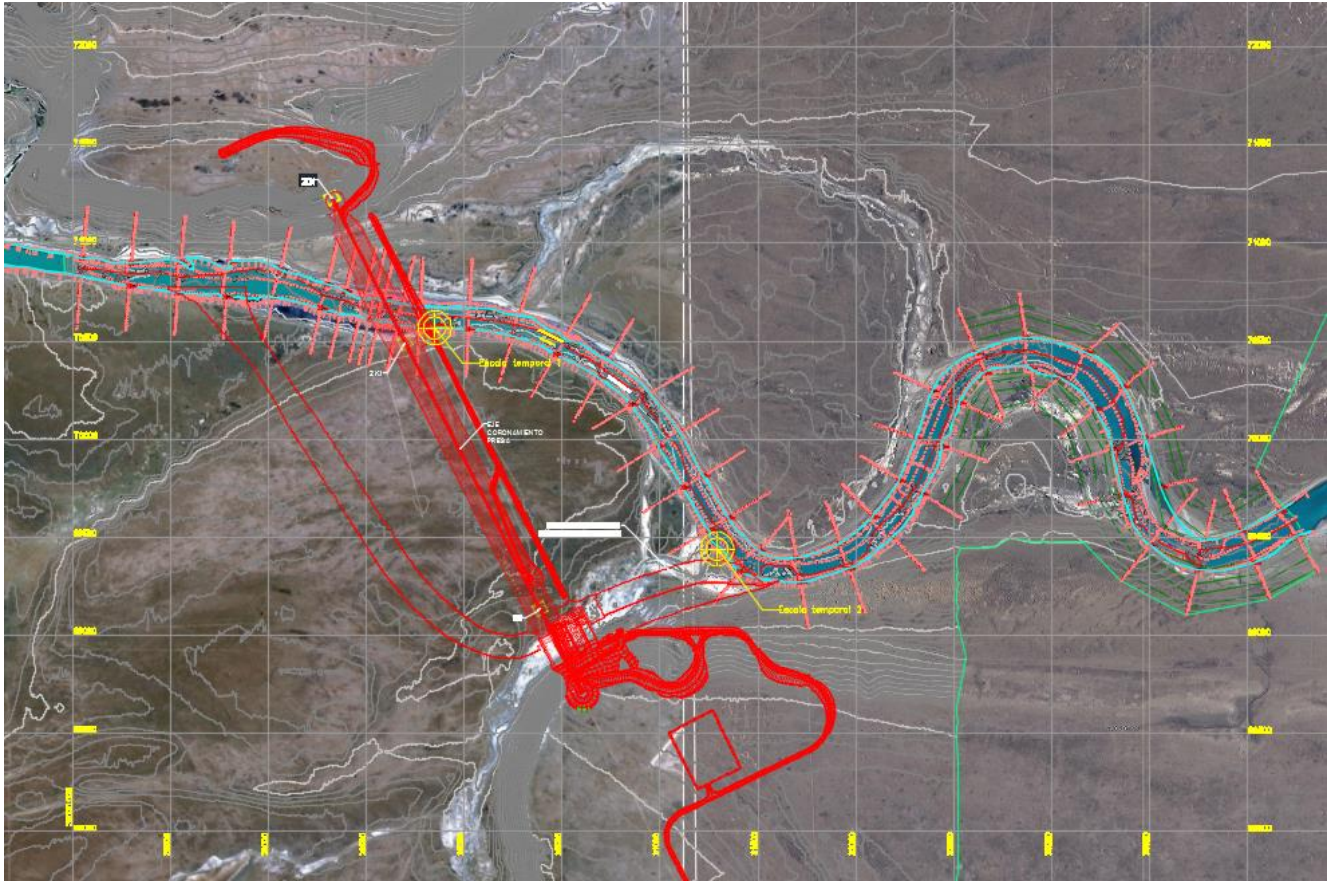
Doc. N°

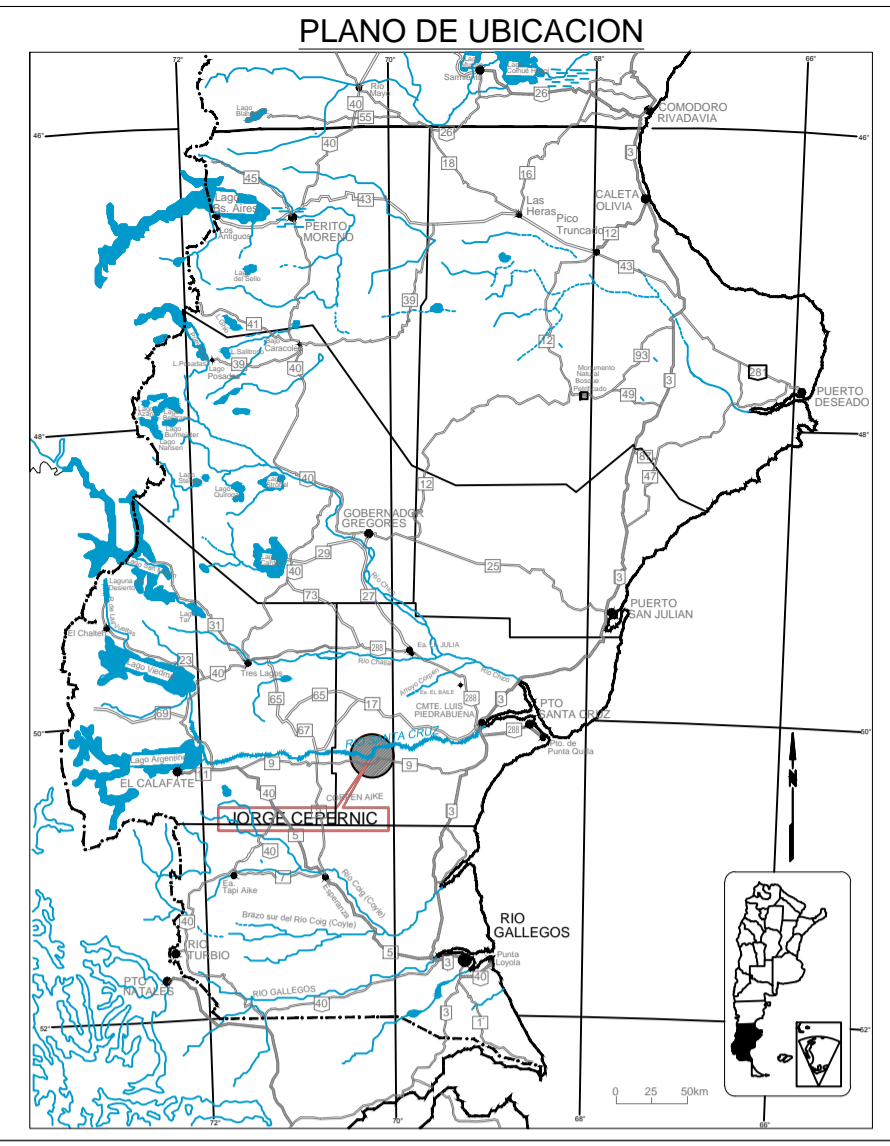
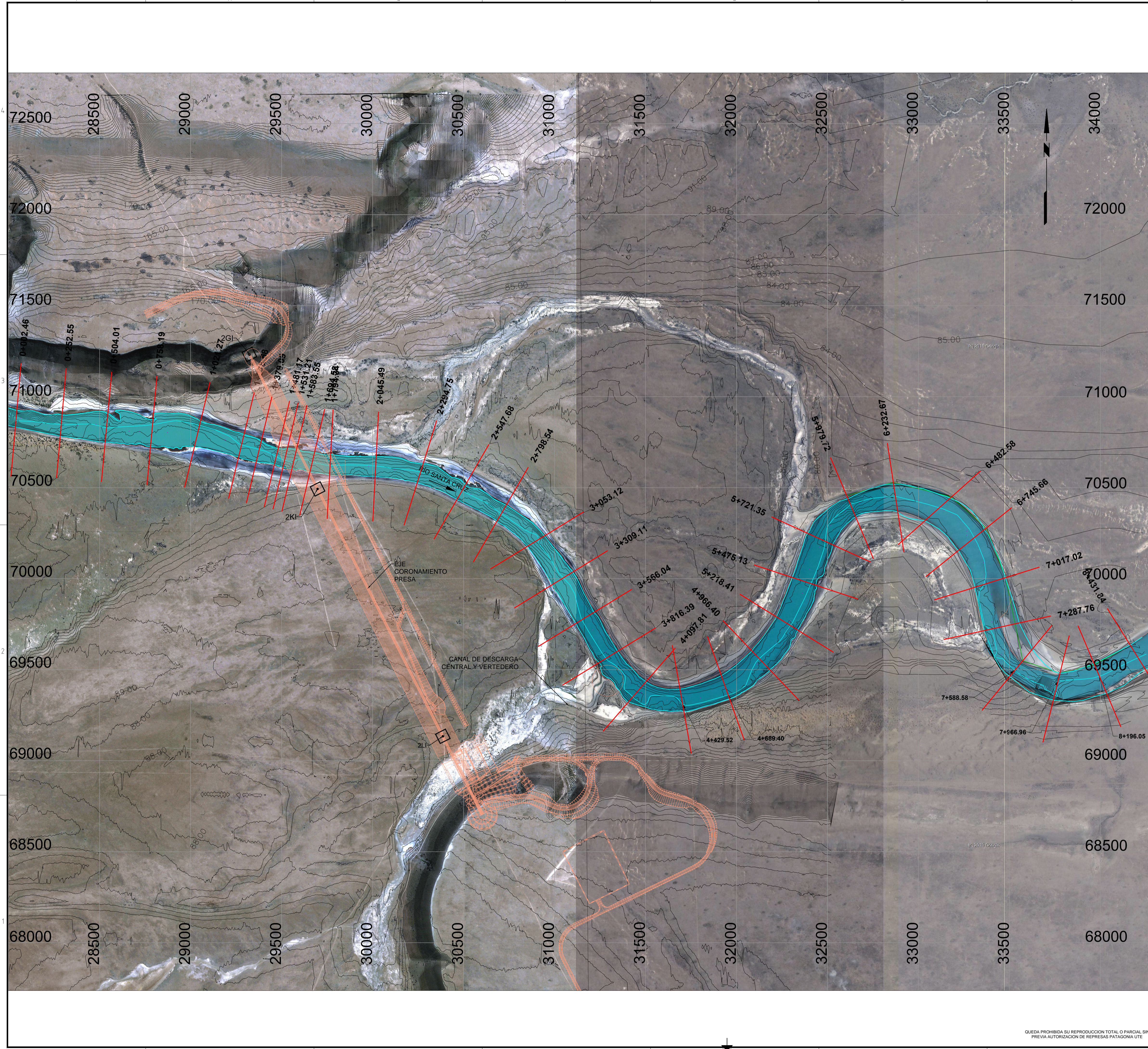
JC-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

ANEXO 4 – MODELO DIGITAL DE TERRENO Y PUNTOS- JC

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“07-MDT JC RIO Proyeccion Mercator Transversa ”





NOTAS

- 1 - LAS MEDIDAS Y NIVELES ESTÁN EXPRESADAS EN METROS.
- 2 - SISTEMA DE PROYECCIÓN:
LATITUD DE ORIGEN: -50°11'30"; LATITUD DEL MERIDIANO CENTRAL: -70°07'10"; FALSO NORTE: 70000 m; FALSO ESTE: 30000 m; FACTOR DE ESCALA DEL MC: 1; GEOIDE DE REFERENCIA: WGS84
- 3 - LAS COTAS ESTÁN REFERIDAS AL "NIVEL CERO" DEL IGM.
- 4 - COORDENADAS PUNTOS:

2KI	N:70493.019	E:29697.828
2LI	N:69133.709	E:30385.849
2GI	N:71232.142	E:29323.717

PLANOS DE REFERENCIA

NOTAS INSPECCION

0	EMISIÓN PARA APROBACIÓN	06/12/2016	MPC	MPC	GP	GV
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROYECTO	EJECUTO	REVISO	VERIFICÓ

LISTA DE REVISIONES

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

REPRESA GOB. JORGE CEPERNIC
OBRAS CIVILES-OBRAS GENERALES
PLANO TOPOBATIMETRÍA
PERFILES RELEVADOS-TRAMO RÍO SANTA CRUZ

EJECUTO	MPC	FECHA	21/11/2016
REPRES. TEC.		ETAPA PROJ.	PB
		NIVEL DESAR.	100
FORM.	A1	ESCALA	1:10000
		PLANO N°	JC-A.CV-PL.TP-(OG-02-02)-P001
		REV.	0

W:\OBJetos\2016\1-5016857-4\TITULO\H-WPOA328-8\FKGHGS-W\MDT_TOPOBATIMETRÍA\TOPOGRAFIACUADRILATERO_JC.dwg
 mcarlosena - 6/12/2016 - 10:12 am
 Drawing file path & name
 User and Plot Date

QUEDA PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN
PREVIA AUTORIZACIÓN DE REPRESAS PATAGONIA UTE

NOTAS

--

REFERENCIA

--

NOTAS INSPECCION

<p>.....</p> <p>.....</p>

QUEDA PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN
PREVIA AUTORIZACION DE REPRESAS PATAGONIA UTE

0	Emisión para Aprobación	07-09-16	GE	GEA	VMG	GE
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROYECTÓ	EJECUTÓ	REVISÓ	VERIFICÓ

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA
SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA



REPRESAS PATAGONIA
ELING·CGGC·HCSA·UTE

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

NOMBRE		FECHA
EJECUTÓ	GE	01-10-15
REPRES. TEC.		

Etapa Proyecto:	
PE	
Nivel desarrollo:	
200	

Represa Pte. Dr. Néstor Kirchner
OBRAS CIVILES- MEMORIA TÉCNICA
TOPOGRAFIA
EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS PRINCIPALES

Pag.	Form.	Esc.	Doc. N°	Rev.
1/13	A4	s/e	NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001	0


	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 07-09-16 Página: 2 de 13
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO DEL TRABAJO	3
1.1. Alcance.....	4
1.2. Tareas.....	5
2. EQUIPAMIENTO Y SISTEMA UTILIZADO COMO LOGÍSTICA	9
2.1. Equipamiento utilizado	9
2.2. Movilidad y Logística	10
3. PROCESAMIENTO DE DATOS Y GENERACIÓN DE MDT	11

FIGURAS


FIGURA 1 – DETALLE DE ÁREA A RELEVADA REPRESA NK.....	3
FIGURA 2 – DETALLE DE ÁREA A RELEVADA REPRESA NK.....	4
FIGURA 3 – ÁREA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE OBRAS PERMANENTES - REPRESA NK.....	5
FIGURA 4 – PUNTO FIJO 250S - REPRESA NK	6
FIGURA 5 – PUNTO FIJO 250S - REPRESA NK	8
FIGURA 6 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R5.....	9
FIGURA 7 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R4.....	9
FIGURA 8 – MOVILIDAD HILUX 4X4	10
FIGURA 9 – MOVILIDAD SAVEIRO APOYO LOGISTICO	10

TABLAS

TABLA 1 – SAP NESTOR KIRCHNER.....	5
TABLA 2 – COPORDENADAS RED SAP – REPRESA PTE. DR. NÉSTOR KIRCHNER	6
TABLA 3 – PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN NK	7
TABLA 4 – COORDENADAS PROYECTADAS NK	7

ANEXOS

ANEXO 1 – ARCHIVOS CRUDOS GPS NK – INFORME DE CALIDAD PUNTOS N.K.
ANEXO 2 – MODELO DIGITAL DE TERRENO Y PUNTOS- NK

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 07-09-16 Página: 3 de 13
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. Nº NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

1. OBJETO DEL TRABAJO

La presente documentación tiene por objeto definir el alcance y explicitar los requerimientos técnicos utilizados para la ejecución de trabajos topográficos que se detallarán a continuación, ubicados en el área de emplazamiento de la obra principal Represa Pte. Néstor Kirchner y en el área perimetral a la anterior.

Estas áreas se encuentran circunscriptas dentro de un polígono general de emplazamiento de las obras permanentes de coordenadas Geográficas tal como se indica a continuación.

Según 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;

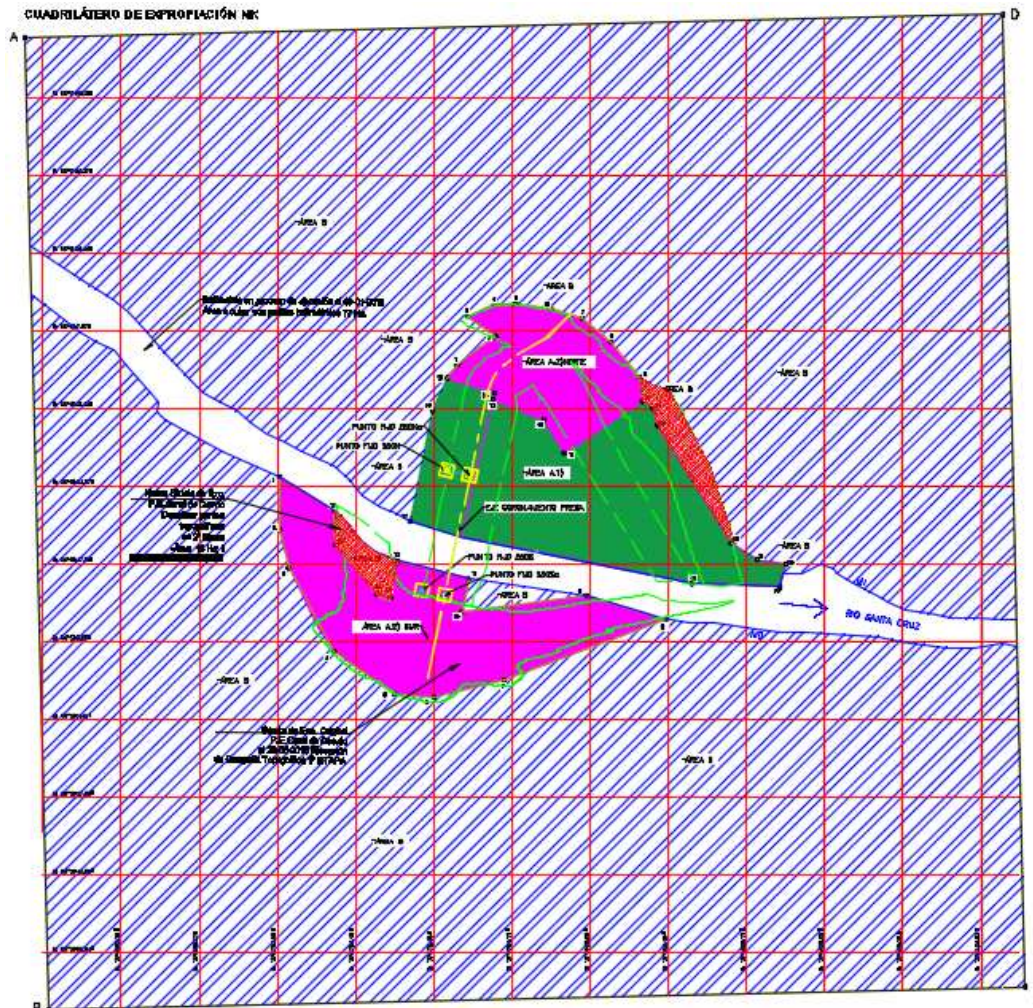



Figura 1 – Detalle de Área a relevada Represa NK

Información técnica geográfica mediante el sistema POSGAR '07. Provincia de Santa Cruz - República Argentina.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 07-09-16 Página: 4 de 13
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001




<p>Puntos Fijos Eje de la Presa</p> <p>250 N Coordenada Geográfica- Latitud: S50°12'31.16601"; Longitud: O70°47'01.66354" Coordenada Plana - MERCATOR TRANSVERSA - N:49963.935; E:19372.139 Red Nacional POSGAR '07</p> <p>250 S Coordenada Geográfica- Latitud: S50°12'51.08676"; Longitud: O70°47'08.86121" Coordenada Plana - MERCATOR TRANSVERSA - N:49348.404; E:19229.504 Red Nacional POSGAR '07</p> <p>REFERENCIAS:</p> <p> ÁREA A.2) 125 Ha Grilla 10x10m en Gral. En aquellos sectores que se requiera densificar puntos se planteará una grilla de 6x6m</p> <p> ÁREA A.1) 109 Ha Grilla 20x20m en Gral. En aquellos sectores que se requiera densificar puntos se planteará una grilla de 10x10m.</p> <p> ÁREA B) 2189 Ha Grilla de 100x100m.</p>

Figura 2 – Detalle de Área a relevada Represa NK

Los relevamientos están destinados al diseño de las obras permanentes. Así mismo los relevamientos incluyen perfiles longitudinales, transversales, puntos de relevamiento de entrada y salida de cursos de agua existentes, caminos y/o huellas existentes, puntos característicos del terreno, de manera tal de obtener como producto final un Modelo Digital de Terreno representativo de las zonas relevadas, acorde a la precisión y detalle requeridos que se expondrán en los siguientes incisos del presente.

El error de precisión admisible en X, Y en las mediciones fué de +/- 5 cm. Éste se controló a través de los informes de pos procesamiento que se adjuntan como ANEXO 2 - INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS NK.

1.1. Alcance

Los trabajos topográficos correspondientes ejecutados son:

- 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 ó fuera de la A)


	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 07-09-16 Página: 5 de 13
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001



Figura 3 – Área Zona de Implantación de Obras Permanentes - Represa NK

1.2. Tareas


Para la ejecución de dichas tareas se utilizaron como base el Informe Final del Sistema Geodésico y Geofísico de Apoyo, realizado por la Consultora Del Bianco, que determinó los valores de los Puntos Fijos a utilizar para todos los relevamientos según se detalla:

Tabla 1 – SAP Nestor Kirchner

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. **12,416**

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

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 07-09-16 Página: 6 de 13
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

Las coordenadas de los vértices de los polígonos a relevar, se encuentran proyectadas a coordenadas planas de acuerdo al sistema de proyección indicado en el documento general GE-A.CV-MT.TP(OG-00-00)P001-0B Memoria Técnica Sistema Geodésico y Geofísico de Apoyo. Red SAP.

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 será de +/-0.05 m.

Con los datos la topografía levantada, se construyó el MDT, en formato CivilCAD y AutoCAD 2012, una malla de referencia para realizar en un futuro el replanteo de la obra y se acompaña con la planilla de puntos relevados, indicando las coordenadas planas x, y, altura y designación.

Puntos Fijos usados para todos los relevamientos 250N y 250S, según la zona donde se tenía mejor acceso y disponibilidad de puntos.

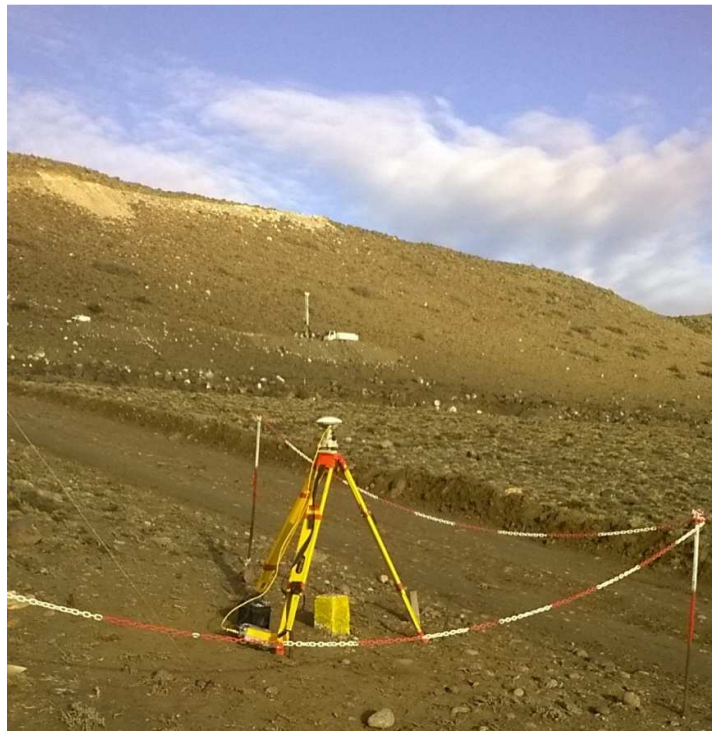



Figura 4 – Punto Fijo 250S - Represa NK

El levantamiento en presa NK debe estar “amarrado” a los siguientes puntos fijos existentes 250N y 250S

Tabla 2 – Copordenadas Red SAP – Represa Pte. Dr. Néstor Kirchner

250S: Latitud S50°12'51.08676" ; Longitud O70°47'0 8.86121" ; Altura elipsoidal 140.214 250N: Latitud S50°12'31.16601" ; Longitud O70°47' 01.66354" ; Altura elipsoidal 133.979
--

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 07-09-16 Página: 7 de 13
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

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.

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

Tabla 3 – Parámetros de Transformación NK

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

Tabla 4 – Coordenadas Proyectadas NK

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

Sistema y Marco de Referencia

Sistema de Referencia: Global **WGS'84** ¹

Marco de Referencia: Red Nacional **POSGAR 2007** ²

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

¹ WGS'84: Sistema de Referencia Geocéntrico Universal World Geodetic System (WGS) parámetros del elipsoide referidas al año 1984.-

² POSGAR 2007: Marco de Referencia Nacional denominado Posiciones Geodésicas Argentinas referidas al año 2007.-



	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0</p> <p>Fecha: 07-09-16</p> <p>Página: 8 de 13</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001</p>



Figura 5 – Punto Fijo 250S - Represa NK

Codificación de los puntos utilizados

- TN – Terreno Natural
- HU – Huella
- BC – Borde Camino
- AL – Alambrado
- ALQ – Alambrado Esquinero
- BR – Borde Rio
- LQ – Línea de Quiebre
- PE – Perforación

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0</p> <p>Fecha: 07-09-16</p> <p>Página: 9 de 13</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001</p>

2. EQUIPAMIENTO Y SISTEMA UTILIZADO COMO LOGÍSTICA

2.1. 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 posprocesamiento de los datos, en una cantidad de 1 Base y (tres equipos móviles).-



Figura 6 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R5

Tecnología Trimble R-Track™.

- Chip GNSS Avanzado Trimble Maxwell™ para levantamientos personalizados
- Correlator múltiple de alta precisión para mediciones de pseudorange GNSS
- Datos de medición de pseudorange sin filtrar ni afinar para obtener una correlación de dominios de baja duración, baja cantidad de errores multitrayecto y bajo nivel de ruido, con una alta respuesta dinámica
- Mediciones de fase de portadora GNSS con muy bajo nivel de ruido y una precisión de <1 mm en un ancho de banda de 1 Hz
- Relaciones de señal a ruido informadas en dB-Hz
- Probada tecnología de rastreo de baja elevación Trimble
- 72 canales:
 - Código C/A GPS L1, L2C, Portadora de Ciclo Completo L1/L2
 - Código C/A GLONASS L1 C/A, Código P L1, Código P L2, Portadora de Ciclo Completo L1/L2
- 4 canales SBAS WAAS/EGNOS

Static GNSS surveying (GPS + GLONASS)

Horizontal. ± 3 mm + 0.1 ppm RMS

Vertical.. ± 3.5 mm + 0.4 ppm RMS




Figura 7 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R4

- Avanzado chip Trimble Maxwell 6 GNSS topográfico personalizado con 220 canales
- Tecnología Trimble R-Track
- Correlacionador múltiple de alta precisión para mediciones GNSS de pseudodistancia
- Medidas de pseudodistancia brutas, sin filtrar ni suavizar, que generan resultados con poco 'ruido', error por trayectoria múltiple bajo, correlación total muy rápida y alta respuesta dinámica
- Medidas de fase de portadora GNSS de muy bajo nivel de ruido y una precisión de <1 mm en un ancho de banda de 1 Hz
- Relación Señal-Ruido en dB-Hz
- Probada tecnología de rastreo de baja elevación de Trimble
- Señales de satélite que se rastrean simultáneamente:
 - GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E
 - GLONASS:: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3
 - SBAS: L1C/A
 - Galileo: E1, E5A, E5B
 - BeiDou (COMPASS): B1, B2
- SBAS: QZSS, WAAS, EGNOS, GAGAN
- Velocidad de posicionamiento: 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz, y 10 Hz

Static GNSS surveying (GPS + GLONASS)

Horizontal. ± 3 mm + 0.1 ppm RMS

Vertical.. ± 3.5 mm + 0.4 ppm RMS

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 07-09-16 Página: 10 de 13
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

2.2. Movilidad y Logística

Se utilizaron movilidades: 4x4 tipo Hilux, Saveiro preparadas para topografía de alto rendimiento, y características de control satelital (Micro Track), con personal capacitado a tal efecto.-

En aquellas zonas de difícil acceso por camioneta, se recorrió a pie.


Para la logística se utilizó para la Represa NK, apoyada desde la Localidad de El Calafate, distante 105Km, se realizó todas las tareas en formato día completo de relevamiento, aprovechando las pocas horas de luz existentes en esta época del año.-



Figura 8 – Movilidad Hilux 4x4



Figura 9 – Movilidad Saveiro Apoyo logístico

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 07-09-16 Página: 11 de 13
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001

3. PROCESAMIENTO DE DATOS Y GENERACIÓN DE MDT

Las tareas de procesamiento de los datos obtenidos, se realizó al día a día, para ir controlando la precisión de todos los puntos relevados y planificando la siguiente campaña.

Para el cálculo de pos procesamiento y determinación de la calidad de los Puntos relevados se utilizó el Software Trimble Business Center, Versión 3.50 con Licencia ID 2074276145, a nombre de MODULO TRES S.A.-

Cada relevamiento se le realizó el Control de Calidad de puntos y se generó el reporte, los mismos se adjuntan en el DVD según Anexo2.-

Una vez procesado se generaron los listado de puntos definitivos.

El tiempo de ejecución de los trabajos arrancó el 23/05/2015 y terminó el 31/08/2015, en los listados de puntos se describe cada día relevado y además desde qué Punto Fijo fue tomado (SUR/NORTE).-

Ejemplo de archivo: 20150523NK-SUR.csv

Queda establecido que se realizó el 23/05/2015 en la represa NK y desde el Punto 250S.-


El listado completo está adjunto según se detalla en el Anexo 3.-

Se contabilizó un total de **120.227 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, con Licencia y Suscripción Original a Nombre de MODULO TRES S.A. y guardado en versión 2012.

El producto final obtenido se plasmó en el archivo: **MDT NK r5.dwg**

En archivo digital se adjunto en el Anexo 3.-


	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0</p> <p>Fecha: 07-09-16</p> <p>Página: 12 de 13</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001</p>

ANEXO 1 – ARCHIVOS CRUDOS GPS NK – INFORME DE CALIDAD PUNTOS N.K.

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“02-Relevamiento NK Nueva Proyección”

“02-Relevamiento NK Nueva Proyección/#Informe de Calidad Puntos NK”

	<p>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA</p> <p>SECRETARIA DE ENERGÍA ELECTRICA</p> <p>SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</p>	<p>Revisión: 0</p> <p>Fecha: 07-09-16</p> <p>Página: 13 de 13</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>NK-A.CV-MT.TP-(OG-01-01)-P001</p>

ANEXO 2 – MODELO DIGITAL DE TERRENO Y PUNTOS- NK

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“02-MDT NK”

“02-MDT NK/PUNTOS NK NUEVO SISTEMA”

NOTAS

--

REFERENCIA

--

NOTAS INSPECCION

--

QUEDA PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN PREVIA AUTORIZACION DE REPRESAS PATAGONIA UTE

0	EMISION PARA APROBACION	06/12/2016	GE	GE	LD	GV
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROYECTÓ	EJECUTÓ	REVISÓ	VERIFICÓ

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA



APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

NOMBRE		FECHA		<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">Represa Pte. Néstor Kirchner</p> <p style="margin: 0;">Obras Civiles – Memoria Técnica</p> <p style="margin: 0;">Topobatimetria Tramo Río Santa Cruz</p>			
EJECUTÓ	GE	29-08-16					
REPRES. TEC.							
		Etapa Proyecto:					
		PB					
		Nivel desarrollo:					
		100					
Pag.	Form.	Esc.	Doc. N°	Rev.			
1/21	A4	s/e	NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001	0			


 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 2 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETO DEL TRABAJO	3
1.1. Desarrollo de las tareas.....	6
2. EQUIPAMIENTO Y SISTEMA UTILIZADO COMO LOGÍSTICA	12
2.1. Equipamiento utilizado	12
2.2. Movilidad y Logística	14
3. PROCESAMIENTO DE DATOS Y GENERACIÓN DE MDT	16

FIGURAS


FIGURA 1 – ESQUEMA TRAMO N°2 DE RÍO SANTA CRUZ RELEVADO - REPRESA NK + AMPLIACION	3
FIGURA 2 – MARGEN IZQUIERDA TRAMO 2 RÍO SANTA CRUZ, PERFIL 24.....	4
FIGURA 3 – MARGEN IZQUIERDA TRAMO 2 AMPLIACIÓN RÍO SANTA CRUZ, PERFIL 44.....	4
FIGURA 4 Y 5 – EJECUCIÓN DE TOPOBATIMETRÍA- PERFIL 30 - VISTA SUR AGUAS ABAJO.-	5
FIGURA 6 – PUNTO FIJO UTILIZADO PARA LOS RELEVAMIENTOS - REPRESA NK.....	6
FIGURA 7 – PERFILES TRANSVERSALES RELEVADOS - NIVELACION GEOMÉTRICA E1 A E38	8
FIGURA 8 – PERFILES TRANSVERSALES RELEVADOS - NIVELACION GEOMÉTRICA AMPLIACIÓN E38 A E45	9
FIGURA 9 – EJECUCIÓN DE NIVELACION GEOMÉTRICA MARGEN DERECHA RÍO SANTA CRUZ NK, PERFIL 21	9
FIGURA 10 – EJECUCIÓN DE NIVELACION GEOMÉTRICA MARGEN DERECHA RÍO SANTA CRUZ NK, PERFIL 42 AMPLIACION.....	9
FIGURA 11 – EJECUCIÓN DE RELEVAMIENTO ESTACAS CON GPS RÍO SANTA CRUZ NK, PERFIL 40 AMPLIACION.....	10
FIGURA 12 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R5.....	12
FIGURA 13 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R4.....	12
FIGURA 14 – NIVEL TRIMBLE DINI	13
FIGURA 15 – SONDA STONEX SERIE SDE-28	13
FIGURA 16 – MOVILIDADES 4X4	14
FIGURA 17 – EMBARCACION LIVIANA CASCO RÍGIDO	14
FIGURA 18 – EMBARCACION LIVIANA CASCO SEMIRÍGIDO	15
FIGURA 19 – RELEVAMIENTOS PELO DE AGUA EN REGLA NK	17

TABLAS

TABLA 1 – SAP NESTOR KIRCHNER.....	6
TABLA 2 – COPORDENADAS RED SAP – REPRESA PTE. NÉSTOR KIRCHNER.....	7
TABLA 3 – PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN MERCATOR TRASNVERSA NK	7
TABLA 4 – PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN CÓNICA LAMBERT NK.....	7
TABLA 5 – COORDENADAS PROYECTADAS NK	7
TABLA 6 – COTAS DE NIVELACIÓN AJUSTADAS E10 HASTA E01.....	10
TABLA 7 – COTAS DE NIVELACIÓN AJUSTADAS E10 HASTA E45.....	11
TABLA 8 – MEDICIONES DE COTA DE PELO DE AGUA EN - REGLA NK.....	16

ANEXOS

ANEXO 1 – ARCHIVOS CRUDOS GPS RIO NK
ANEXO 2 – INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS NK
ANEXO 3 – NIVELACIÓN PERFILES TRANSVERSALES – BATIMETRIA - NK
ANEXO 4 – MODELO DIGITAL DE TERRENO Y PUNTOS- NK

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 3 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

1. OBJETO DEL TRABAJO

La presente documentación tiene por objeto explicitar los requerimientos técnicos utilizados para la ejecución de trabajos topográficos y topo-batimétricos que se detallarán a continuación, ubicados en el tramo del Río Santa Cruz, en cercanías del emplazamiento de la obra principal Represa Pte. Néstor Kirchner.

Este tramo se define tal como lo expuesto en el informe antecedente de alcance GE-A.CV-ET.TP-(OG-02-02)-P001-0D:

“Tramo Río Santa Cruz N°2: Represa Pte. Néstor Kirchner, longitud a relevar de 8 Km”.

“Ampliación Tramo N°2: Pedido de Inspección a través de Nota de Calificación N° 001-GE-OG-TP Longitud: 8Km adicionales aguas abajo del tramo 2 original”.

La información técnica geográfica utilizada es mediante el sistema POSGAR '07. Provincia de Santa Cruz - República Argentina.

El eje del perfil topo-batimétrico relevado presenta una longitud total de 16 kilómetros totales aproximadamente, 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”.

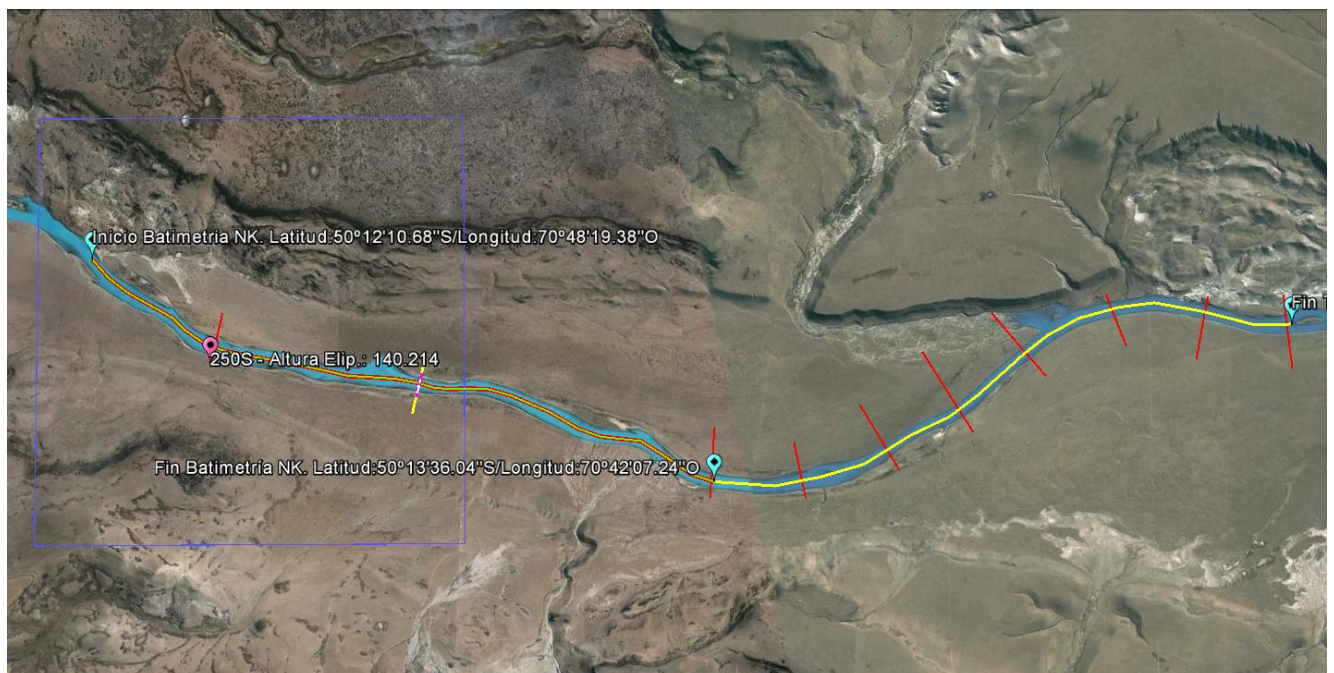


Figura 1 – Esquema Tramo N°2 de río Santa Cruz relevado - Represa NK + Ampliacion



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0
Fecha: 06/12/2016
Página: 4 de 21

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°
NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001



Figura 2 – Margen Izquierda Tramo 2 Río Santa Cruz, Perfil 24.



Figura 3 – Margen Izquierda Tramo 2 Ampliación Río Santa Cruz, Perfil 44.



 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 5 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001



Figura 4 y 5 – Ejecución de Topobatimetría- Perfil 30 - Vista Sur aguas abajo.-

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, acorde al grado de precisión y detalles requeridos en el informe de alcances de trabajos (GE-A.CV-ET.TP-(OG-02-02)-P001-0D).

El error de precisión admisible en X, Y en las mediciones resultó de +/- 5 cm. Éste se controló a través de los informes de post-procesamiento que se adjuntan como ANEXO 2 “*INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS RIO NK*”

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 6 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

1.1. 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, tal como:

Tabla 1 – SAP Nestor Kirchner

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. **12,416**

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

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 la topografía levantada se construyo luego en gabinete, el MDT (Modelo Digital del Terreno) en formato CivilCAD y AutoCAD, y se acompaña la planilla de puntos relevados, indicando las coordenadas planas x, y, altura y designación.

Los Puntos Fijos usado para todos los relevamientos fue 250S y 250N.-

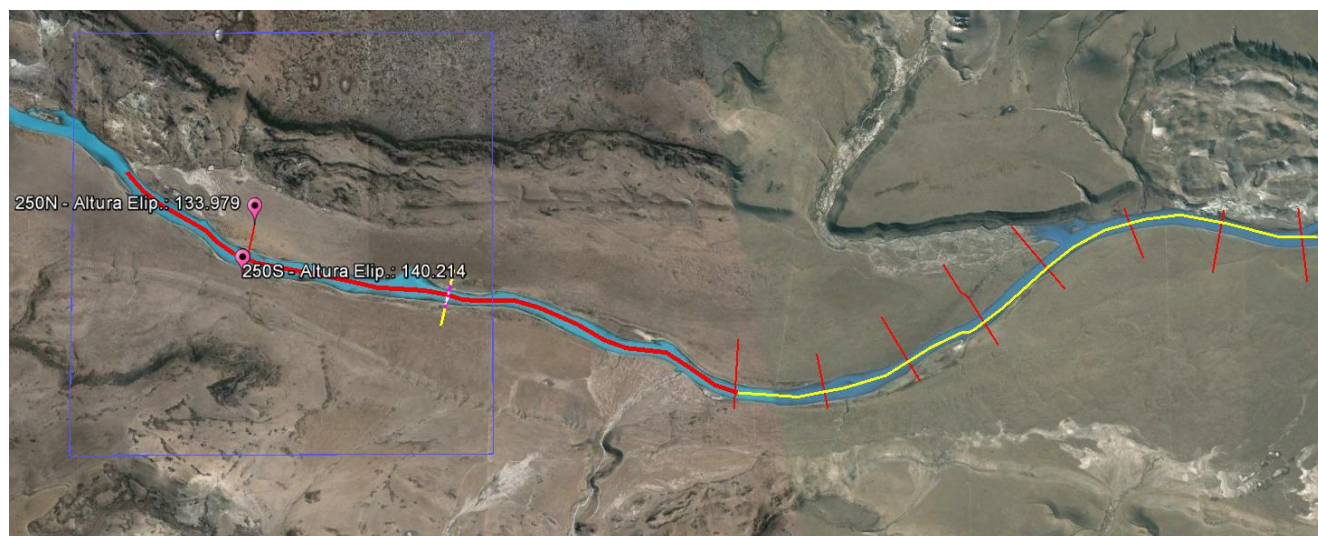



Figura 6 – Punto Fijo Utilizado para los relevamientos - Represa NK

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 7 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

Sistema y Marco de Referencia

Sistema de Referencia: Global **WGS'84** ¹

Marco de Referencia: Red Nacional **POSGAR 2007** ²

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

Tabla 2 – Copordenadas Red SAP – Represa Pte. Néstor Kirchner

250S : Latitud S50°12'51.08676" ; Longitud O70°47'08.86121" ; Altura elipsoidal 140.214 250N : Latitud S50°12'31.16601" ; Longitud O70°47'01.66354" ; Altura elipsoidal 133.979
--

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

Tabla 3 – Parámetros de Transformación Mercator Trasnversa NK

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

Proyección Conforme Cónica de Lambert , cuyos parámetros que la definen son los siguientes:

Tabla 4 – Parámetros de Transformación Cónica Lambert NK


Latitud de Origen	-50° 10'
Longitud del Meridiano Central	-70° 48'
Paralelo estándar 1	-50° 00'
Paralelo estándar 2	-50° 20'
Falso norte	700000 m
Falso este	250000 m
Elipsoide de referencia	WGS84

Tabla 5 – Coordenadas Proyectadas NK

Vertice – Punto Fijo PF	Mercator Transversa		Lambert	
	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
250S	49348.404	19229.504	694713.690	251013.918
250N	49963.935	19372.139	695329.171	251156.758

¹ WGS'84: Sistema de Referencia Geocéntrico Universal World Geodetic System (WGS) parámetros del elipsoide referidas al año 1984.-

² POSGAR 2007: Marco de Referencia Nacional denominado Posiciones Geodésicas Argentinas referidas al año 2007.-

 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 8 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

Codificación de los puntos utilizados

- TN – Terreno Natural
- HU – Huella
- BC – Borde Camino
- AL – Alambrado
- ALQ – Alambrado Esquinero
- BR – Borde Rio
- LQ – Línea de Quiebre
- PE – Perforación
- PA – Pelo de Agua
- PF – Punto Fijo

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).

Nivelación Geométrica

Se colocaron estacas de madera dura, en correspondencia con los **45 (Cuarenta y Cinco)** 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 una de las estacas, según se detalla en el ANEXO 3 “*NIVELACIÓN PERFILES TRANSVERSALES-BATIMETRIA NK*”

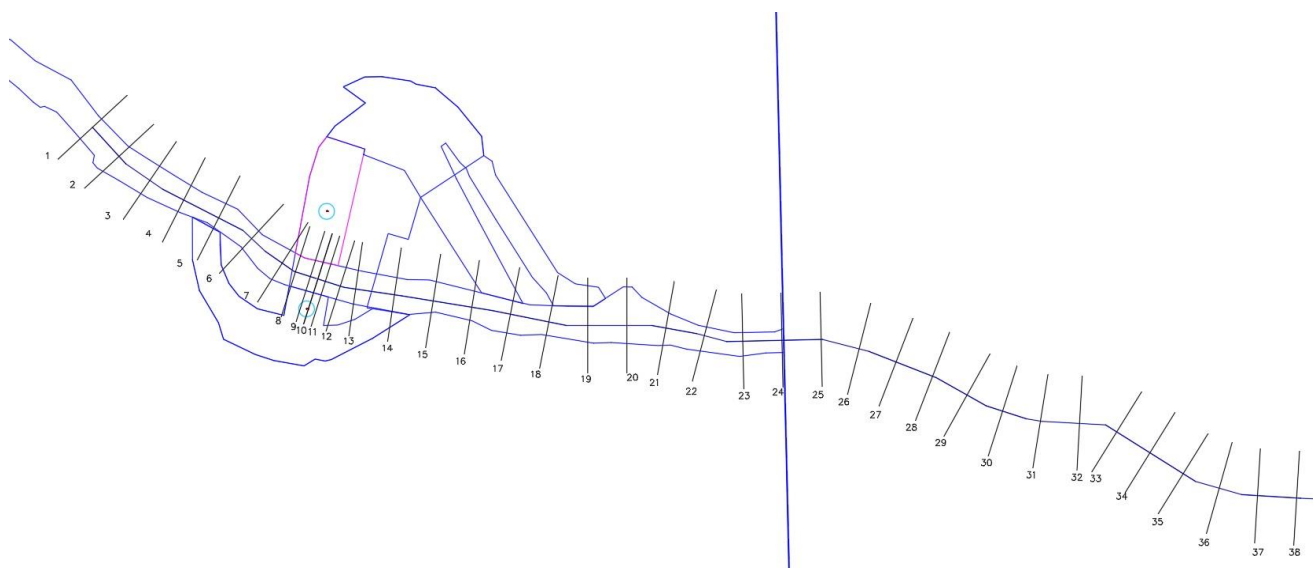


Figura 7 – Perfiles Transversales relevados - Nivelacion Geométrica E1 a E38



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0
Fecha: 06/12/2016
Página: 9 de 21

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°
NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

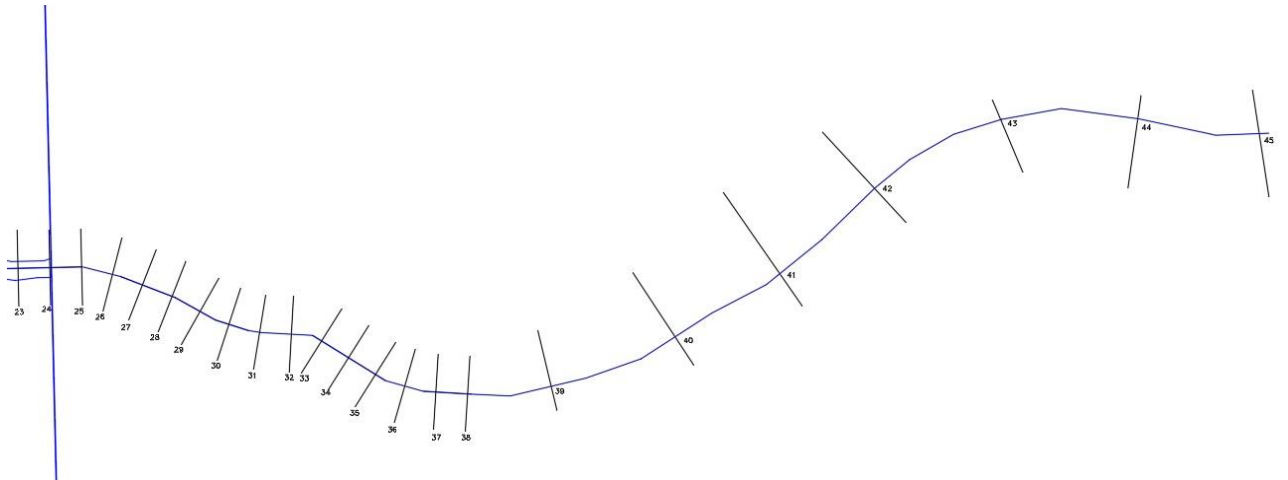



Figura 8 – Perfiles Transversales relevados - Nivelacion Geométrica Ampliacion E38 a E45



Figura 9 – Ejecución de Nivelacion Geométrica Margen Derecha Río Santa Cruz NK, Perfil 21.



Figura 10 – Ejecución de Nivelacion Geométrica Margen Derecha Río Santa Cruz NK, Perfil 42 Ampliacion.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 10 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

Resúmen Nivelación Geométrica

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** y se obtuvieron los siguientes resultados.-

Tabla 6 – Cotas de Nivelación Ajustadas E10 hasta E01

Nro	COTA NIVELADA	DESCRIPCIÓN	COTA GPS	AJUSTE
1	127.7978	PF 250S	127.798	0.0000
2	118.5378	E10	118.473	0.0648
3	118.6473	E09	118.592	0.0553
4	118.8247	E08	118.774	0.0507
5	118.7859	E07	118.740	0.0459
6	118.7320	E06	118.694	0.0380
7	118.7916	E05	118.754	0.0376
8	118.7514	E04	118.713	0.0384
9	120.1763	E03	120.149	0.0273
10	120.3467	E02	120.311	0.0357
11	120.4362	E01	120.412	0.0242

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** y se obtuvieron los siguientes resultados.-



Figura 11 – Ejecución de Relevamiento Estacas con GPS Río Santa Cruz NK, Perfil 40 Ampliación.



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0
Fecha: 06/12/2016
Página: 11 de 21

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC


Doc. N°

NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

Tabla 7 – Cotas de Nivelación Ajustadas E10 hasta E45

Nro	COTA NIVELADA	DESCRIPCIÓN	COTA GPS	AJUSTE
1	118.5378	E10	118.473	0.0648
2	118.5228	E11	118.462	0.0608
3	118.7192	E12	118.660	0.0592
4	118.3635	E13	118.298	0.0655
5	118.4815	E14	118.413	0.0685
6	118.3648	E15	118.286	0.0788
7	118.0231	E16	117.943	0.0801
8	117.7146	E17	117.625	0.0896
9	118.3261	E18	118.202	0.1241
10	117.9769	E19	117.867	0.1099
11	117.8083	E20	117.704	0.1043
12	117.4824	E21	117.375	0.1074
13	117.6696	E22	117.534	0.1356
14	116.8625	E23	116.720	0.1425
15	117.4641	E24	117.311	0.1531
16	117.2394	E25	117.087	0.1524
17	116.4207	E26	116.266	0.1547
18	115.9521	E27	115.796	0.1561
19	115.9351	E28	115.751	0.1841
20	116.1554	E29	115.965	0.1904
21	115.7709	E30	115.578	0.1929
22	117.2272	E31	117.028	0.1992
23	116.6084	E32	116.413	0.1954
24	115.8966	E33	115.683	0.2136
25	114.5091	E34	114.299	0.2101
26	115.6775	E35	115.446	0.2315
27	115.2695	E36	115.019	0.2505
28	115.1373	E37	114.889	0.2483
29	116.0644	E38	115.832	0.2324
30	114.6834	E39	114.479	0.2044
31	113.2820	E40	113.091	0.1910
32	112.3978	E41	112.189	0.2088
33	111.9851	E42	111.732	0.2531
34	112.1865	E43	111.922	0.2645
35	111.3406	E44	111.058	0.2826
36	111.1358	E45	110.824	0.3118

Posteriormente se procedió al Ajuste altimétrico 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 **PERFILES Y PF NK RIO r1.dwg**, además se adjuntan los archivos crudos de las nivelaciones, los mismos se adjuntan en el DVD según ANEXO 3 – NIVELACIÓN PERFILES TRANSVERSALES-BATIMETRIA - NK.-

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 12 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

2. EQUIPAMIENTO Y SISTEMA UTILIZADO COMO LOGÍSTICA

2.1. 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 RTK, con sistema GPS-GLONASS, y posprocesamiento de los datos, en una cantidad de 1 Base y (tres equipos móviles).-



Figura 12 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R5

Tecnología Trimble R-Track™.

- Chip GNSS Avanzado Trimble Maxwell™ para levantamientos personalizados
- Correlator múltiple de alta precisión para mediciones de pseudorange GNSS
- Datos de medición de pseudorange sin filtrar ni afinar para obtener una correlación de dominios de baja duración, baja cantidad de errores multitrayecto y bajo nivel de ruido, con una alta respuesta dinámica
- Mediciones de fase de portadora GNSS con muy bajo nivel de ruido y una precisión de <1 mm en un ancho de banda de 1 Hz
- Relaciones de señal a ruido informadas en dB-Hz
- Probada tecnología de rastreo de baja elevación Trimble
- 72 canales:
 - Código C/A GPS L1, L2C, Portadora de Ciclo Completo L1/L2
 - Código C/A GLONASS L1 C/A, Código P L1, Código P L2, Portadora de Ciclo Completo L1/L2
- 4 canales SBAS WAAS/EGNOS

Static GNSS surveying (GPS + GLONASS)

Horizontal. ± 3 mm + 0.1 ppm RMS

Vertical.. ± 3.5 mm + 0.4 ppm RMS



Figura 13 – GNSS TRIMBLE L1/L2 - R4

- Avanzado chip Trimble Maxwell 6 GNSS topográfico personalizado con 220 canales
- Tecnología Trimble R-Track
- Correlacionador múltiple de alta precisión para mediciones GNSS de pseudodistancia
- Medidas de pseudodistancia brutas, sin filtrar ni suavizar, que generan resultados con poco 'ruido', error por trayectoria múltiple bajo, correlación total muy rápida y alta respuesta dinámica
- Medidas de fase de portadora GNSS de muy bajo nivel de ruido y una precisión de <1 mm en un ancho de banda de 1 Hz
- Relación Señal-Ruido en dB-Hz
- Probada tecnología de rastreo de baja elevación de Trimble
- Señales de satélite que se rastrean simultáneamente:
 - GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E
 - GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3
 - SBAS: L1C/A
 - Galileo: E1, E5A, E5B
 - BeiDou (COMPASS): B1, B2
- SBAS: QZSS, WAAS, EGNOS, GAGAN
- Velocidad de posicionamiento: 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz, y 10 Hz

Static GNSS surveying (GPS + GLONASS)

Horizontal. ± 3 mm + 0.1 ppm RMS

Vertical.. ± 3.5 mm + 0.4 ppm RMS


 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 13 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001



Figura 14 – Nivel TRIMBLE DiNi

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 $\pm 0.1\text{mm}$.**

Este instrumento elimina automáticamente los errores de lectura, de apunte y de transcripción de datos.

Trimble DiNi 0,7 mm por km

Medición electrónica

Mira invar precisa con escala codificada. 0,7 mm

Mira estándar con escala codificada. 1,3 mm

Medición visual. 2,0 mm

Medición de distancias

Alcance

Medición electrónica. 1,5m–100m

Medición visual. desde 1,3m

Medición electrónica Trimble DiNi 0,7 mm por km

Medición altura de resolución. . . 0,01 mm



Figura 15 – Sonda Stonex Serie SDE-28

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.

PRECISIÓN:

En 200 Khz, $\pm 1\text{ cm}$. (+-) 0.1 % de la profundidad.

Resolución de altura 1cm.

Rango de altura: 0.39 a 220m.-

 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 14 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

2.2. Movilidad y Logística

Se utilizaron movilidades: 4x4 tipo Hilux, RAM 1500 preparadas para topografía de alto rendimiento, y características de control satelital (Micro Track), con personal capacitado a tal efecto.-

En aquellas zonas de difícil acceso por camioneta, se recorrió a pie.

Para la logística se utilizó para la Represa nk, apoyada desde la Localidad de El Calafate, distante 100Km, se realizó todas las tareas en formato día completo de relevamiento.-



Figura 16 – Movilidades 4x4

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 17 – Embarcacion Liviana Casco Rígido



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0
Fecha: 06/12/2016
Página: 15 de 21


APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°
NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001



Figura 18 – Embarcacion Liviana Casco Semirígido

Se selecciona este tipo de embarcación ya que el río Santa Cruz tiene diferentes profundidades cambiantes según el caudal y que en muchos sectores es imposible utilizar embarcaciones de mayor calado sobre todo para la medición de los perfiles en sectores cercanos a la costa donde se producen bancos de depósito de material fino y en ocasiones la posibilidad de encontrar rocas sueltas de gran porte.

	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 16 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

3. PROCESAMIENTO DE DATOS Y GENERACIÓN DE MDT

Las tareas de procesamiento de los datos obtenidos, se realizó al día a día, para ir controlando la precisión de todos los puntos relevados y planificando la siguiente campaña.

Para el cálculo de pos procesamiento y determinación de la calidad de los Puntos relevados se utilizó el Software Trimble Business Center, Versión 3.50 con Licencia ID 2074276145, a nombre de MODULO TRES S.A.-

Cada relevamiento se le realizó el Control de Calidad de puntos y se generó el reporte, los mismos se adjuntan en el DVD según ANEXO 2 - *INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS NK.*

Luego se realizó el ajuste alimétrico según la nivelación geométrica de los **45 (cuarenta y cinco)** perfiles transversales, y una vez procesado se generaron los listado de puntos definitivos, para cada sistema de proyección requeridos.

Medición de Pelo de Agua en Relevamientos

Se determinaron las cotas del Pelo de Agua en el sector de las Regla NK, (ubicada aguas arriba del eje de presa materializado por los puntos fijos 250N y 250S). Para ello, se midió la altura del nivel de pelo de agua del río en la regla (para cada fecha y horario de medición) y se asigno posteriormente la cota IGN.

Tabla 8 – Mediciones de Cota de Pelo de Agua en - Regla NK

Nro	Detalle Lectura	Zona	Cota	Fecha	Hora
1	Pelo de Agua	Regla	115.250	02/09/2015	10:50
2	Pelo de Agua	Regla	115.245	03/09/2015	10:45
3	Pelo de Agua	Regla	114.797	26/09/2015	10:32
4	Pelo de Agua	Regla	114.799	10/10/2015	15:06
5	Pelo de Agua	Regla	114.779	13/10/2015	12:31
6	Sin Lectura	En cada perfil - Estacas		04/11/2015	
7	Sin Lectura	En cada perfil - Estacas		05/11/2015	
8	Pelo de Agua	Regla BATIMETRIA	115.477	09/08/2016	13:58
9	Pelo de Agua	Regla BATIMETRIA	115.484	12/08/2016	13:51
10	Pelo de Agua	Regla BATIMETRIA	115.396	13/08/2016	13:25
11	Pelo de Agua	Regla Adicionales	115.350	15/08/2016	15:56



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0
Fecha: 06/12/2016
Página: 17 de 21

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°

NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001



Figura 19 – Relevamientos Pelo de Agua en Regla NK

El tiempo de ejecución de los trabajos arrancó el 02/09/2015 y terminó el 15/08/2016, en los listados de puntos se describe cada día relevado y además desde qué Punto Fijo fue tomado (SUR 250S).-

Ejemplo de archivo: 20150902aNK-SUR.csv


Queda establecido que se realizó el 02/09/2015 en la represa NK y desde el Punto 250S

El listado completo se adjunta en el ANEXO 4 “MODELO DIGITAL DE TERRENO Y PUNTOS- NK”

Con el listado completo se armó el MDT con el Software Autodesk Civil 3D 2017, con Licencia y Suscripción Original a Nombre de MODULO TRES S.A. y guardado en **versión 2015.-**

El producto final obtenido se plasmó en el archivo: **MDT NK RIO r1.dwg**

En archivo digital se adjunta en el ANEXO 4 “MODELO DIGITAL DE TERRENO Y PUNTOS-NK”


 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 18 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

ANEXO 1 – ARCHIVOS CRUDOS GPS RIO NK

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“01-Archivos Crudos - Relevamiento NK RIO Proyeccion Mercatos Transversa”

“02-Archivos Crudos - Relevamiento NK RIO Proyeccion Lambert”


 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 19 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

ANEXO 2 – INFORME DE CALIDAD DE PUNTOS NK

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“03-Informes de Calidad Puntos NK Mercator Transversa”

“04-Informes de Calidad Puntos NK Lambert”

 REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	Revisión: 0 Fecha: 06/12/2016 Página: 20 de 21
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

ANEXO 3 – NIVELACIÓN PERFILES TRANSVERSALES – BATIMETRIA - NK

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

“05-Archivos Crudos Nivelacion Estacas y Ajuste Altimétrico - NK”

“06-Archivos Crudos Batimetria NK”



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
SUBSECRETARIA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Revisión: 0
Fecha: 06/12/2016
Página: 21 de 21

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

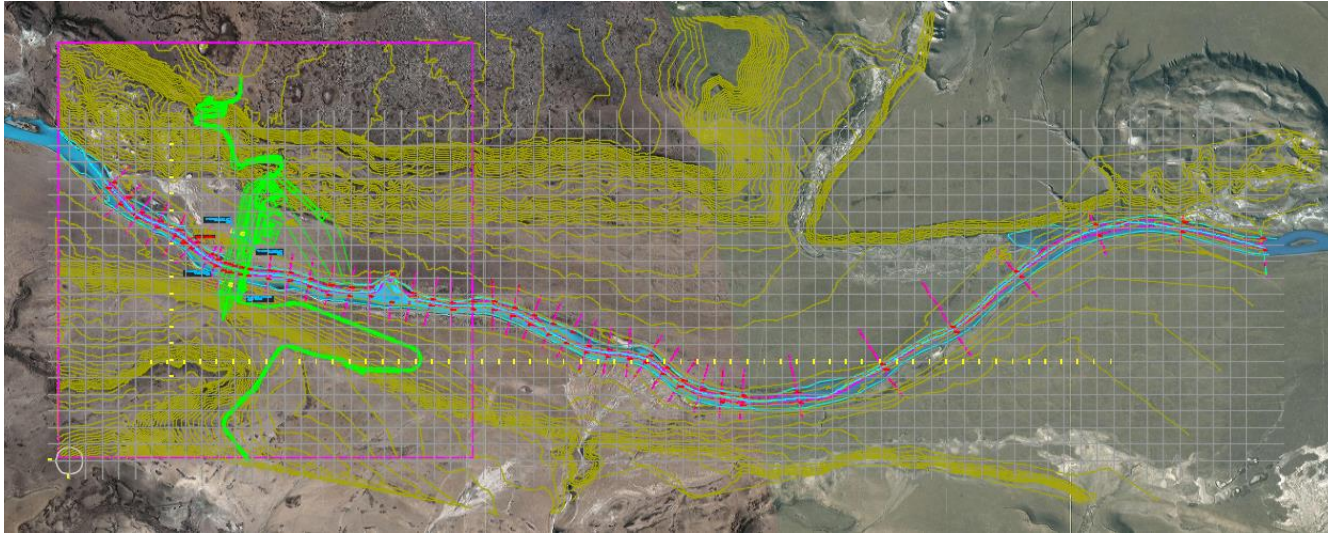
Doc. N°

NK-A.CV-MT.TP-(OG-02-02)-P001

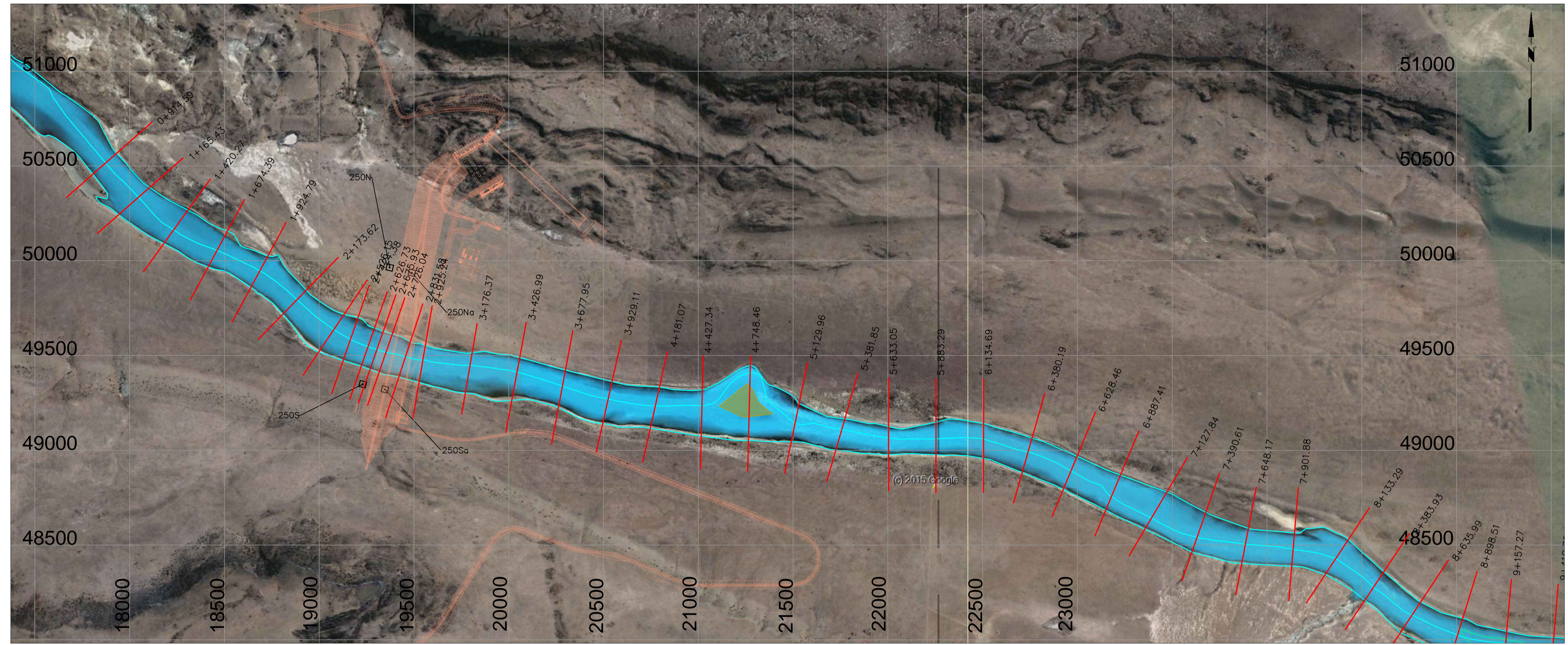
ANEXO 4 – MODELO DIGITAL DE TERRENO Y PUNTOS- NK

Ver archivo de informes en DVD adjunto:

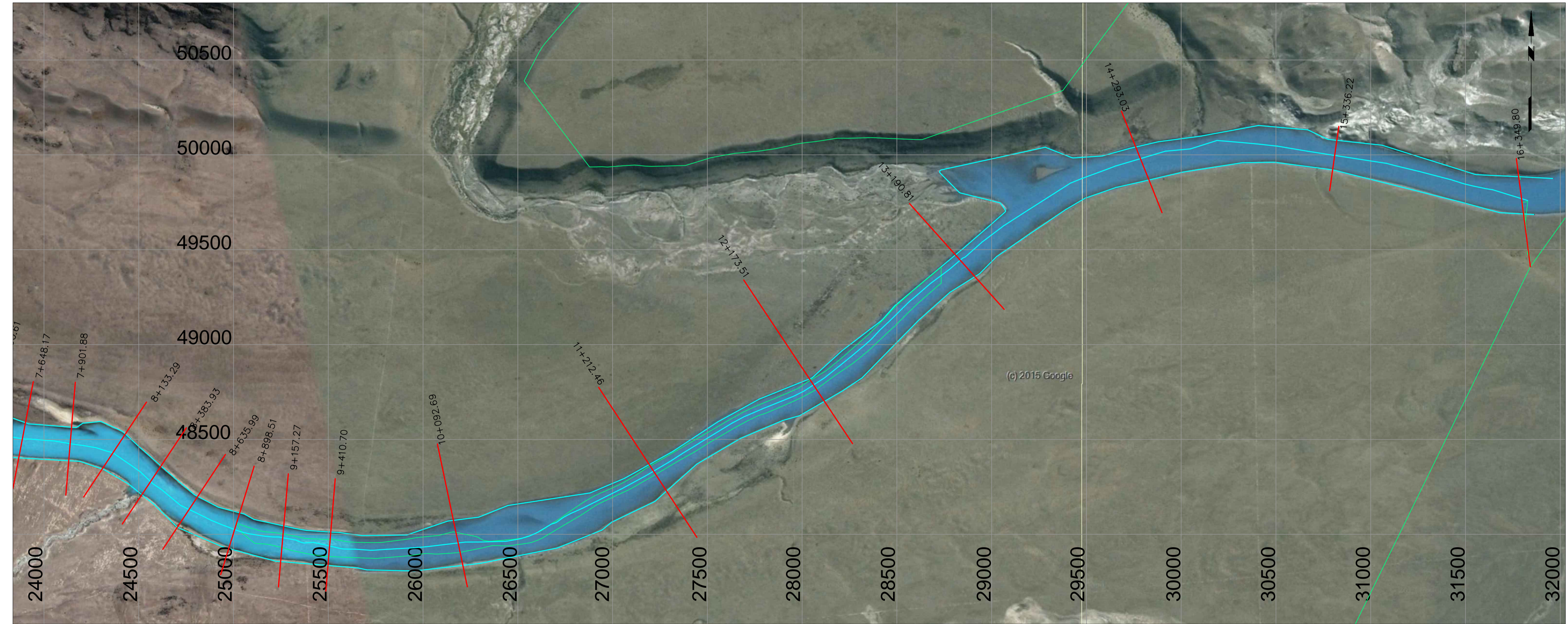
“07-MDT NK RIO Proyeccion Mercator Transversa ”



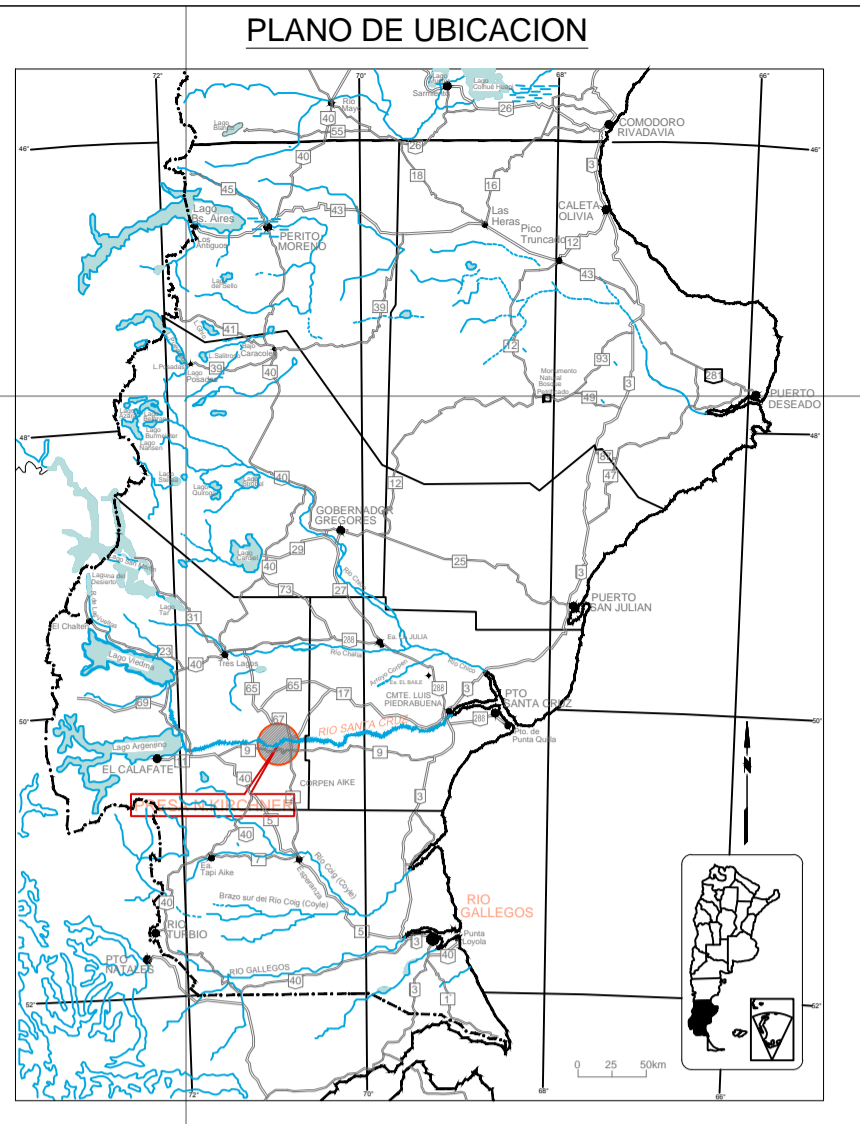
W:\02-Estudios de Ingeniería (设计册) 87-TOPOGRAFIA GENERAL\03-TOPOGRAFIA BATIMETRIA\TOPOGRAFIA P. CAMPANA- Desembocadura-NK-ICPuntos NK\topobatimetria- Ejecucion UTE\Vigente Planos\Topobatimetria- Rta a NC0204- 07-ANDT NK RIO Proyeccion Mercator\ Transversales_01.dwg
 Usuario: c6122016 - 11:12 am
 Drawing file path & name
 User and Plot Date



TRAMO 1



TRAMO 2



NOTAS

- 1 - LAS MEDIDAS Y NIVELES ESTAN EXPRESADAS EN METROS.
- 2 - SISTEMA DE COORDENADAS:

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
- 3 - LAS COTAS ESTÁN REFERIDAS AL "NIVEL CERO" DEL IGM.

PLANOS DE REFERENCIA

NOTAS INSPECCION

0	EMISIÓN PARA APROBACIÓN	06/12/2016	MPC	MPC	GP	GV
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROYECTO	EJECUTO	REVISO	VERIFICÓ

LISTA DE REVISIONES

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA SUBSECRETARÍA DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA		APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	
	REPRESA PTE. NÉSTOR KIRCHNER OBRAS CIVILES-GENERALES PLANO TOPOBATIMETRÍA TRAMO RÍO SANTA CRUZ		
NOMBRE: MPC FECHA: 21/11/2016	OBRA: REPRESA PTE. NÉSTOR KIRCHNER		
ETAPA PROJ: PB NIVEL DESAR: 100	FORM: A1 HOJA: 1/1 ESCALA: 1:10000 PLANO N°: NK-A.CV-PL.TP-(OG-02-02)-P001		
REV: 0	REVISO:		


QUEDA PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN PREVIA AUTORIZACION DE REPRESAS PATAGONIA UTE

NOTAS INSPECCION

QUEDA PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN
PREVIA AUTORIZACION DE REPRESAS PATAGONIA UTE

0E	MOTIVO E	DD-MM-AA	XXX	XXX	XXX	XXX
0D	MOTIVO D	DD-MM-AA	XXX	XXX	XXX	XXX
0C	MOTIVO C	DD-MM-AA	XXX	XXX	XXX	XXX
0B	MOTIVO B	DD-MM-AA	XXX	XXX	XXX	XXX
0A	EMISION ORIGINAL	15-04-15	RJR	AB RM FP	RJR	XXX
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROYECTÓ	EJECUTÓ	REVISÓ	VERIFICÓ

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

 <p>REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE</p>	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">NOMBRE</td> <td style="width: 50%;">FECHA</td> </tr> <tr> <td>EJECUTÓ</td> <td>RJR</td> </tr> <tr> <td>REPRES. TEC.</td> <td></td> </tr> </table>	NOMBRE	FECHA	EJECUTÓ	RJR	REPRES. TEC.		<p>PELIGROSIDAD SISMICA Y VOLCANICA</p> <p>INFORME FINAL</p>				
NOMBRE	FECHA										
EJECUTÓ	RJR										
REPRES. TEC.											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 100%;">Etapa Proyecto:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PB</td> </tr> <tr> <td style="width: 100%;">Nivel desarrollo:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> </table>	Etapa Proyecto:	PB	Nivel desarrollo:	100							
Etapa Proyecto:											
PB											
Nivel desarrollo:											
100											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Pag.</td> <td style="width: 10%;">Form.</td> <td style="width: 10%;">Esc.</td> <td style="width: 50%;">Doc. N°</td> <td style="width: 10%;">Rev.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1/90</td> <td style="text-align: center;">A4</td> <td style="text-align: center;">s/e</td> <td style="text-align: center;">GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001</td> <td style="text-align: center;">OA</td> </tr> </table>	Pag.	Form.	Esc.	Doc. N°	Rev.	1/90	A4	s/e	GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001	OA	
Pag.	Form.	Esc.	Doc. N°	Rev.							
1/90	A4	s/e	GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001	OA							


	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 2 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO	4
1.1. Interpretación sismotectónica.....	4
1.2. Vulcanismo	4
1.3. Sismicidad histórica.....	4
1.4. Relevamiento de sismos instrumentales.....	4
1.5. Formulación de Parámetros Sísmicos.....	5
1.6. Espectros y Acelerogramas compatibles.....	5
2. UBICACIÓN DE LOS EMPLAZAMIENTOS	6
3. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS	7
4. INTERPRETACION SISMOTECTONICA	8
5. VULCANISMO (SÍNTESIS DEL ANEXO 2).....	12
5.1. Localización de volcanes.....	12
5.2. Definición del tipo y fenómenos volcánicos.....	13
5.2.1. Índice de Explosividad Volcánica (VEI)	13
5.3. Riesgos asociados a las características de erupciones	14
5.3.1. Depósito de cenizas	14
5.3.1.1 Vientos predominantes.....	14
5.3.1.2 Alcance de las cenizas	15
5.3.2. Crecidas por la interacción lava-hielo.....	17
6. ANTECEDENTES SISMOLOGICOS	18
6.1. Sismicidad Histórica. Sismos pre-instrumentales (1492-1900).....	18
6.1.1. El sismo de los naufragos del HMS Wager	18
6.1.2. Los sismos de 1879.....	19
6.2. Sismicidad instrumental.....	20
7. FORMULACIÓN DE LOS PARÁMETROS SÍSMICOS	25
7.1. Delimitación de fuentes sísmicas	25
7.2. Definición de leyes de recurrencia	26
7.2.1. Patagonia extrandina (figura 19) FE: Región 9, 146	27
7.2.2. Faja corrida y plegada (Borde Argentino Chileno) (figura 20) FE: Región 9, 145	28
7.2.3. Borde de subducción chileno (figura 21) FE: Región 9, 143-144.....	29
7.2.4. Tierra del Fuego (figura 22) FE: Región 10, 147	30
8. ANALISIS PROBABILISTICO DE LA PELIGROSIDAD SISMICA	31
9. RESULTADOS DEL ANALISIS PROBABILISTICO	34
9.1. Cálculo de probabilidades	34
9.2. Comparación con mediciones zonales.....	35
9.3. Desagregación por distancias y magnitudes.....	35
9.4. Formulación de espectros de riesgo uniforme (UHS)	36
10. ACELEROGRAMAS COMPATIBLES CON LAS FORMAS ESPECTRALES	39
10.1. Componentes horizontales.....	39
10.2. Componentes verticales	39
11. CONCLUSIONES.....	60
12. REFERENCIAS.....	61

FIGURAS

FIGURA 1 – UBICACIÓN DE LAS PRESAS PNK Y GJC.....	6
FIGURA 2 – UBICACIÓN DEL FRENTE PLEGADO Y DEFORMADO CON RELACIÓN AL RÍO SANTA CRUZ (GIACOSA ET AL 2012)	8
FIGURA 3 – MAPA SIMPLIFICADO DE REGIONES SISMOTECTÓNICAS Y SISMOS HISTÓRICOS (PERUCCA Y BASTIAS (2008)	9


	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 3 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001


FIGURA 4 – ESQUEMA DE SUBDUCCIÓN DE LA PLACA ANTARTICA POR DEBAJO DE LA PLACA SUDAMERICANA. (RAMOS, 2005).	10
FIGURA 5 – VELOCIDAD DE DEFORMACIONES GEODESIAS MEDIDAS EN BASE A GPS (GEGD 2014)	10
FIGURA 6 – BOSQUEJO DE LA ESTRATIGRAFÍA, GEOMORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA A LO LARGO DEL RÍO SANTA CRUZ.	11
FIGURA 7 – UBICACIÓN DE VOLCANES ACTIVOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LAS PRESAS.	12
FIGURA 8 – DISTANCIA DE LAS PRESAS NK Y JC A LOS VOLCANES ACTIVOS MÁS IMPORTANTES.	14
FIGURA 9 – DISTRIBUCIÓN DE LOS VIENTOS EN EL SUR ARGENTINO	15
FIGURA 10 – DISTRIBUCIÓN DE PLUMAS DE CENIZA DE GRANDES EXPLOSIONES.	16
FIGURA 11 – CURVAS DE ESPESORES DE CENIZA DE UNA EXPLOSIÓN DEL RÉCLUS	16
FIGURA 12 – UBICACIÓN DEL NAUFRAGIO DEL WAGER, CERCA DE LA TRIPLE UNION DE LAS PLACAS DE NAZCA, ANTARTICA Y SUDAMERICANA	19
FIGURA 13 – SITIOS AFECTADOS POR EL SISMO DE 1879 (MARTINIC 2008).	20
FIGURA 14 – SISMOS REGISTRADOS POR EL USGS, EN CÍRCULOS RELLENOS. OTRAS FUENTES EN ANILLOS.	21
FIGURA 15 – DISTRIBUCIÓN DE HIPOCENTROS PROYECTADOS A LA LATITUD 50°S	23
FIGURA 16 – SISMICIDAD CAPTADA POR ESTACIONES (CUADRADOS) EN EL PERIODO 1997-1998 (ADAROS 2003).	23
FIGURA 17 – REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE FLINN-ENGDAHL	25
FIGURA 18 – UBICACIÓN DE FUENTES SISMOGÉNICAS.	26
FIGURA 19 – RELACIÓN DE RECURRENCIA DE LA PATAGONIA EXTRANDINA.	27
FIGURA 20 – RELACIÓN DE RECURRENCIA DE LA FAJA CORRIDA Y PLEGADA	28
FIGURA 21 – RELACIÓN DE RECURRENCIA DE LA ZONA DE SUBDUCCIÓN CHILENA	29
FIGURA 22 – RELACIÓN DE RECURRENCIA DE TIERRA DEL FUEGO	30
FIGURA 23 – ESQUEMA GENERAL DE DESARROLLO DE PSH (USACE MANUAL EM 1110-2-6050)	32
FIGURA 24 – RESULTADOS DEL CÁLCULO DE PROBABILIDADES. CONDOR: SITIO DE REPRESA PNK. BARRANCA: SITIO DE REPRESA GJC. CALAFATE: EL CALAFATE	34
FIGURA 25 – DESAGREGACIONES EN DISTANCIAS A LA FUENTE Y MAGNITUDES PARA TR 9950	36
FIGURA 26 – ESPECTROS UNIFORMES PARA EL SITIO DE PNK	37
FIGURA 27 – ESPECTROS UNIFORMES PARA EL SITIO DE GJC	38
FIGURA 28 – SELECCIÓN DE ACELEROGRAMAS PARA PNK	41
FIGURA 29 – SELECCIÓN DE ACELEROGRAMAS PARA GJC	51

TABLAS

TABLA 1 – PARÁMETROS QUE DEFINEN EL INDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA	13
TABLA 2 – REGISTRO DE LOS VOLCANES DEL AVZ	13
TABLA 3 – REGISTRO CUANTIFICACIÓN POTENCIAL CRECIDAS DE LAGOS DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA CRUZ	17
TABLA 4 – SISMOS HISTÓRICOS SIGNIFICATIVOS	18
TABLA 5 – SISMOS INSTRUMENTALES SIGNIFICATIVOS	22
TABLA 6 – RESULTADOS DEL CÁLCULO PROBABILÍSTICA DE PGA, EN GALS (CM/SEG2) Y EN G	34
TABLA 7 – COMPARACIÓN CON LECTURA DE MAPAS DE ZONIFICACIÓN	35
TABLA 8 – VALORES DE LOS ESPECTROS HORIZONTALES PARA EL SITIO DE PNK EXPRESADOS EN G	37
TABLA 9 – VALORES DE LOS ESPECTROS HORIZONTALES PARA EL SITIO DE GJC EXPRESADOS EN G	38
TABLA 10 – RELACIÓN ENTRE LOS COMPONENTES VERTICALES Y HORIZONTALES	39

ANEXOS

ANEXO 1 – LISTADO DEPURADO DE SISMOS
ANEXO 2 – RIESGO VOLCANICO
ANEXO 3 – TECTONICA
ANEXO 4 – DESAGREGACIONES EN DISTANCIA Y MAGNITUDES
ANEXO 5 – ACELEROGRAMAS SELECCIONADOS
ANEXO 6 – ACELEROGRAMAS MODIFICADOS

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 4 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1. Interpretación sismotectónica

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.

1.2. Vulcanismo

En la cordillera patagónica, al oeste de los sitios de emplazamientos, se encuentra la AVZ, zona volcánica austral. Existen varios volcanes activos implantados en los hielos continentales. Cuatro de ellos (Lautaro, Aguilera, Reclus, Burney) corresponden a la cuenca pacífica, mientras que el Viedma corresponde a la cuenca del río Santa Cruz.

En caso de erupción, se pueden generar cenizas volcánicas con potencial de afectar a la cuenca y por lo tanto llegar hasta los embalses.

Los fenómenos térmicos sobre la masa de glaciares pueden generar fusión de hielo y crecidas que afectaran los lagos, sobre todo, el Viedma. El volumen de las fusiones en erupciones extremas puede generar crecidas similares a la ruptura del glaciar Perito Moreno.

1.3. Sismicidad histórica

El conocimiento de la sismicidad histórica (1492-1900) es reducido debido a la escasa ocupación del área por parte de europeos.

Se destacan los eventos sísmicos de 1741 narrados por los naufragos del HMS Wager que se interpreta que corresponde a actividad en la triple unión de placas tectónicas (Nazca, Antártica, Sudamérica).

Asimismo, en 1879 se produjo un gran sismo en Tierra del Fuego, en correspondencia con la falla de Magallanes.

1.4. Relevamiento de sismos instrumentales

Se han relevado catálogos de las principales bibliotecas de eventos sísmicos.

El listado incluye:

CERESIS. Centro Regional de Sismología para América del Sur (Perú)

INPRES. Instituto Nacional de Prevención Sísmica (Argentina).


USGS-NEIC. Servicio Geológico de USA

ISC-GEM. International Seismological Centre. U.K.

IRIS. Incorporated Research Institutions for Seismology. Washington. (USA)

AyEE. Relevamiento realizado durante los fases de proyecto anteriores.

Estos registros se han homogeneizado para analizar las relaciones de recurrencia (Se encuentran listados en el Anexo I)

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS		Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 5 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC		Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

1.5. Formulación de Parámetros Sísmicos

Con el procesamiento de la sismicidad de las distintas fuentes sismogénicas, se determinaron las leyes de recurrencia de Gutenberg y Richter. Con ello fue posible la caracterización de las fuentes de manera de poder emplear sus resultados en el cómputo de la peligrosidad sísmica. Se definieron cuatro regiones sismogénicas y tres fallas individuales, de las cuales la falla de Magallanes es la más importante, aunque distante de los sitios. Los resultados del PSHA para ambos sitios son los expresados en la Tabla 6.


Tabla 6. Resultados del PSHA para ambos sitios

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

1.6. Espectros y Acelerogramas compatibles

El cálculo probabilístico (PSHA) tanto para la aceleración máxima (PGA) como para una serie de decenas de períodos, por lo que se determinaron los espectros uniformes (UHS) de cada sitio. Asimismo, se realizó una desagregación en función de la distancia y magnitud para observar la contribución de las principales fuentes.

Con los espectros definidos para cada uno de los cinco escenarios planteados (TR144, TR475, TR1950, TR4950 y TR9950), se seleccionaron de 3 a 7 acelerogramas compatibles con los mismos, para cada sitio y para cada escenario. En forma adicional, se han modificado un acelerograma de cada sitio de manera ajustarlo con mayor precisión a los espectros calculados.

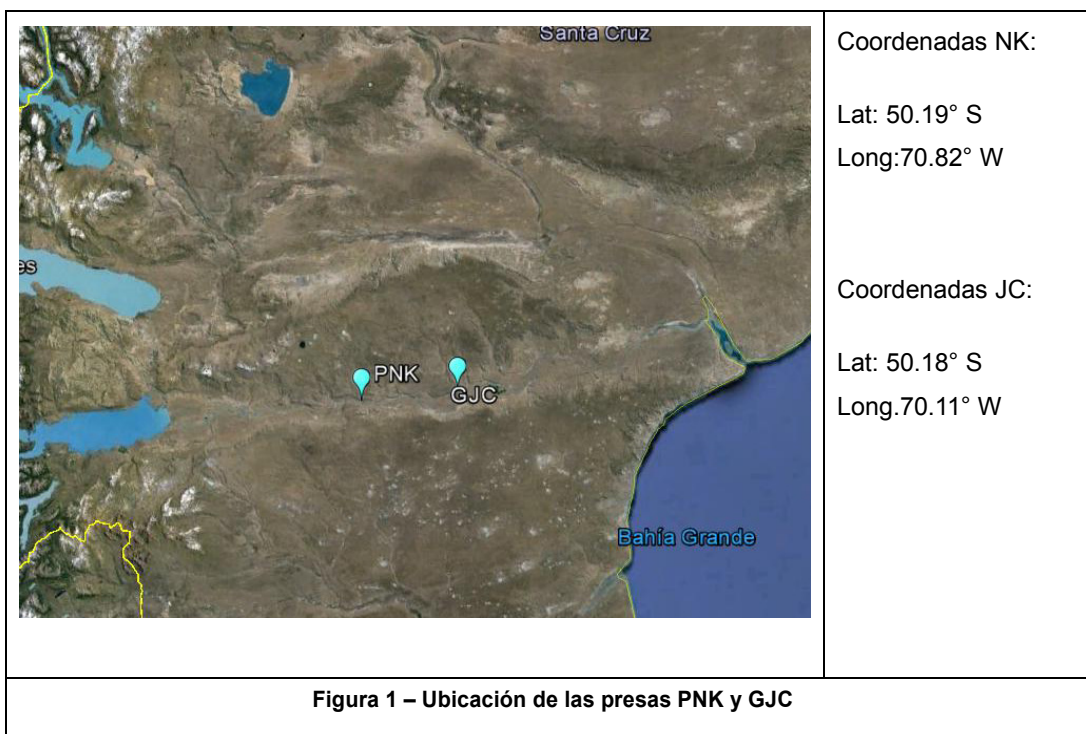
	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 6 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

2. UBICACIÓN DE LOS EMPLAZAMIENTOS

Los aprovechamientos del Río Santa Cruz, RSC, comprenden el dique de embalse Presidente Nestor Kirchner, NK, situado en el sitio Condor Cliff, y el dique de embalse Gobernador Jorge Cepernic, JC, situado en La Barrancosa.


Este sistema se desarrolla en la parte sur de la provincia de Santa Cruz, a 100 y 165 Km. de El Calafate.

En la figura 1 se indica la posición de los diques y sus coordenadas geográficas.



La presa PNK consiste en un cierre conformado en parte por una presa de tipo CFRD que originará un embalse cuyo volumen útil es de 5840 hm³ a cota máxima 180.4 msnm., alcanzando una superficie de embalse de 262 km².

La presa GJC también es de tipo CFRD con una cota de 112.2 msnm., un volumen útil de 3410 hm³ alcanzando una superficie de embalse de 243 km².

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 7 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

3. 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 periodos 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 el 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.

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.

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 8 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

4. INTERPRETACION SISMOTECTONICA

La figura 2 muestra un mapa simplificado de la Patagonia (Giacosa et al 2012).

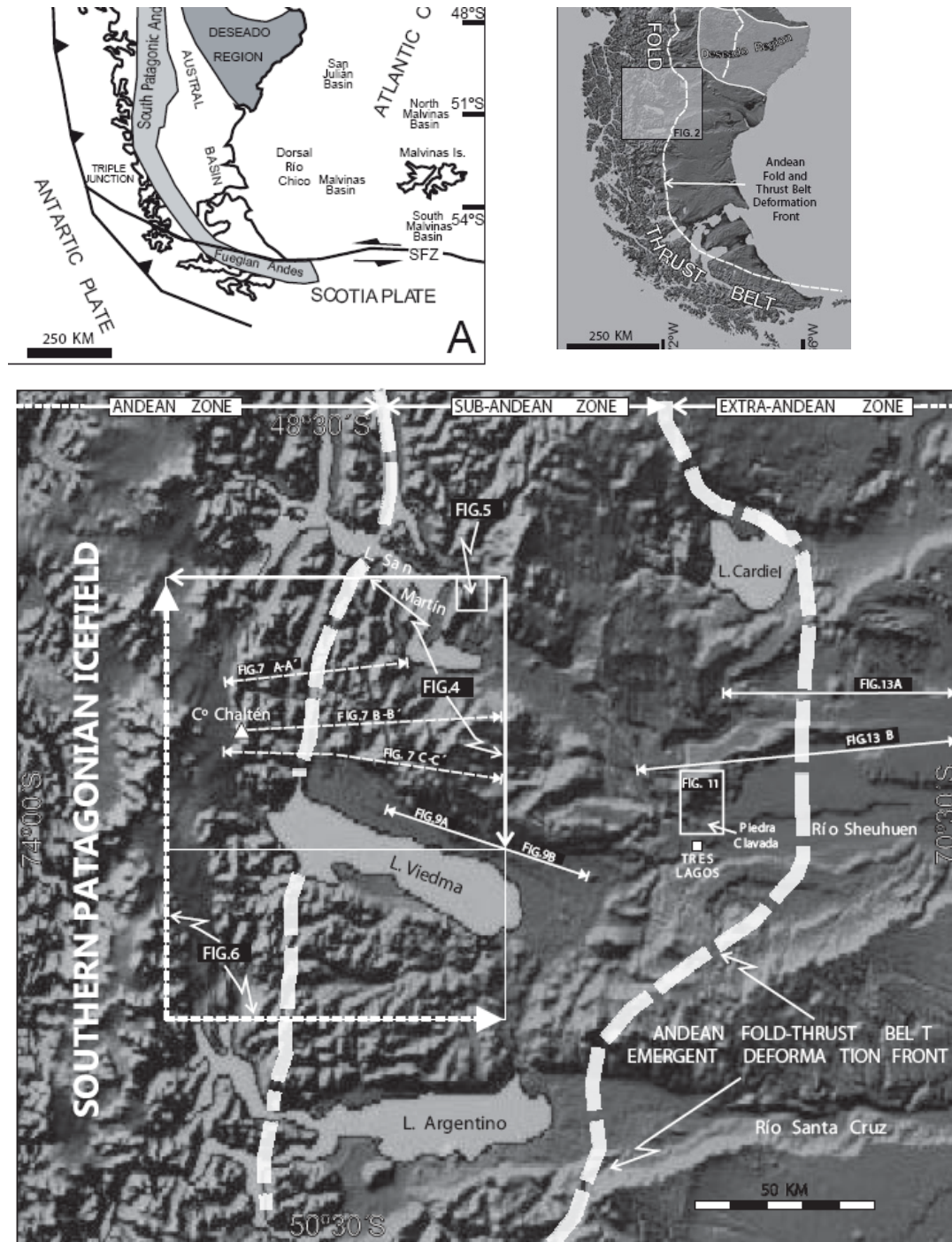



Figura 2 – Ubicación del frente plegado y deformado con relación al río Santa Cruz (Giacosa et al 2012)

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.

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 9 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

En el 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 3).

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

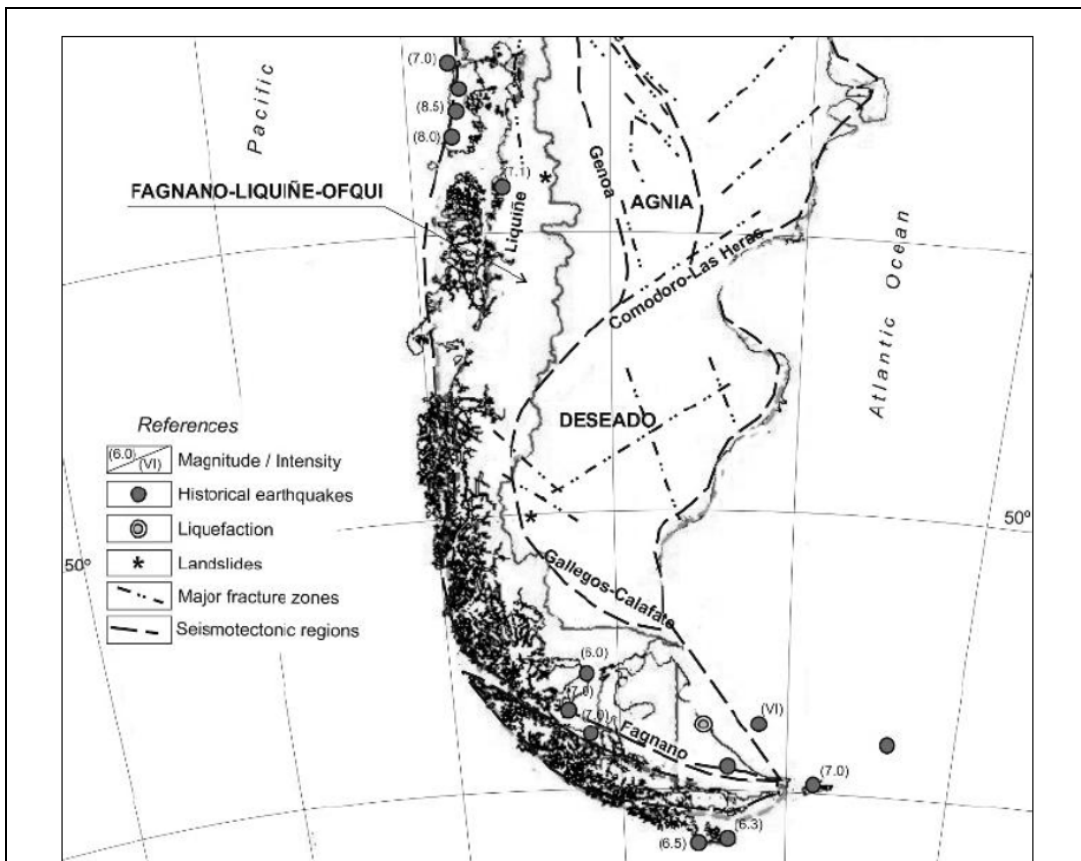



Figura 3 – Mapa simplificado de regiones sismotectónicas y sismos históricos (Perucca y Bastias (2008))

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 4) (Perucca et al 2015).

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 10 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

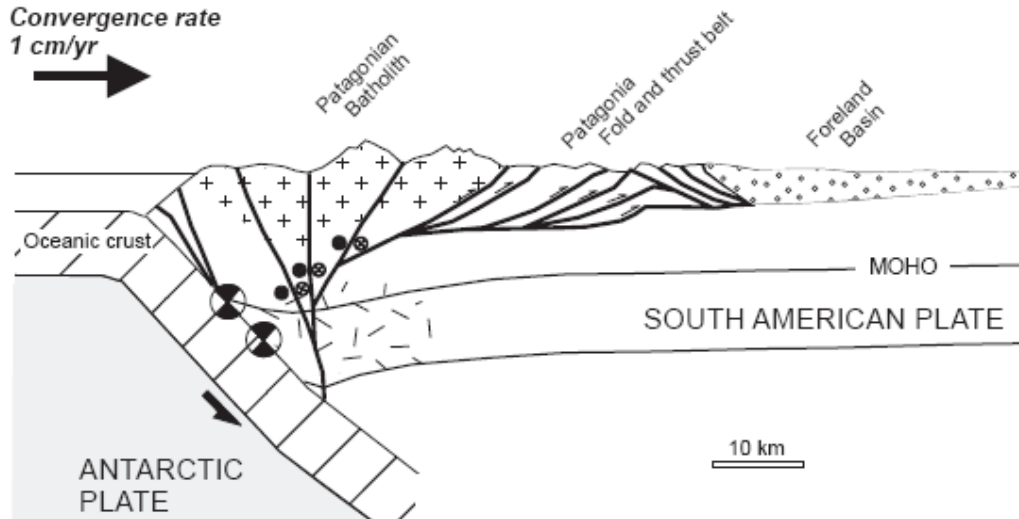


Figura 4 – Esquema de subducción de la placa Antártica por debajo de la placa Sudamericana. (Ramos, 2005).

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 5)

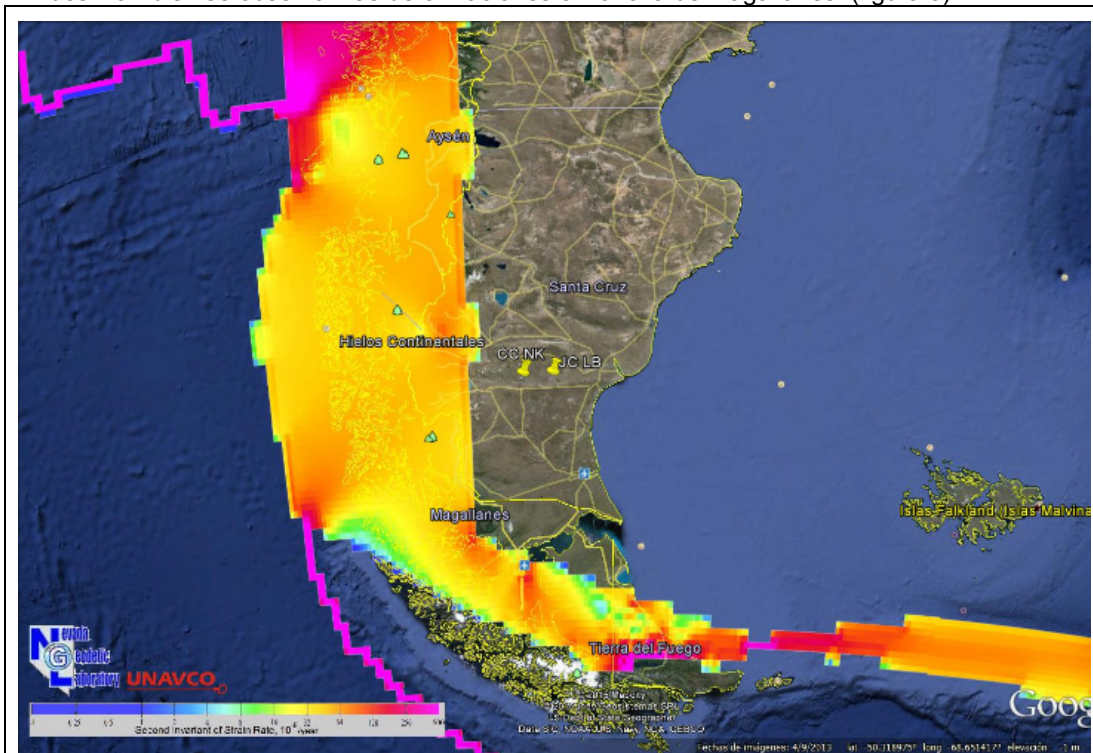

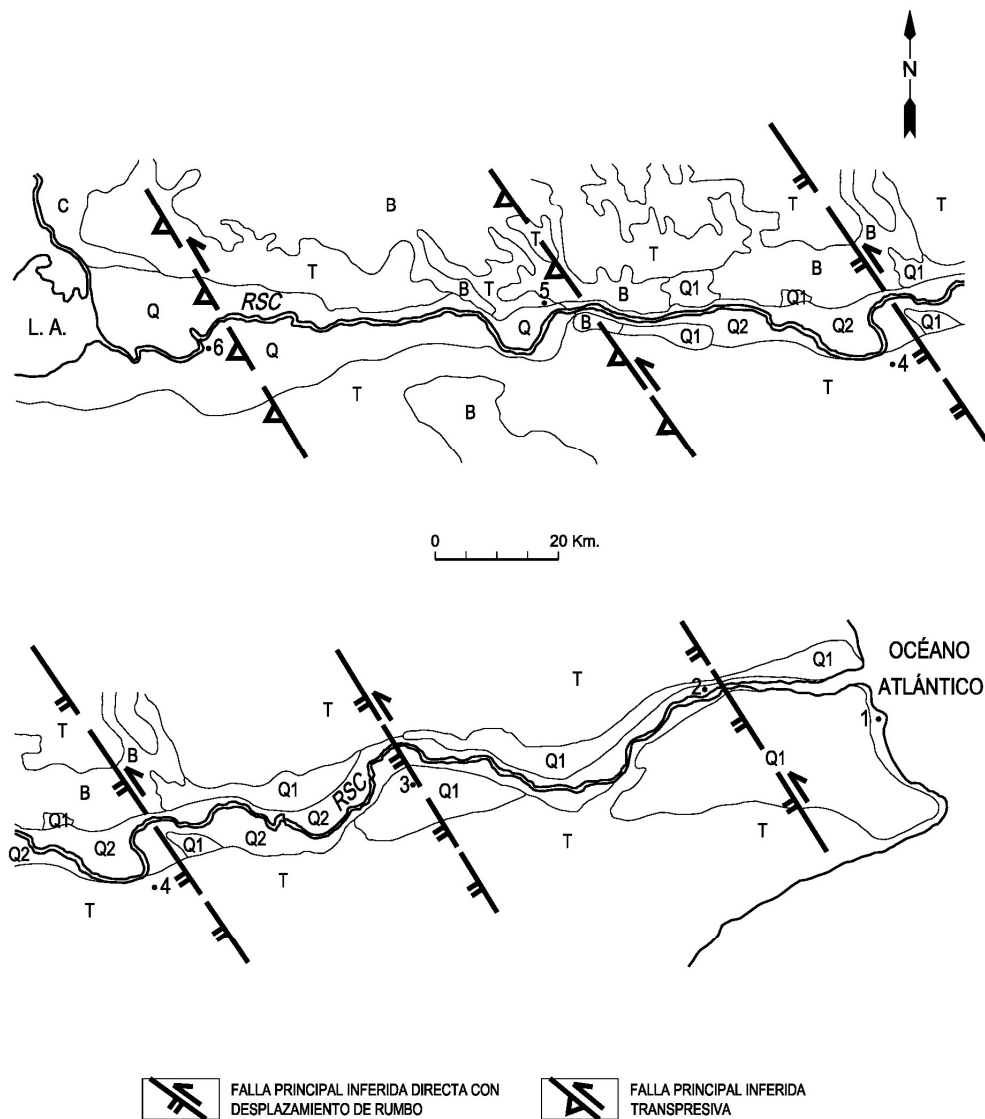


Figura 5 – Velocidad de deformaciones geodesias medidas en base a GPS (GEDG 2014)

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 11 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001


En una publicación reciente, se ha planteado la existencia de rasgos geotectónicos a lo largo del río Santa Cruz (figura 6) (Massabie et al 2008). Esta incluye lineamientos en las proximidades de Bajada Fortaleza, unos 12 km aguas arriba de NK y en Estancia Rincón Grande, aguas arriba de JC.



Referencias: LA, lago Argentino; RSC, río Santa Cruz; 1, Puerto Santa Cruz; 2, Comandante Luis Piedrabuena; 3, Estancia Rincón Chico; 4, Estancia Rincón Grande; 5, Estancia Cóndor Cliff; 6, Estancia La Julia o Río Bote; C, formaciones cretácicas tardías; T, Formación Monte León y Formación Santa Cruz, aflorantes y parcialmente cubiertas; B, basaltos cenozoicos parcialmente cubiertos; Q, depósitos cuaternarios glaciales y glaciales, indiferenciados aguas arriba de Estancia Cóndor Cliff; Q1, depósitos fluviales cuaternarios tempranos; Q2, depósitos fluviales cuaternarios tardíos.

Figura 6 – Bosquejo de la estratigrafía, geomorfología y estructura a lo largo del río Santa Cruz.

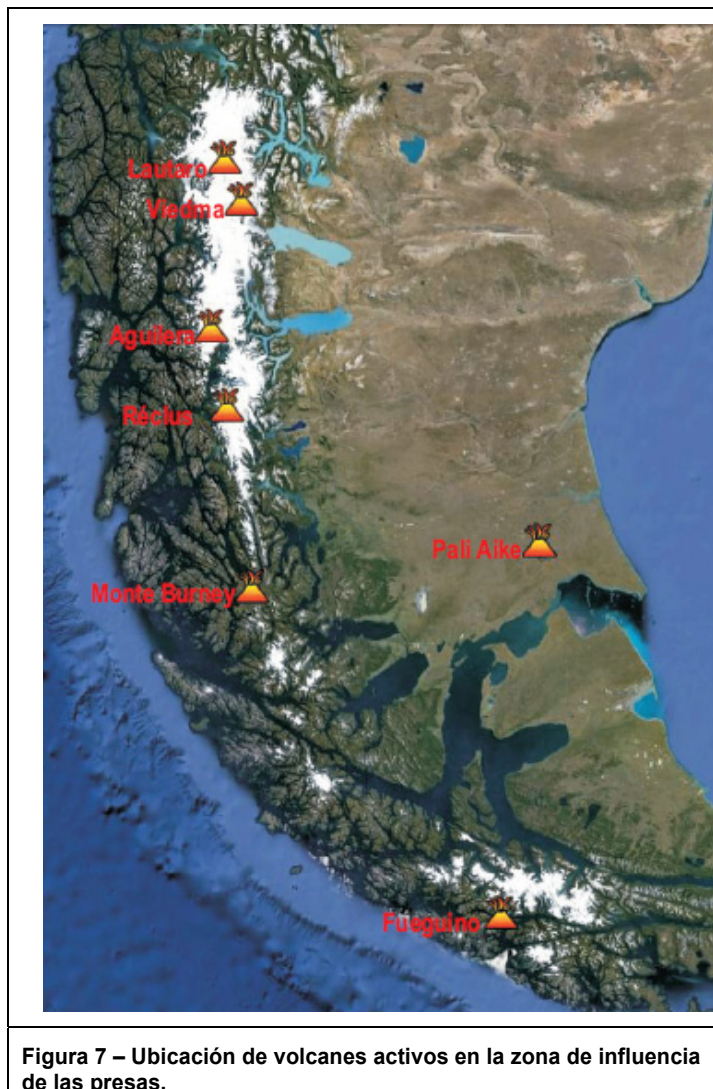
La visita realizada al sitio, no ha podido localizar rasgos geomorfológicos que avalen esta posición, lo que de existir, puede implicar mayor antigüedad que la última glaciación en NK (unos 23.000 años).

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 12 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001


5. VULCANISMO (SÍNTESIS DEL ANEXO 2)

5.1. Localización de volcanes

La zona de influencia de las obras tiene algunos volcanes pertenecientes a la AVZ Austral Volcanic Zone que es un segmento de arco volcánico que corre por unos 800 kilómetros y que surge de la subducción de la Placa Antártica con el continente de América del Sur por un lado (desde aproximadamente los 49°S hasta los 53°S) y de la microplaca de Scotia por el otro (desde aproximadamente los 53°S a los 55°S). Hay coincidencia que en este segmento hay seis centros volcánicos (Lautaro, Viedma, Aguilera, Réclus, Monte Burney y Volcán Fuego) y un campo volcánico (Pali Aike) que han estado activos durante el Cuaternario tardío (figura 7).



Es de destacar el Viedma por pertenecer a la cuenca del Atlántico, mientras que el resto de los cordilleranos, pertenecen a la cuenca del Pacífico.

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 13 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

5.2. Definición del tipo y fenómenos volcánicos

5.2.1. Índice de Explosividad Volcánica (VEI)

Una medida del tamaño de las erupciones que combina algunos de los parámetros anteriores (dependiente de la disponibilidad de información), es el Índice de Explosividad Volcánica, -VEI- (Newhall, C. y Self, S. 1982). Las erupciones históricas tienen asignado un número del 0 al 8. Los números del VEI corresponden a las características expresadas en la Tabla 1.

Tabla 1 – Parámetros que definen el Índice de Explosividad volcánica


VEI	Descripción	Volumen eyectado	Altura columna	Clasificación	Invade Tropósfera	Invade Estratósfera
0	No explosiva	>1.000 m ³	<100 m	Hawaiano	Despreciable	No
1	Pequeña	>10.000 m ³	100 – 1000 m	Hawaiano/Stromboliano	Menor	No
2	Moderada	>1.000.000 m ³	1 – 5 Km	Stromboliano/ Vulcaniano	Moderada	No
3	Moderada (+)	>10.000.000 m ³	3 -15 Km	Vulcaniano	Significativa	Posible
4	Grande	>0,1K m ³	10 – 25 Km	Vulcaniano/Pliniano	Significativa	Frecuente
5	Muy grande	>1 Km ³	> 25 Km	Pliniano	Significativa	Significativa
6	Muy grande	>10 Km ³	> 25 Km	Pliniano/Ultraplino	Significativa	Significativa
7	Muy grande	>100 Km ³	> 25 Km	Ultraplino	Significativa	Significativa
8	Muy grande	>1000 Km ³	> 25 Km	Ultraplino	Significativa	Significativa

La descripción de la actividad de los volcanes del área de influencia estén descriptas en el Anexo y sintetizada en la Tabla 2.

Tabla 2 – Registro de los volcanes del AVZ

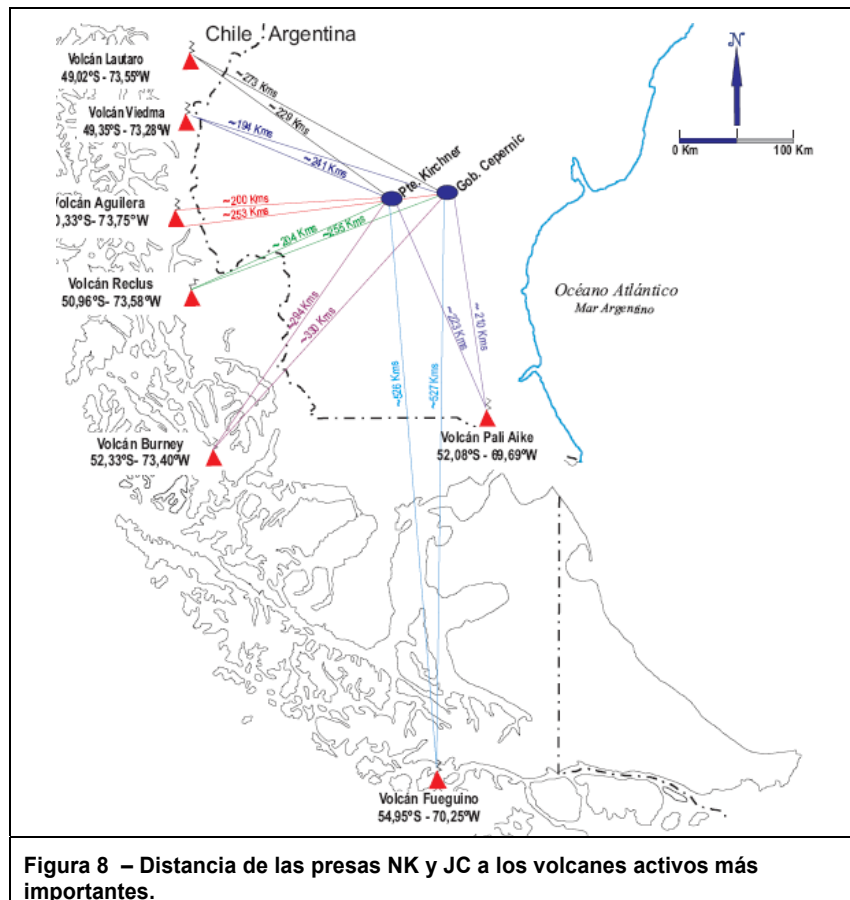
Volcán	País	Estructura	Latitud S	Longitud W	Altura mts	Actividad	Certeza	Evidencia	VEI	
LAUTARO (dacita)	Chile	Estratovolcán	49,02°	73,55°	3607	08/03/1979	Confirmada	O. Históricas	2?	
						Jun 1978	Confirmada	O. Históricas	No informado	
						1972	Confirmada	O. Históricas	No informado	
						Oct 1961	Confirmada	Desconocida	2	
						28/12/1959	Confirmada	O. Históricas	2	
						15/01/1945	Confirmada	O. Históricas	1	
						Feb 1933	Confirmada	O. Históricas	2	
						1879	Confirmada, solo se detectó cenizas en la atmósfera	Visualización entre los lagos S. Martín y Viedma.	No informado	
						Ene 1878	No confirmada	Desconocida	1	
						Oct 1876	Confirmada	O. Históricas	2	
VIEDMA (dacita)	Argentina	Subglaciar	49,35°	73,28°	1500	15/11/1988	Confirmada	O. Históricas	No informado	
AGUILERA (dacita)	Chile	Estratovolcán	50,33°	73,75°	2546	1250 AC	Confirmada	Radiocarbono	5 (A1)>4Km ³	
						2610 AC	Confirmada	Radiocarbono	No informado	
RECLUS (dacita)	Chile	Cono piroclástico	50,96°	73,58°	1000	1908	Confirmada	O. Históricas	1	
						1879	Confirmada	O. Históricas	2	
						1869	Confirmada	O. Históricas	2	
						1830 AC	Confirmada	Tefrocronología	No informado	
						hace 1000 a 2000 años	Confirmada	Radiocarbono	No informado	
MONTE BURNEY	Chile	Estratovolcán	52,33°	73,40°	1758	Mar 1910	Confirmada	O. Históricas	2	
						90 AC	Confirmada	Radiocarbono	No informado	
						800 AC	Confirmada	Radiocarbono	No informado	
						(dacita)	2320 AC	Confirmada	Radiocarbono	5 (MB2)>1Km ³
							3740 AC	Confirmada	Radiocarbono	No informado
							7390 AC	Confirmada	Tefrocronología	No informado
FUEGUINO	Chile	Domo de lava	54,95°	70,25°	150	7450 AC	Confirmada	Radiocarbono	5 (MB1)>1Km ³	
						25/11/1820	Confirmada	O. Históricas	2	
(dacita – andesita)						26/11/1712	No confirmada	Desconocida	No informado	
PALI AIKE (B. Alcalino)	Chile/Arg	Conos piroclásticos	52,08°	69,69°	282	5550 AC	Confirmada	Antropológica	No informado	

En la AVZ, hay tres volcanes muy bien estudiados desde lo tefrocronológico y desde la integración isopáquica de los depósitos piroclásticos, ellos son el A1 (Volcán Aguilera), el R1 (Volcán Réclus) y los MB1 – MB2 (Volcán Monte Burney).

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 14 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

5.3. Riesgos asociados a las características de erupciones

Las distancias entre las obras y los volcanes son significativas, tal como se señala en la figura 8. Esto hace que las amenazas de origen volcánico estén relacionadas con el transporte, el viento y el agua.

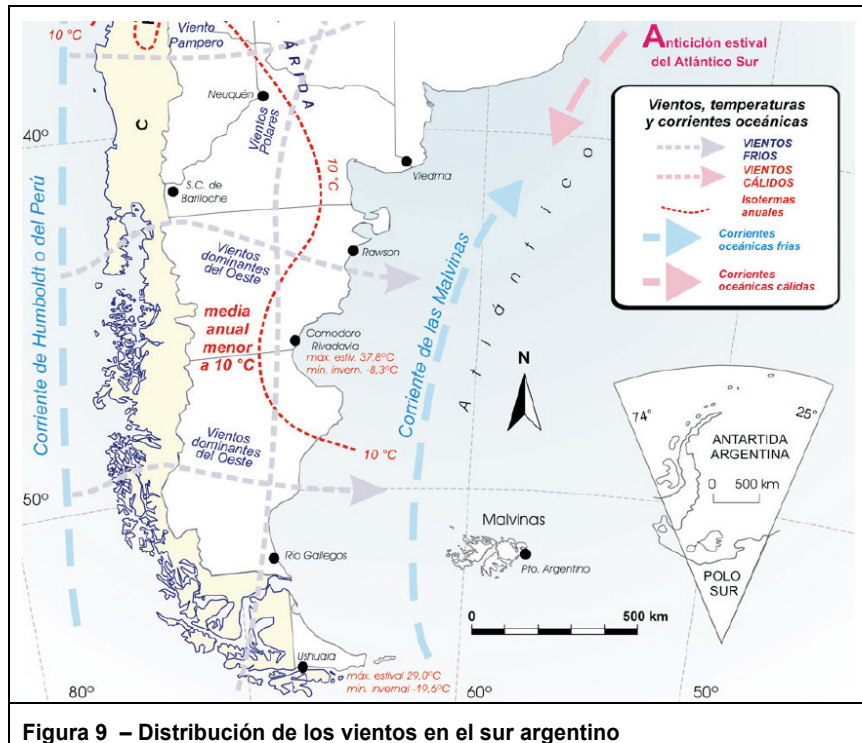


Las amenazas vigentes en el área se pueden dividir en dos acciones, depósito de productos volcánicos, esencialmente cenizas y fusión de hielo por un evento volcánico.

5.3.1. Depósito de cenizas

5.3.1.1 Vientos predominantes

Las direcciones dominantes en el área de influencia son del W y el WSW, lo cual indica una dirección claramente preferencial desde ese cuadrante. Analizado estacionalmente, la dirección O predomina durante el otoño e invierno, mientras que la WSW lo hace durante el verano, y en la primavera tienden ambas a equilibrarse (figura 9).



5.3.1.2 Alcance de las cenizas

La distribución de las plumas de cenizas de las grandes explosiones históricas se refleja en la figura 10.

Entre ellos, se destacan los estudios de una de las explosiones del Reclus que se han graficado en detalle en la figura 11.

Esto sirve como para tener de referencia de cuál sería la distribución de una pluma y el espesor que alcanzan las cenizas depositadas.

Si los vientos hubieran sido SW, en vez de NW, seguramente se hubieran depositado en la zona de las presas 5 cm de tefras sobre los lagos. Es posible razonar en base a estos datos isopáquicos concretos, que con un VEI menor a 5, los espesores serian menores a la R1.

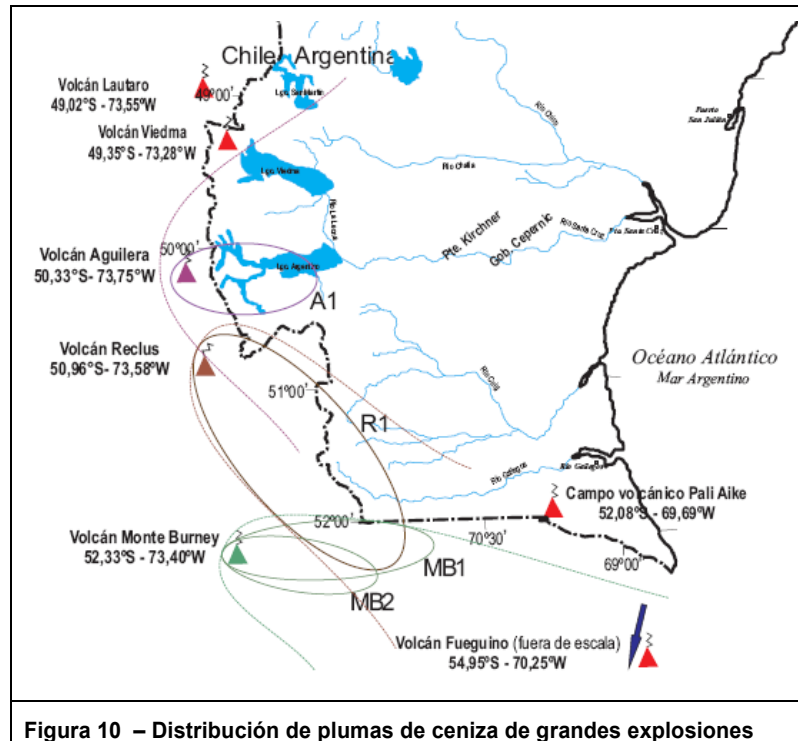


Figura 10 – Distribución de plumas de ceniza de grandes explosiones

Las plumas de cenizas que caigan dentro de la cuenca del río Santa Cruz pueden ser arrastradas fluvialmente y llegar hasta los embalses. Este fenómeno ha sido significativo en otras erupciones recientes que han afectado aprovechamientos hidroeléctricos en el Comahue.

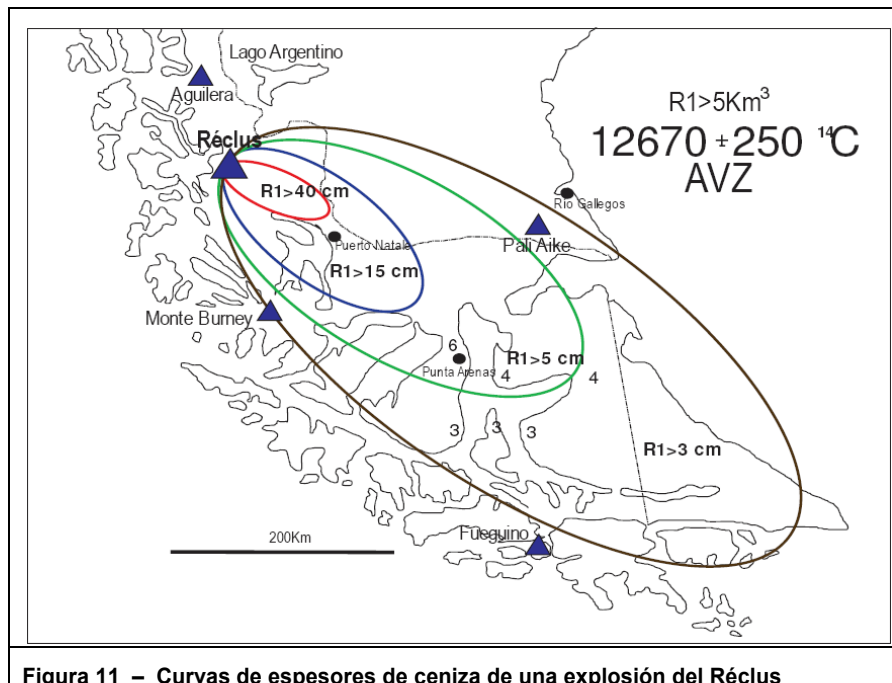



Figura 11 – Curvas de espesores de ceniza de una explosión del Réclus

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 17 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001


5.3.2. Crecidas por la interacción lava-hielo

Como varios de los principales volcanes están en los Hielos Continentales, su erupción puede fundir parte del hielo y generar crecidas. Estos fenómenos han sido bien modelados en Islandia y por ello se conoce que es muy importante la cobertura de hielo que tenga el aparato volcánico. De acuerdo a ello, se puede cuantificar el volumen de hielo afectado. Esta situación es crítica en el Viedma por pertenecer a la cuenca del Atlántico, tal como se plantea en la Tabla 3.

Tabla 3 – Registro Cuantificación potencial crecidas de lagos de la cuenca del río Santa Cruz

Fenómeno causante	Volumen de agua afectado	Superficie del lago adyacente	Incremento de altura en el lago	Observaciones
Erupción tipo basáltica bajo alta cobertura de hielo Gjalp (1996). Gudmundsson et al. 1997	3 km ³	Viedma: 1100 km ²	3 metros	El lago Viedma desagua en el lago Argentino
Erupción tipo Pliniana sobre baja cobertura de hielo. Ej. Mt Santa Elena 1980). Lipman y Mulineaux 1981.	2.8 km ³	Viedma: 1100 km ²	2.8 metros	El lago Viedma desagua en el lago Argentino
Rotura embalse del Brazo Rico	4 km ³ (nivel embalsado de 30m)*	Argentino: 1400 km ²	2.85 metros	* en base a una superficie de 135 km ²

A modo de comparación, se ha incluido la rotura del embalse en el brazo Rico donde se produce una crecida que afecta al lago Argentino. Se puede apreciar que una crecida de origen volcánico sería similar a la rotura del Glaciar Perito Moreno.

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 18 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

6. ANTECEDENTES SISMOLOGICOS

6.1. 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.

Tabla 4 – 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

6.1.1. El sismo de los naufragos del HMS Wager

En el libro "The red notebook of Charles Darwin". Edited by Sandra Herbert. British Museum. Cornell University Press. 1980


Aparece la cita:

The shipwrecked crew of the HMS Wager identified their position as 47°00'30''S. Capt Fitzroy recalculated the probable position of the ship as 47°39'30''S, 75°06'30''W

The earthquakes of august 25, 1741 experienced by the shipwrecked crew of the Wager were described as "four great earthquakes, three of which were very terrible, notwithstanding the violent shocks and trembling of the earth, we find no ground shifted. Hard gales of wind at north, with heavy showers of rains".

La posición de los naufragos indicaría que se trata de un sismo de subducción de la triple unión (figura 12).

El naufragio del HMS Wager está muy documentado. Ocurrió el 13 de mayo de 1741 en una isla localizada en 47°40'43''S y 75°02'57''W. La isla adoptó después su nombre Wager Island. El caso es conocido porque el buque encalló y la tripulación se consideró fuera de contrato según la tradición naval de la época. Hubo un motín, con la división y deserción de parte de la tripulación. Los perdedores que quedaron en la isla, entre ellos el capitán y los oficiales, soportaron y cronicaron el sismo.

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 19 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

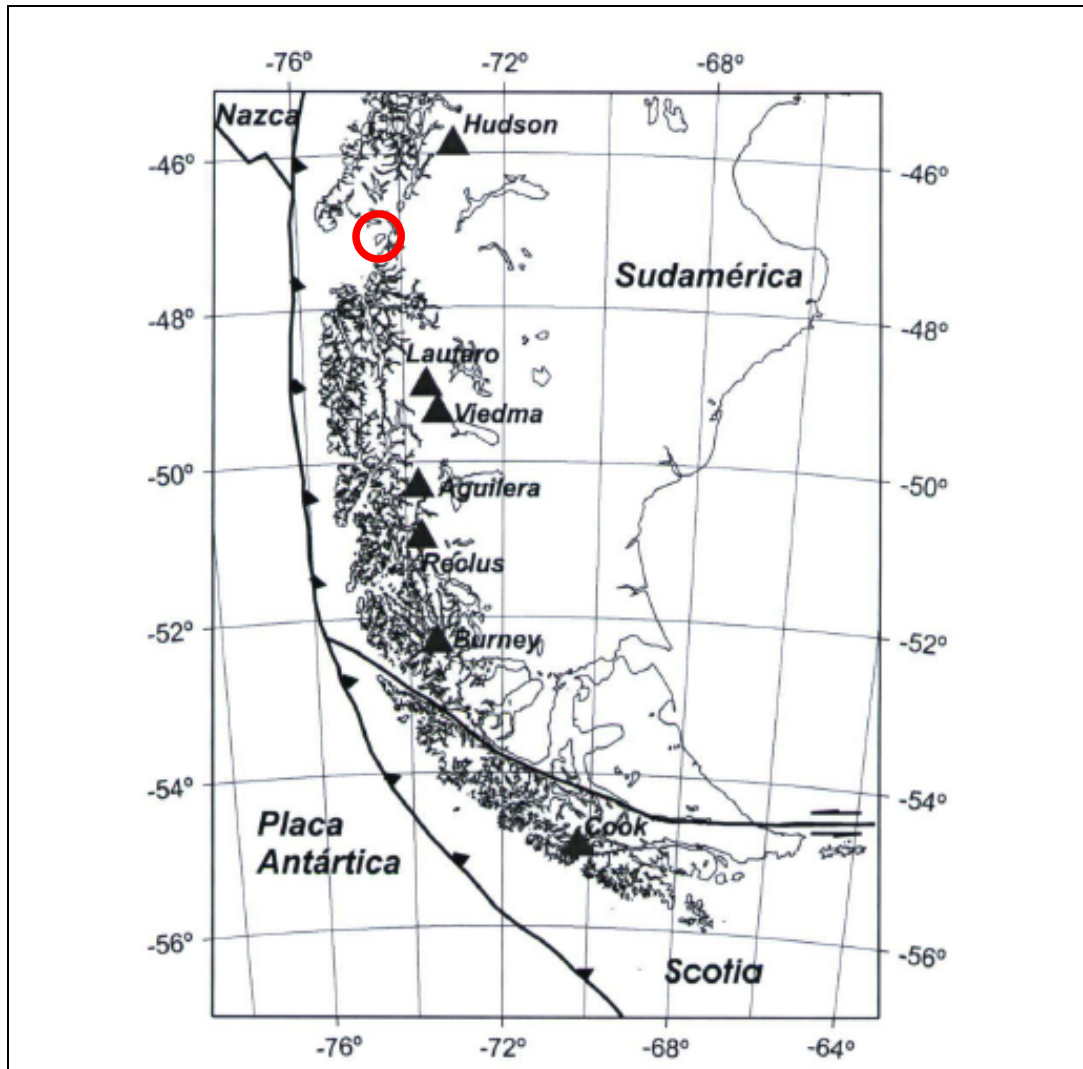



Figura 12 – Ubicación del naufragio del Páger. Cerca de la triple union de las Placas de Nazca, Antártica y Sudamericana

6.1.2. Los sismos 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 alcanzo 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 compulsa 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

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 20 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

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 13).

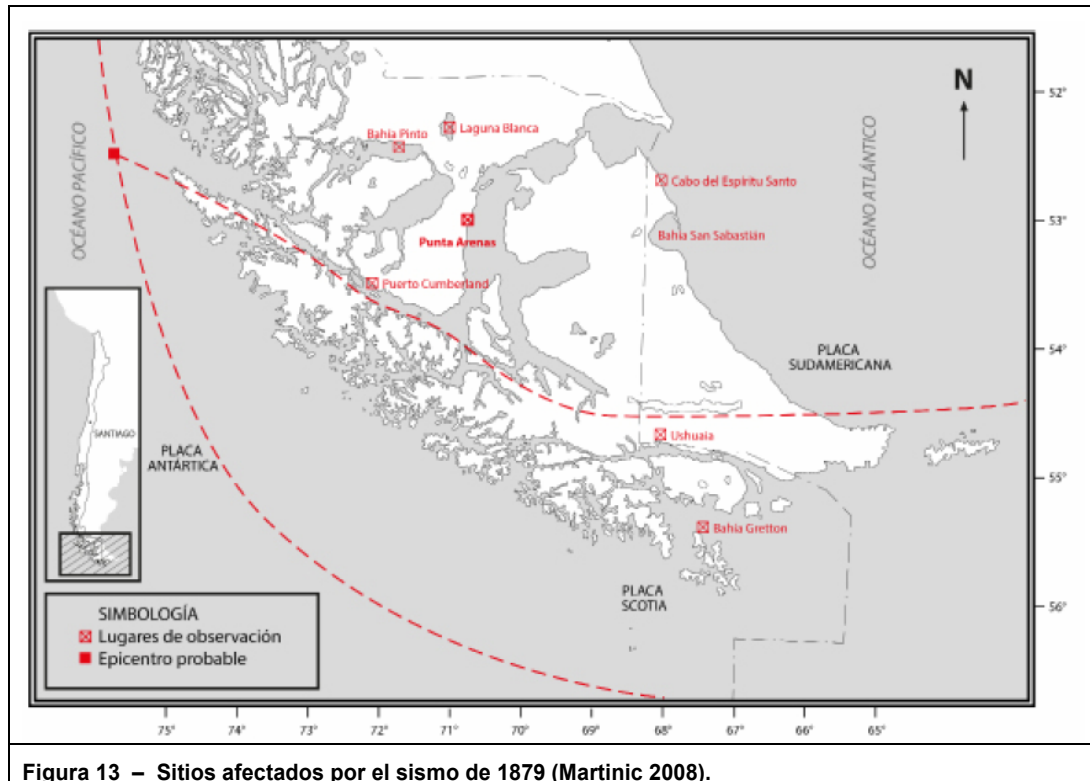


Figura 13 – Sitios afectados por el sismo de 1879 (Martinic 2008).

Lo informado por el Reverendo Thomas Bridges (1879), residente en Ushuaia sirve de ejemplo de lo percibido : “tuvimos una sucesión de choques, suficientemente fuertes como para despertar a casi todos y que fuera dificultoso caminar. Se derramó la leche de las cacerolas y fue sentido en todo el territorio”.

6.2. 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 14.

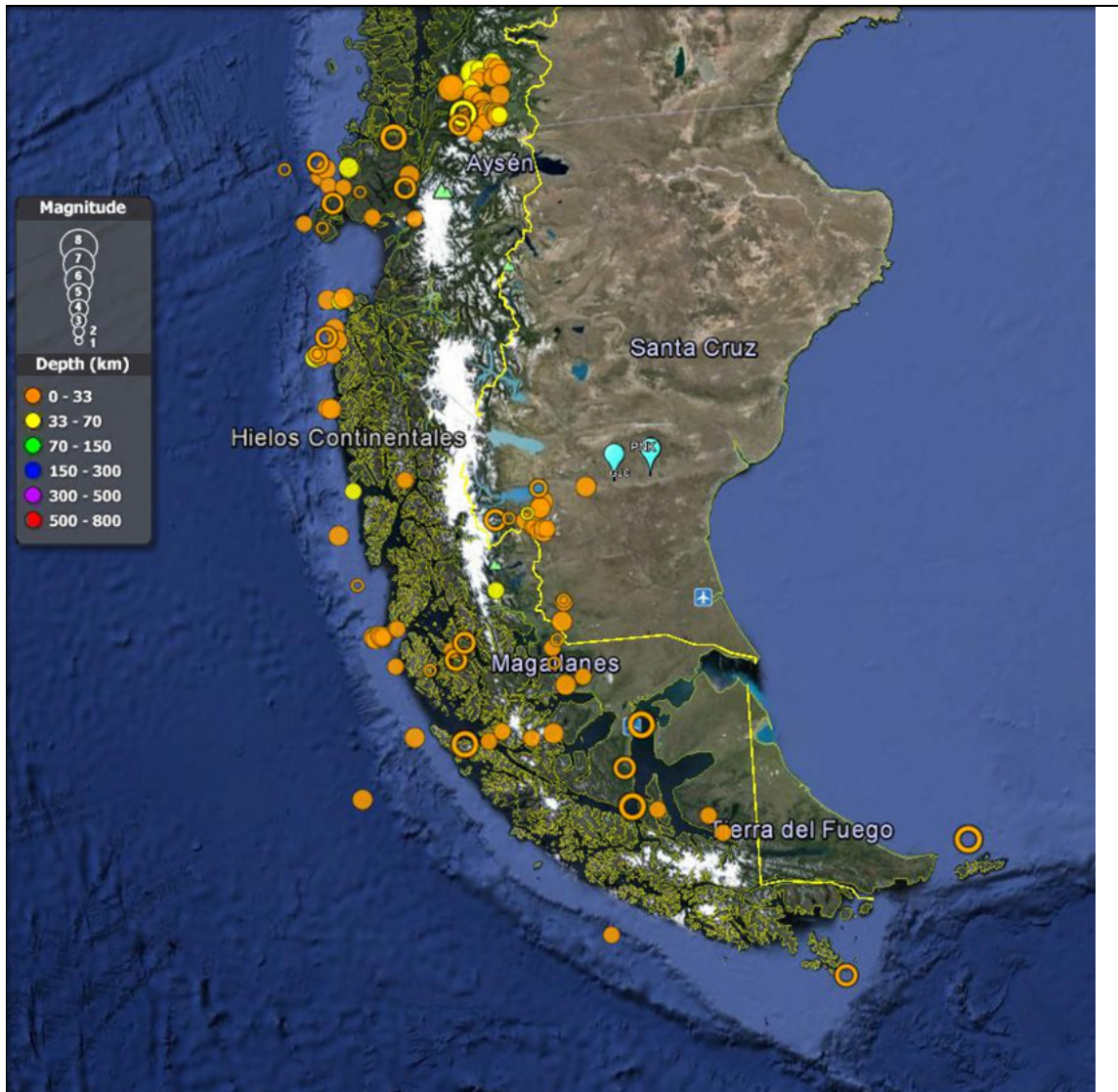


Figura 14 – Sismos registrados por el USGS, en círculos rellenos. Otras fuentes en anillos.

En el Anexo 1 están listados los eventos registrados en los distintos bancos de datos sísmicos. Sus magnitudes están en el rango $M = 4$ a $M = 7.8$.

En la Tabla 5.2 se listan los sismos registrados instrumentalmente que son significativos por su magnitud. Sobresalen los situados en la subregión de Tierra del Fuego.


	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 22 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

Tabla 5 – 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 (figura 2) es la que tiene mayor actividad. Esto se observa en la figura 15, 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.

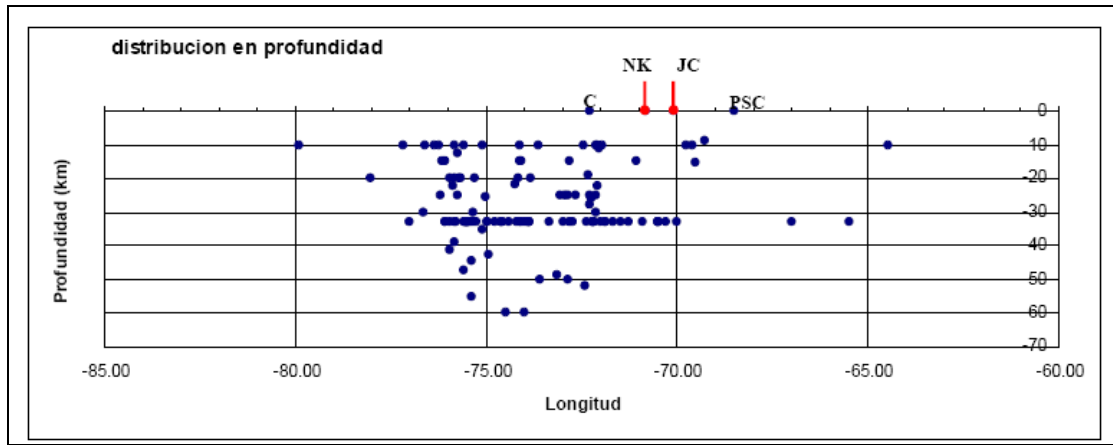


Figura 15 – Distribución de hipocentros proyectados a la latitud 50°S

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

En un estudio realizado en base a mediciones con un arreglo de alta precisión, se han podido captar numerosos sismos más pequeños (figura 16) (Adaros 2003).

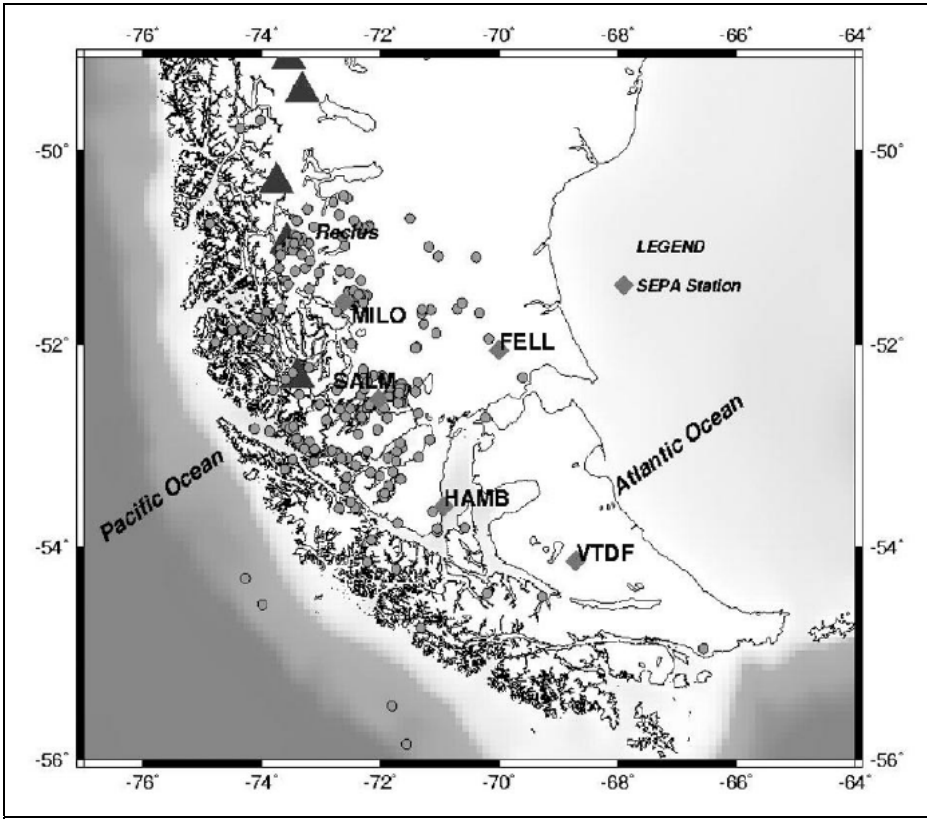




Figura 16 – Sismicidad captada por estaciones (cuadrados) en el periodo 1997-1998 (Adaros 2003)

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 24 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

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.

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 25 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

7. FORMULACIÓN DE LOS PARÁMETROS SÍSMICOS

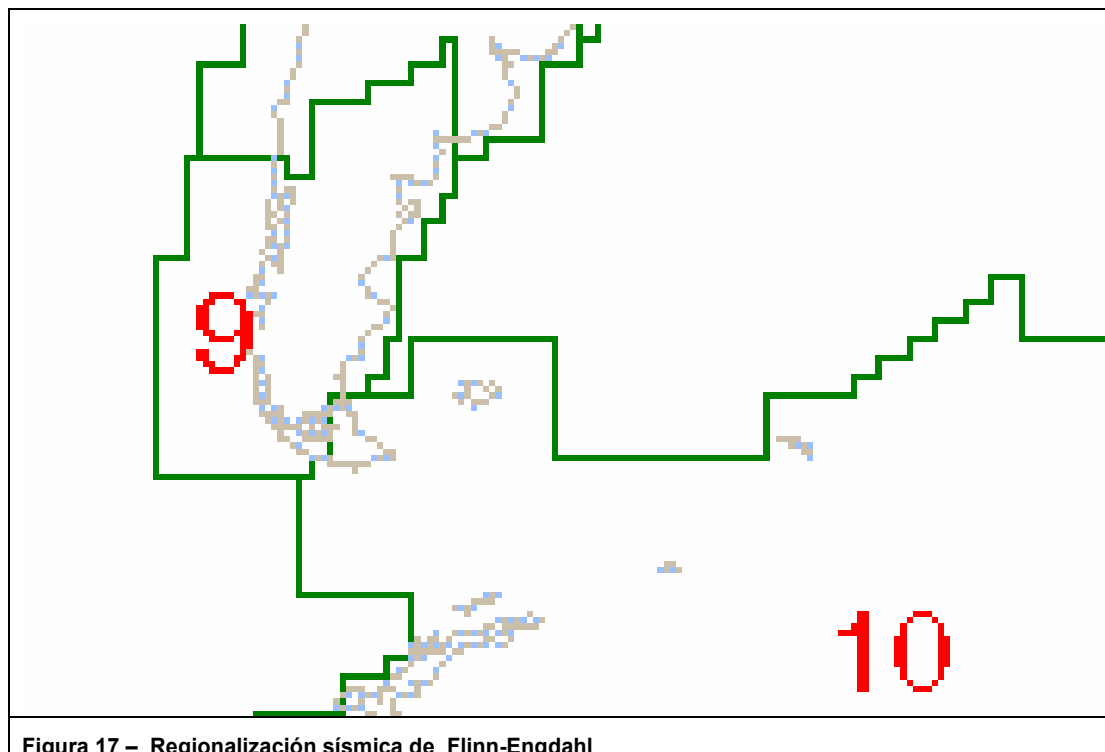
7.1. Delimitación de fuentes sísmicas

Para definir arealmente la sismicidad se comenzó con la regionalización propuesta por Flinn-Engdahl (figura 17) que fue modificada en función de los conocimientos tectónicos actualizados. En esta zonificación mundial la Región Sísmica 9. Extremo de Sudamérica comprende las zonas:

- 143 OFF COAST OF SOUTHERN CHILE
- 144 SOUTHERN CHILE
- 145 S. CHILE-ARGENTINA BORDER REGION
- 146 SOUTHERN ARGENTINA


También participa en menor medida la Región Sísmica 10. Antillas de Sur involucra entre otras:

- 147 TIERRA DEL FUEGO



En base al estudio tectónico se consideraron las siguientes fuentes sísmicas (figura 18):

1. Patagonia extrandina (Subhorizontal, Prof. Promedio 20 km.)
2. Faja corrida y plegada de Argentina y Chile (Subhorizontal, Prof. Promedio 5 km.)
3. Borde de subducción chileno (Inclinado 30°. Prof. Promedio de 10 a 35 km.)
4. Tierra del Fuego (Subhorizontal. Prof. Promedio 5 km.)

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 26 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

También se consideraron en forma particular, fallas que pueden tener actividad sísmica:

5. Falla Bajada Fortaleza (100 km) a 12 km aguas arriba de sitio NK
6. Falla Rincón Grande (60 km) a 3 km aguas arriba del sitio JC
7. Falla Magallanes, límite entre la placa sudamericana y de Scotia.

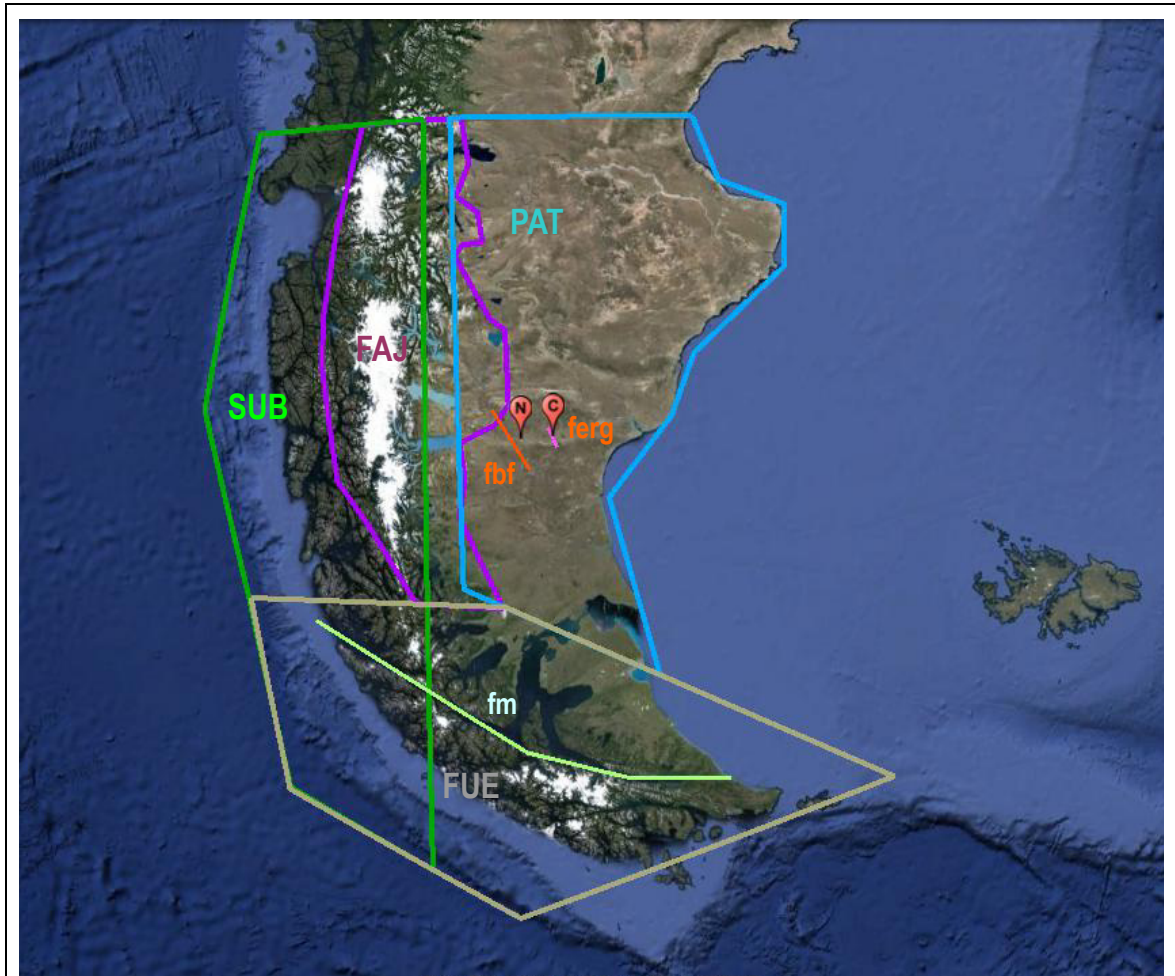


Figura 18 – Ubicación de fuentes sísmogénicas.

PAT: Patagonia extrandina. FAJ: Faja corrida y plegada de Argentina y Chile. SUB: Borde de subducción chileno. FUE: Tierra del Fuego. fbf: Falla Bajada Fortaleza. ferg: Falla Rincón Grande. fm: Falla Magallanes

7.2. Definición de leyes de recurrencia

El procesamiento de los sismos registrados en los catálogos condujo a la definición de leyes de recurrencia de Gutenberg-Richter, de cada región sismotectónica. Con ello se puede obtener parámetros para la determinación de la frecuencia o razón anual de excedencia de sismos históricos e instrumentales, registrados en cada provincia sismotectónica:

logartimo $\lambda_m = a - bM$

donde λ_m : razón media anual con magnitud mayor que M

7.2.1. Patagonia extrandina (figura 19) FE: Región 9, 146



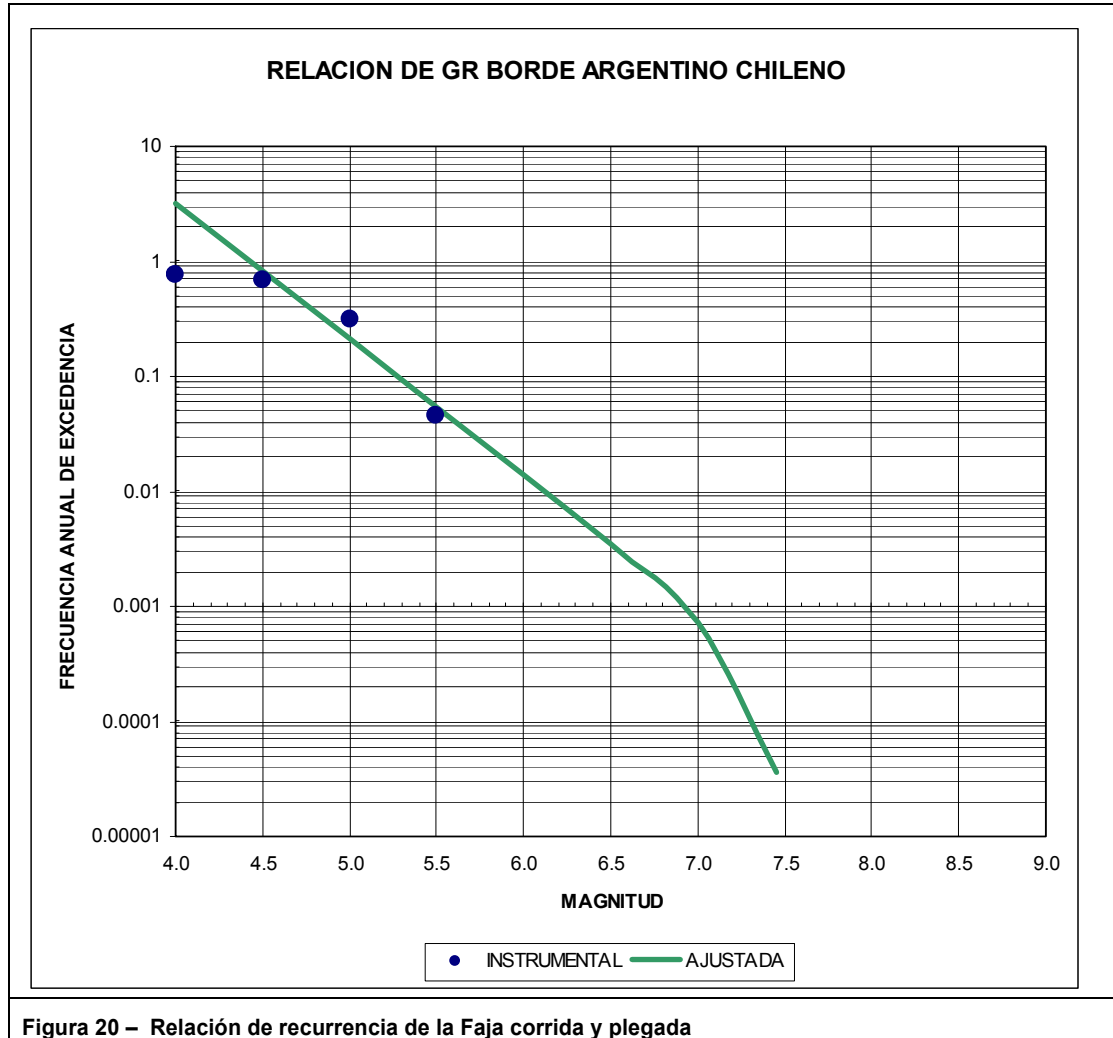
Valores de regresión

b =	0.3979
a =	0.4380

$M_0 = 4$

M_u o $M_{max} = 6.5$

7.2.2. Faja corrida y plegada (Borde Argentino Chileno) (figura 20) FE: Región 9, 145



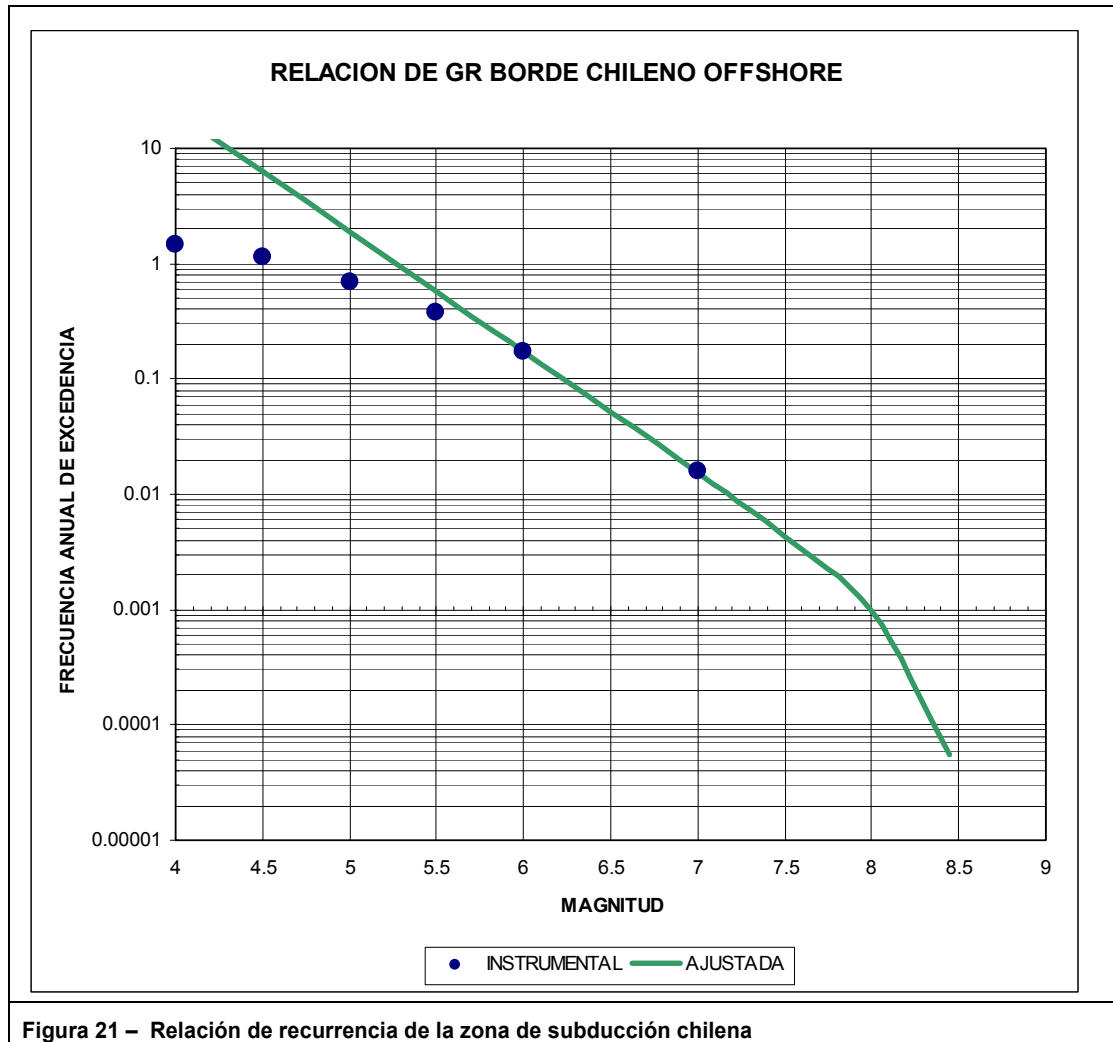
Valores de regresión

b =	1.176
a =	5.211

$M_0 = 4$

M_u o $M_{max} = 7.5$

7.2.3. Borde de subducción chileno (figura 21) FE: Región 9, 143-144



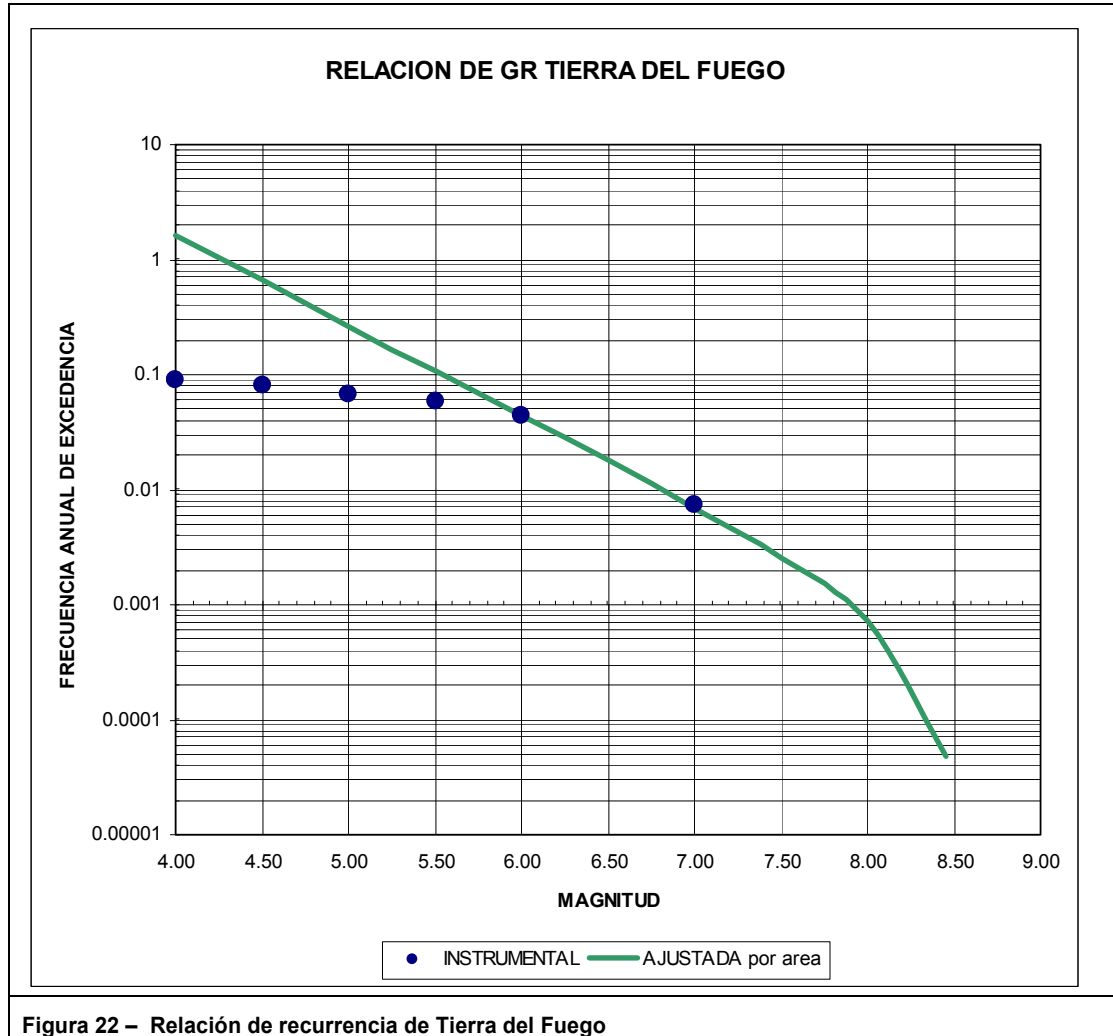
Valores de regresión

b =	1.0413
a =	5.4835

$M_0 = 4$

M_u o $M_{max} = 8.5$

7.2.4. Tierra del Fuego (figura 22) FE: Región 10, 147




Valores de regresión

b =	0.7781
a =	3.3167

$M_0 = 4$

M_u o $M_{max} = 8.5$

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 31 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

8. ANALISIS PROBABILISTICO DE LA PELIGROSIDAD SISMICA

La determinación de la peligrosidad sísmica definida por el método probabilístico (PSH: Probabilistic Seismic Hazard), conduce mediante un proceso matemático formal al nivel de un parámetro del movimiento del terreno (aceleración) que posee una probabilidad dada de ser excedida en un intervalo de tiempo especificado.

Una forma de expresión es mediante el cálculo de λ , que la razón media anual del nivel del parámetro del movimiento del terreno que es excedido. Su inversa es el período de retorno expresado en años (TR).

De acuerdo a lo expresado previamente, se definieron distintos niveles de peligrosidad, los que se denominaron en función al Período de retorno.

TR 144 años (50% de probabilidad de superación en 100 años)

TR 475 años (19% de probabilidad de superación en 100 años)

TR 1950 años (5% de probabilidad de superación en 100 años)

TR 4950 años (2% de probabilidad de superación en 100 años)

TR 9950 años (1% de probabilidad de superación en 100 años)

Un esquema general del procedimiento para determinar los valores del PSH esta planteado en la figura 23, donde finalmente se materializa en UHS (USACE).

Una evaluación probabilística de peligrosidad sísmica en un sitio debido a una fuente particular, n , involucra la convolución de las siguientes tres funciones de probabilidad: (Cornell, 1968; Der Kiureghian and Ang, 1977; Araya and Der Kiureghian, 1988, Idriss and Archuleta, 2007)

1) la relación de recurrencia se usa para calcular la probabilidad de que un terremoto de una magnitud particular fuera a ocurrir en esa fuente durante un intervalo de tiempo especificado.

Esa función de probabilidad se expresa normalmente en términos de un número medio de terremotos, por año, con magnitud M_i en fuente n .

2) la probabilidad que la ruptura superficial esté a una distancia específica del sitio se estudiada considerando la geometría de la falla y la relación de longitud ruptura-magnitud (o área).

3) la probabilidad de que el movimiento del terreno por un terremoto de una cierta magnitud ocurriendo a una cierta distancia excediera un nivel especificado en el sitio, se basa en las relaciones de atenuación seleccionadas.

Combinando las tres funciones de probabilidad de cada fuente, se computa la razón media anual de exceder un nivel especificado de movimiento en el sitio, λ_n .

Si existen N fuentes, entonces el proceso expuesto se repite para cada fuente, y las contribuciones son añadidas hasta obtener la peligrosidad total en el sitio, por ej.:

$$\lambda = \sum \lambda_n \quad \text{para } n = 1 \text{ a } N.$$

Las ventajas de usar una evaluación probabilística de peligrosidad son:

a) se incluyen las contribuciones de terremotos con $M = M_o$ hasta $M = M_u$.

b) se consideran las contribuciones de cada fuente y todas las distancias.

c) los resultados proveen los medios para seleccionar los parámetros de diseño que pueden producir niveles de riesgo comparable para dos o más sitios.

Una vez que la razón media anual es obtenida, se puede calcular la probabilidad de que ese nivel sea excedido en cualquier período de tiempo. Esta se obtiene mediante:

$$P = 1 - \exp(-\lambda t)$$

en la cual P es la probabilidad de que ese nivel del parámetro del terreno sea excedido en t años y λ es la razón media anual de que sea excedido.

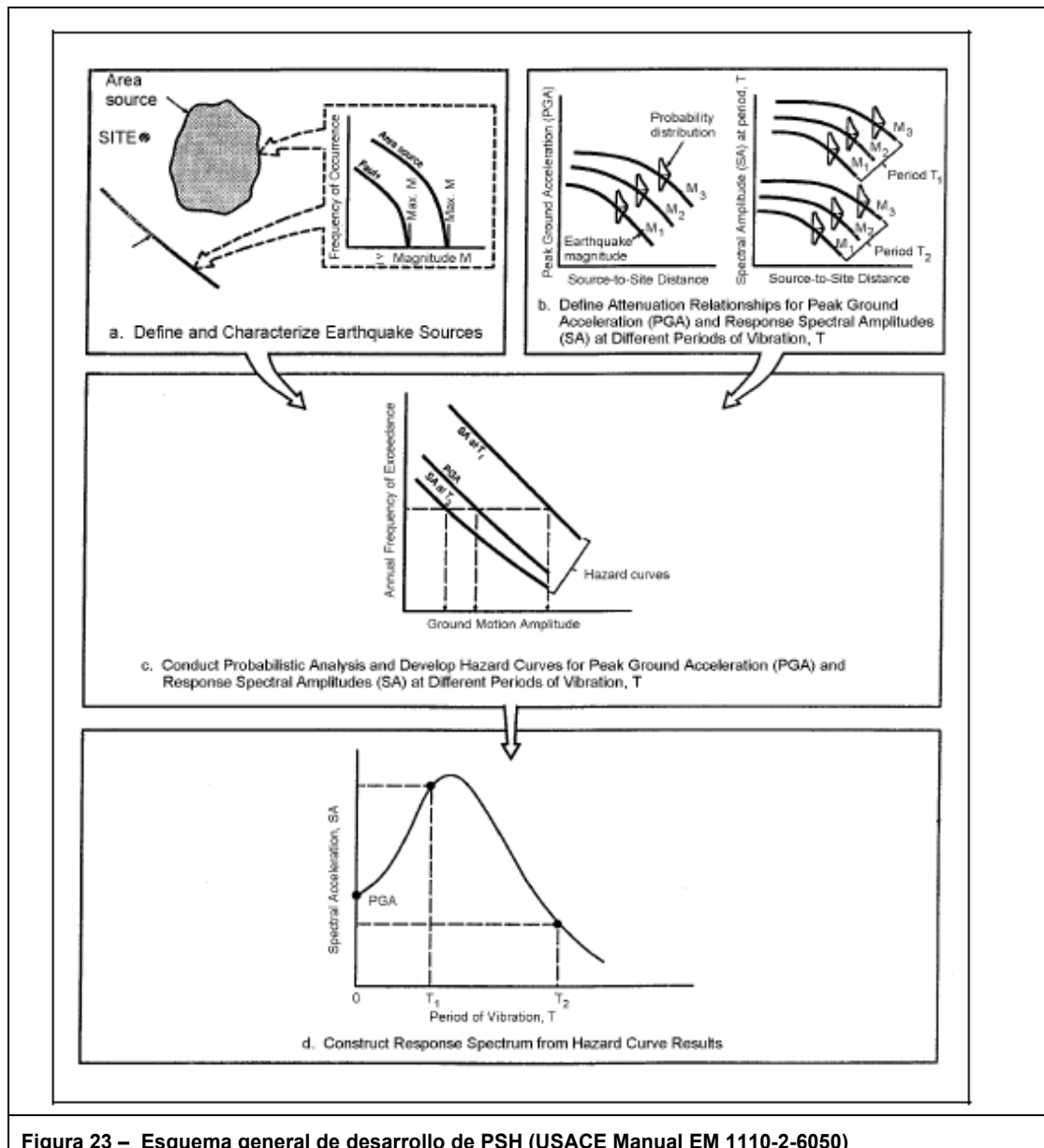



Figura 23 – Esquema general de desarrollo de PSH (USACE Manual EM 1110-2-6050)

Para el cómputo de estas expresiones existen varios programas de computación disponibles (software). En este informe se empleó el modelo CRISIS que ha sido desarrollado por un consorcio de origen mexicano (UNAM) con aportes de universidades italianas (Ordaz et. al). Este programa es el que emplea la agencia GAR de la ONU.

La información que se procesó comprende los ítems señalados previamente.

1. Geometría de las fuentes sísmicas: se usaron las detalladas en el punto 7.1 (figura 18)
2. Sismicidad: se emplearon los datos extraídos de las leyes de recurrencia definidos en el punto 7.2.

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 33 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

3. GMPE: las leyes de atenuación varían según se trate de zonas de subducción, zonas con actividad cortical y zonas continentales estables. Al no contar con leyes derivadas regionalmente, se analizaron distintos tipos de GMPE para cada tipo de fuentes. Una forma de resolver esta incertidumbre epistémica es la ejecución de combinaciones de varias de las GMPE, con ponderaciones diferenciadas. Otra alternativa es comparar resultados de distintas combinaciones de GMPE, lo que lleva a realizar numerosas corridas. Esto se realizó ejecutando alrededor de 50 corridas. Finalmente, se adoptó la que se consideró como más probable y más conservativa.

Las GMPE que se definieron son:

- Zona de Subducción chilena y Tierra del Fuego: BCHydro2012
- Zona plegada y corrida: Abrahamson and Silva 1997
- Zona Patagonica extrandina: Atkinson and Boore 2006
- Fallas: Abrahamson and Silva 1997

El programa requiere la definición de los TR expresados en años, tanto para $t = 50$ como $t = 10$. Asimismo, es necesario definir los Períodos sobre los que se realizaran los cálculos.

Antes de las corridas, se realiza una verificación interna de los datos. Los tiempos de cálculos varían en función al número de Períodos que se evalúen. Para los casos que finalmente se corrieron, se requieren aproximadamente 3 a 4 minutos para un equipo con procesador dual de 32 bit.

9. RESULTADOS DEL ANALISIS PROBABILISTICO

9.1. Cálculo de probabilidades

Los resultados del análisis probabilístico están graficados en la figura 22. 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).

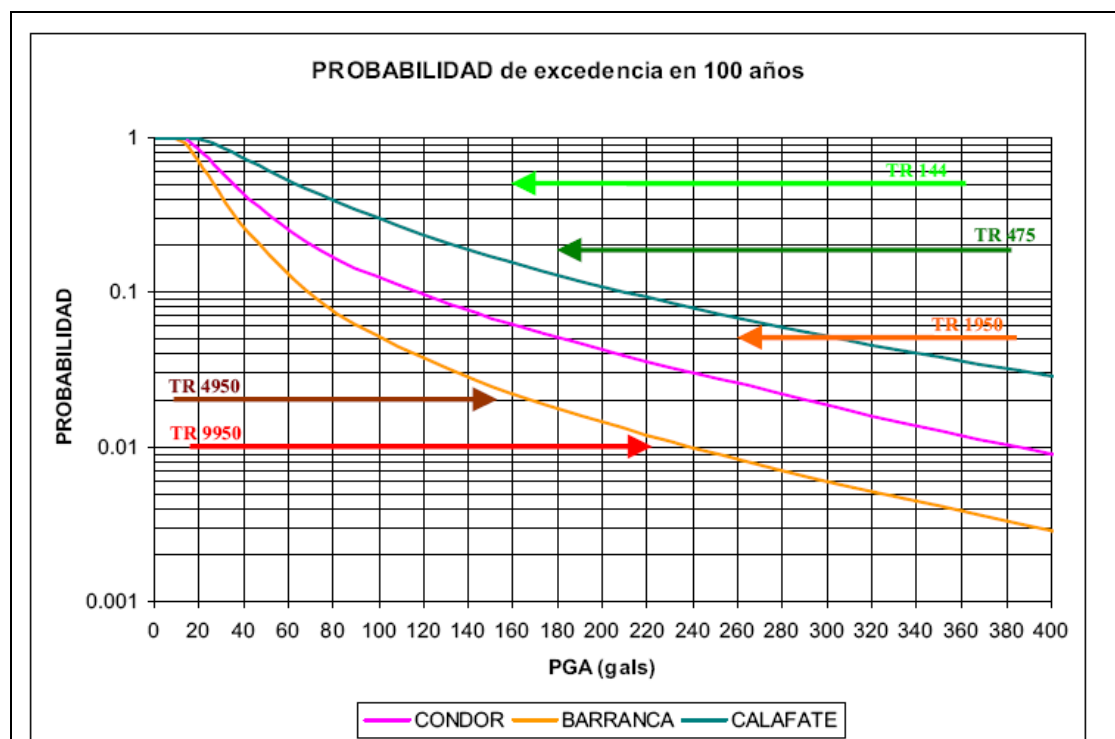



Figura 24 – Resultados del cálculo de probabilidades.

CONDOR: sitio de represa PNK. BARRANCA: sitio de represa GJC. CALAFATE: El Calafate

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 6.

Tabla 6 – Resultados del cálculo probabilística de PGA, en gals (cm/seg²) 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

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS		Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 35 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC		Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

9.2. Comparación con mediciones zonales

Existen mapas de peligrosidad sísmica que fijan valores que sirven para regionalización y zonificación sísmica. Los distintos mapas difieren en la formulación de las fuentes sísmicas y en las GMPE (ground motion prediction estimator) o relaciones de atenuación.

A modo de comparación se presenta en la tabla 7 los valores leídos en dos mapas para dos de los principales sitios WEB, para similar período de retorno. En general se toma como referencia el TR 475 empleado en los códigos de edificación.

Tabla 7 – Comparación con lectura de mapas de zonificación

Sismo TR 475	PNK (Condor Cliff)		GJC (La Barrancosa)	
	En gals	En g	En gals	En g
Calculado en 7.1	73	0.074	48	0.049
Mapa GSHAP (1999)	168	0.172	116	0.119
Mapa GAR (2014)	38	0.038	19	0.019

GSHAP: Global Seismic Hazard Program.

GAR: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. UNISDR

En la comparación se observa una dispersión de resultados, producto principalmente de las relaciones de atenuación (GMPE) que se han empleado en cada cálculo. En el caso del modelo GSHAP (Giardini et al, 1999) que se realizó hace más de 15 años, las GMPE de esa época arrojaban valores muy superiores a los que se están usando recientemente. Esto se manifiesta en el mapa del GAR-UNISDR, que usa un modelo similar al empleado en este informe (Ordaz et al, 2014).

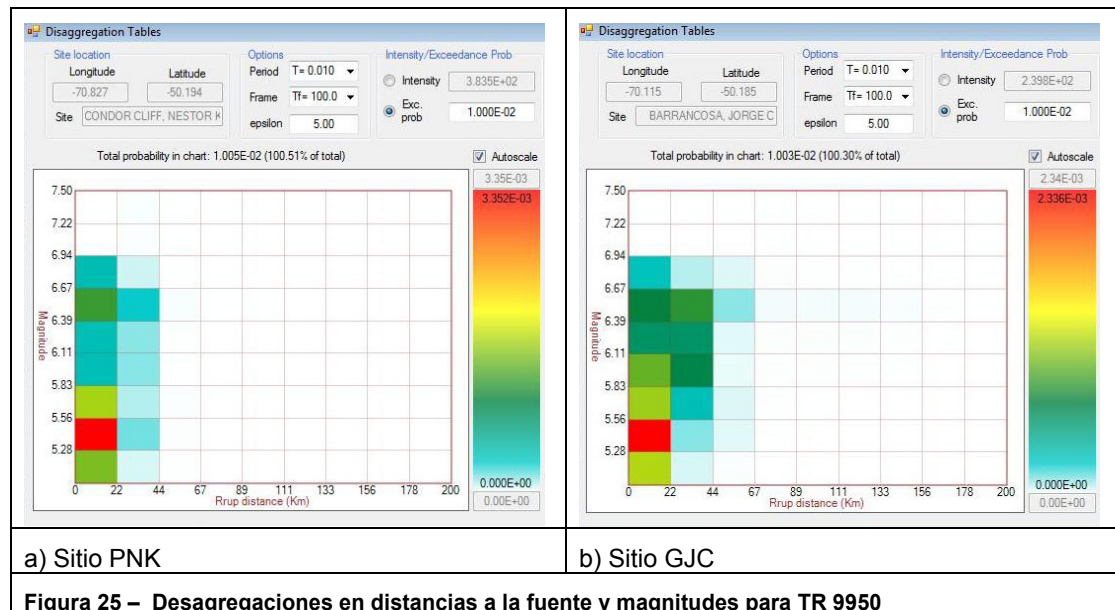
Las diferencias entre lo Calculado y el Mapa GAR están relacionadas principalmente en la participación de fuentes sísmicas lineales (fallas) adoptadas en este informe.

9.3. Desagregación por distancias y magnitudes

La desagregación es un proceso que permite observar la influencia de las magnitudes y las distancias que tienen las distintas fuentes en el cálculo de probabilidades (Bazzurro and Cornell, 1999).

Sirve para identificar las combinaciones de magnitudes y distancias que producen la mayor contribución a la peligrosidad de un sitio y por ello definir con mejor precisión los espectros de respuesta y acelerogramas asociados a un nivel de peligrosidad dado.

En las figuras 25 a y b, la desagregación señala la influencia de las distancias y de la magnitud en la definición de la peligrosidad correspondientes al sismo con TR 9950 que es el sismo máximo de verificación (TS). En el Anexo 4 se han colocado las desagregaciones correspondientes a los otros sismos para cada sitio.



En ambos casos se nota la influencia de las fallas consideradas como fuentes situadas a poca distancia de las presas.

9.4. Formulación de espectros de riesgo uniforme (UHS)

Cuando se dispone de las curvas de probabilidad para distintos contenidos de frecuencia es posible calcular los Espectros de Riesgo Uniforme, UHS, (Abrahamson 2000).

Esto fue realizado para los distintos eventos de cada sitio.

La figura 26 y la tabla 8 muestran los valores de los UHS horizontales correspondientes al sitio PNK, mientras que la figura 27 y la tabla 9 señalan los valores de GJC, para un amortiguamiento del 5%.

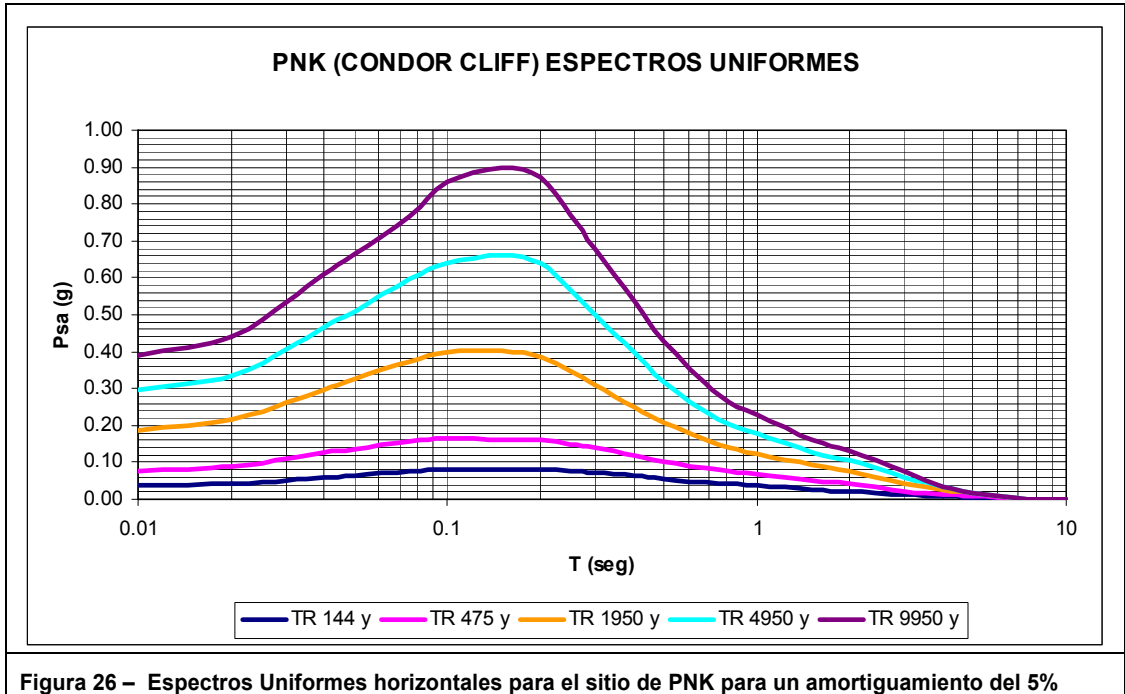


Figura 26 – Espectros Uniformes horizontales para el sitio de PNK para un amortiguamiento del 5%

Tabla 8 – Valores de los espectros horizontales para el sitio de PNK expresados en g

T (seg)	TR144 años	TR475 años	TR1950 años	TR4950 años	TR9950 años
0.01	0.04	0.07	0.19	0.30	0.39
0.02	0.04	0.09	0.21	0.34	0.44
0.03	0.05	0.11	0.26	0.41	0.53
0.04	0.06	0.13	0.30	0.46	0.61
0.05	0.06	0.14	0.32	0.51	0.67
0.075	0.08	0.15	0.37	0.60	0.77
0.1	0.08	0.16	0.40	0.64	0.86
0.2	0.08	0.16	0.39	0.64	0.87
0.3	0.07	0.14	0.31	0.50	0.68
0.4	0.07	0.12	0.25	0.40	0.54
0.5	0.06	0.10	0.21	0.32	0.43
0.75	0.04	0.08	0.15	0.22	0.28
1	0.04	0.07	0.12	0.18	0.23
2	0.02	0.04	0.07	0.10	0.13
3	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08
4	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04
5	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02
7.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

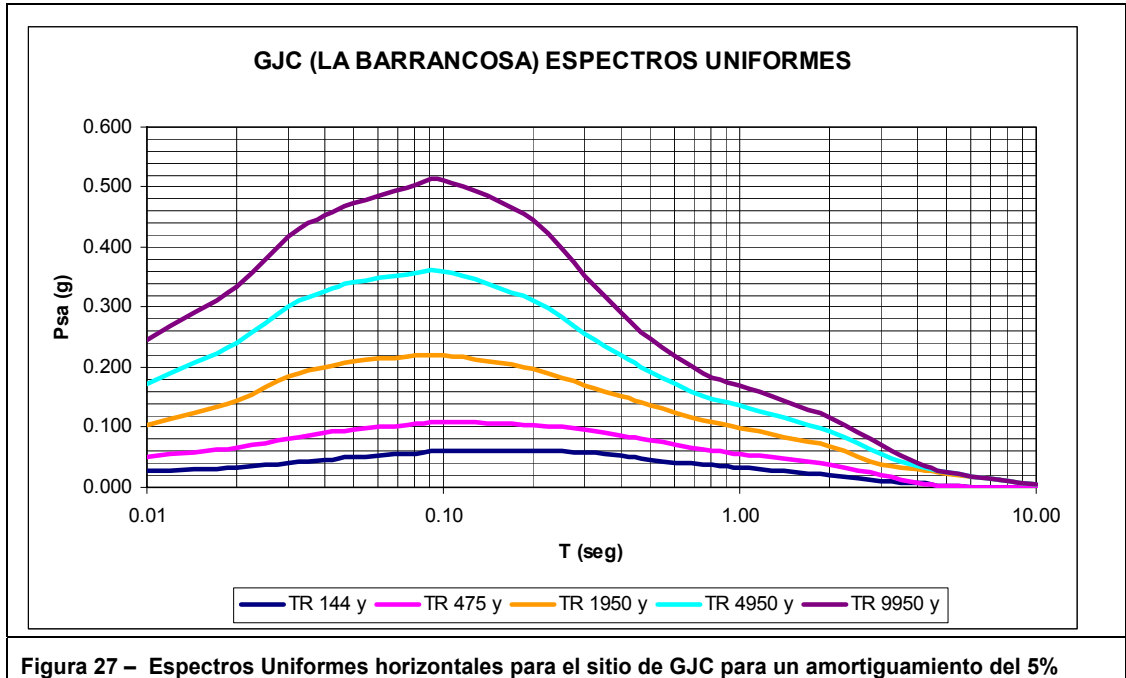



Tabla 9 – Valores de los espectros horizontales para el sitio de GJC expresados en g

T (seg)	TR144 años	TR475 años	TR1950 años	TR4950 años	TR9950 años
0.01	0.027	0.049	0.103	0.172	0.244
0.02	0.033	0.065	0.145	0.240	0.334
0.03	0.041	0.082	0.184	0.302	0.418
0.04	0.047	0.091	0.200	0.327	0.452
0.05	0.050	0.097	0.210	0.343	0.474
0.075	0.057	0.105	0.217	0.354	0.498
0.1	0.060	0.108	0.221	0.360	0.512
0.2	0.061	0.104	0.197	0.311	0.446
0.3	0.057	0.096	0.171	0.255	0.351
0.4	0.052	0.087	0.153	0.220	0.292
0.5	0.047	0.078	0.136	0.191	0.247
0.75	0.037	0.064	0.110	0.152	0.190
1	0.033	0.057	0.099	0.136	0.169
2	0.020	0.037	0.067	0.094	0.117
3	0.011	0.020	0.039	0.055	0.070
4	0.007	0.008	0.029	0.035	0.040
5	0.003	0.003	0.022	0.025	0.025
7.5	0.001	0.001	0.012	0.012	0.012
10	0.000	0.000	0.006	0.006	0.006

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 39 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

10. ACELEROGRAMAS COMPATIBLES CON LAS FORMAS ESPECTRALES

10.1. Componentes horizontales

Se seleccionaron de la Base de Acelerogramas de PEER de 3 a 7 acelerogramas, cuyos promedios de sus espectros de las componentes horizontales se acercaran a cada espectro target de los distintos TR.

Las distancias a las fuentes y magnitudes que se analizaron dependieron de los gráficos de desagregaciones.

En el proceso, se buscaron también ajustes para promedios de cuatro y tres acelerogramas.

En la figura 28 se han graficado los espectros de la Represa PNK para los cinco TR y los acelerogramas cuyos promedios tienden a ajustarse a los mismos. Algo similar ocurre en la figura 29 para la Represa GJC

En el Anexo 5 se presentan las características de los acelerogramas seleccionados, cuyos gráficos se encuentran en la figura 28 y 29.

Para cada sitio y escenario, se han modificado un acelerograma de manera que ajuste con mayor precisión a los espectros calculados. Los mismos se encuentran en el Anexo 6.

10.2. Componentes verticales

La relación entre las componentes verticales y las horizontales de los acelerogramas seleccionados se encuentran en el Anexo 5.

Los valores promedios de la relación para cada escenario se presentan en la tabla 10.

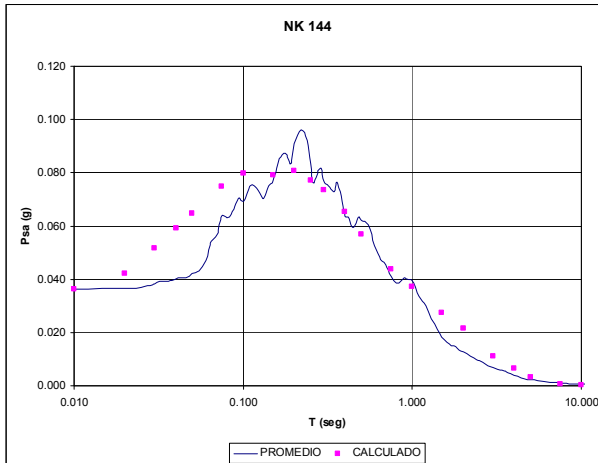
Tabla 10 – Relación entre los componentes verticales y horizontales

	PNK	GJC
TR144	0.50	0.47
TR475	0.73	0.71
TR1950	0.66	0.57
TR4950	0.71	0.67
TR9950	0.72	0.45

El rango de valores de la relación se encuentra entre 0.5 y 0.75 aproximadamente. Se deberán usar los que correspondan a cada sismo en particular, manteniendo la relación cuando las componentes horizontales sean escaladas.

COMBINACION DE 7 COMPONENTES

PNK TR 144 años (PGA=0.036g)

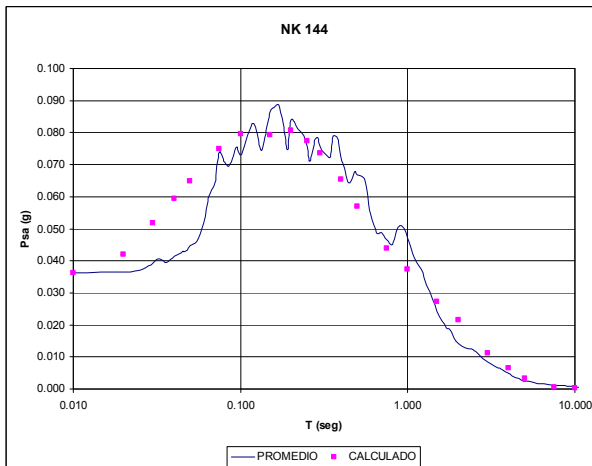


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-59 H-1	RSN-59 H-2	RSN-3138 H-1	RSN-3138 H-2	RSN-3251 H1	RSN-3318 H1	RSN-6746 H2
------------	------------	--------------	--------------	-------------	-------------	-------------

COMBINACION DE 4 COMPONENTES

PNK TR 144 años (PGA=0.036g)

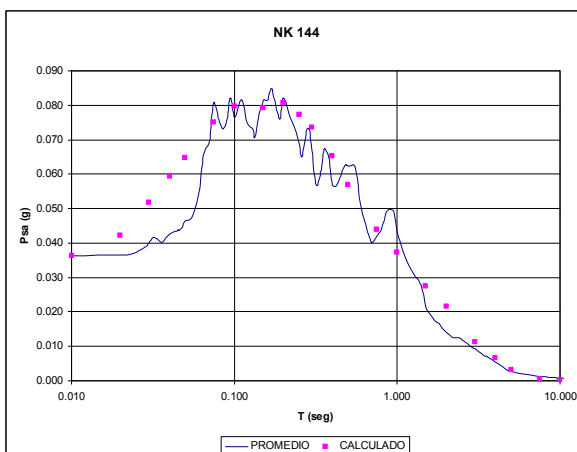


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-59 H-1	RSN-59 H-2	RSN-3138 H-1	RSN-3318 H1
------------	------------	--------------	-------------

COMBINACION DE 3 COMPONENTES

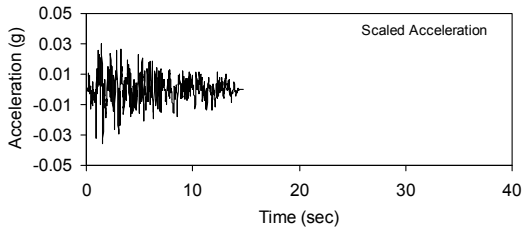
PNK TR 144 años (PGA=0.036g)



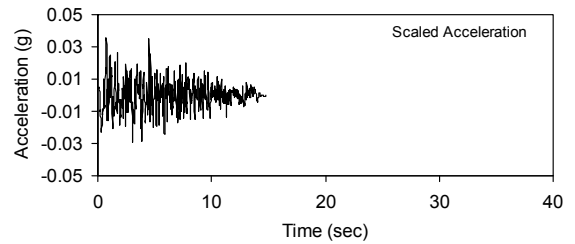
Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-59 H-1	RSN-59 H-2	RSN-3318 H1
------------	------------	-------------

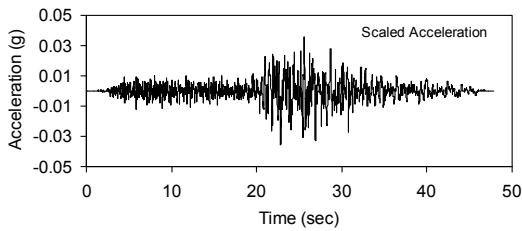
RSN-59 H-1: San Fernando (1971) Cedar Spring



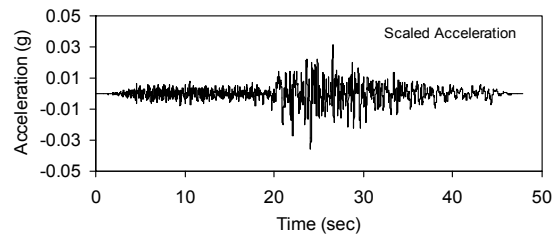
RSN-59 H-2: San Fernando (1971) Cedar Spring



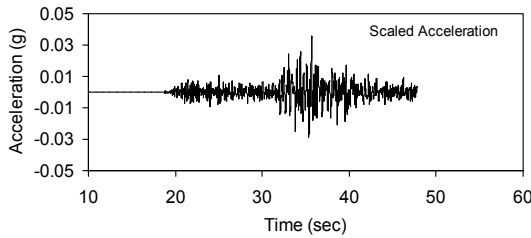
RSN-3138 H-1: Chi Chi T-05 (1999) TAP075. M=6.2



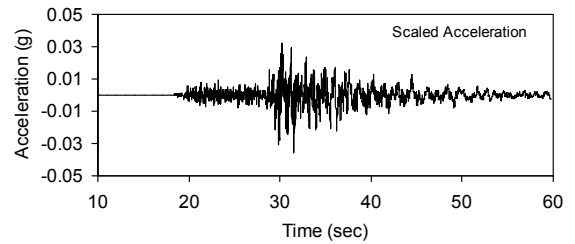
RSN-3138 H-2: Chi Chi Taiwan 05 (1999) TAP075



RSN-3251 H1: Chi Chi Taiwan 05 (1999) TTN042



RSN-3318 H1: Chi Chi T-06 (1999) CHY102. M=6.3



RSN-6746 H2: Niigata (2004) SITH09. M=6.63

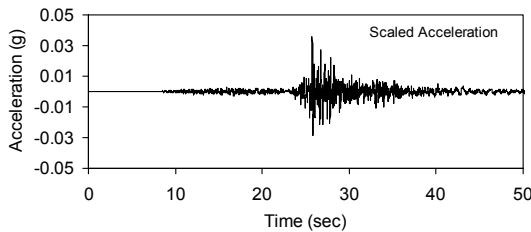
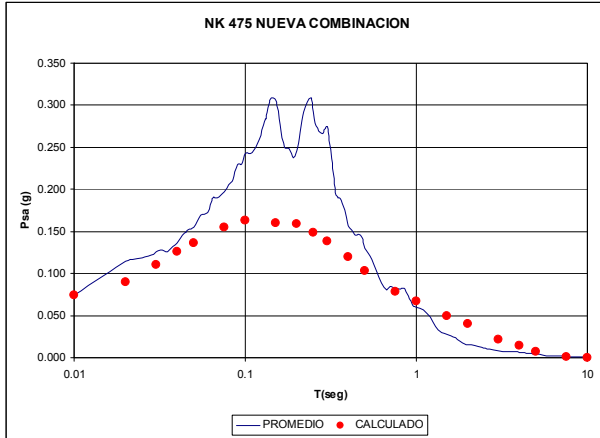


Figura 28 – Selección de Acelerogramas para PNK

PNK TR 144 años (PGA=0.036g)

COMBINACION DE 7 COMPONENTES

PNK TR 475 años (PGA=0.075g)

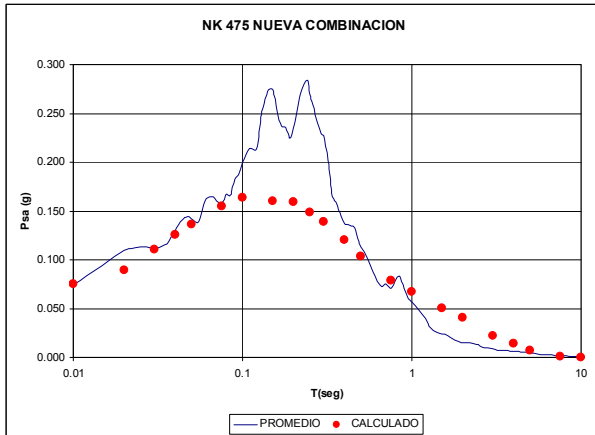


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN 1645 FN	RSN 1645 FP	RSN 1011 FN	RSN 1011 FP	RSN 23 FN	RSN 23 FP	RSN- 2995 H1
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-----------------	-----------------	--------------------

COMBINACION DE 4 COMPONENTES

PNK TR 475 años (PGA=0.075g)

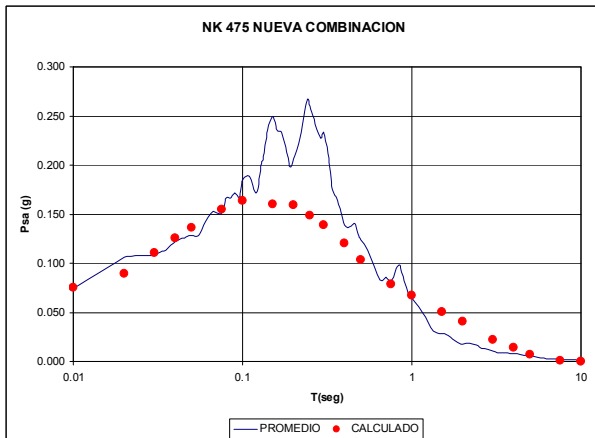


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN 1011 FN	RSN 23 FN	RSN 23 FP	RSN- 2995 H1
----------------	--------------	--------------	-----------------

COMBINACION DE 3 COMPONENTES

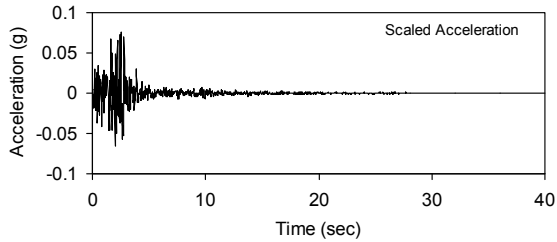
PNK TR 475 años (PGA=0.075g)



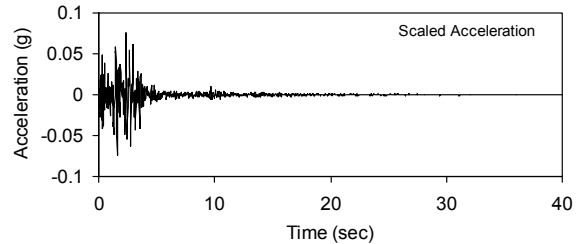
Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN 1011 FN	RSN 23 FN	RSN- 2995 H1
----------------	--------------	-----------------

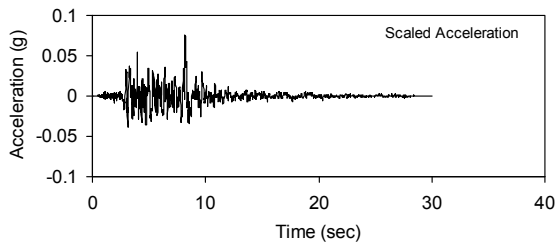
RSN-1645 FN: Sierra Madre (1991) Mt.Wilson. M=5.6



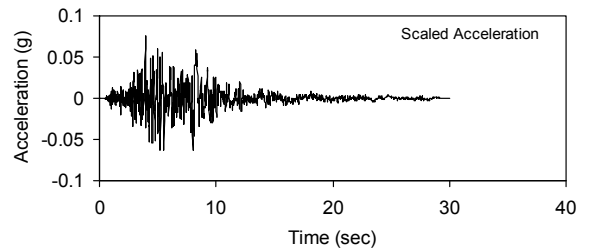
RSN-1645 FP: Sierra Madre (1991) Mt. Wilson



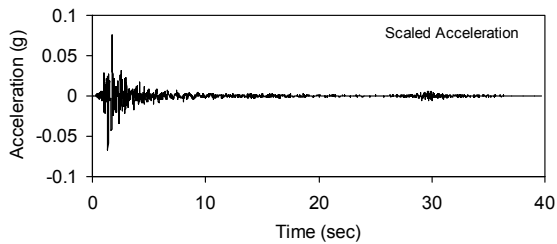
RSN 1011 FN: Northridge 01(1994) Wonderl. M=6.69



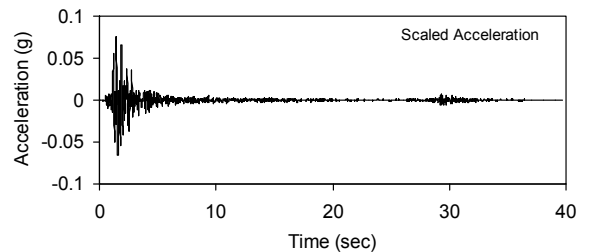
RSN 1011 FP: Northridge 01 (1994) Wonderland



RSN 23 FN: San Francisco (1957) Golden G. M=5.28



RSN 23 FP: San Francisco (1957) Golden G



RSN-2995 H1: Chi Chi Taiwan 05 (1999). M=6.2

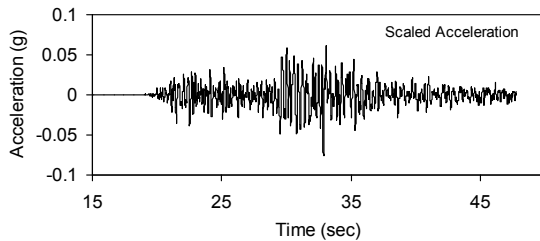


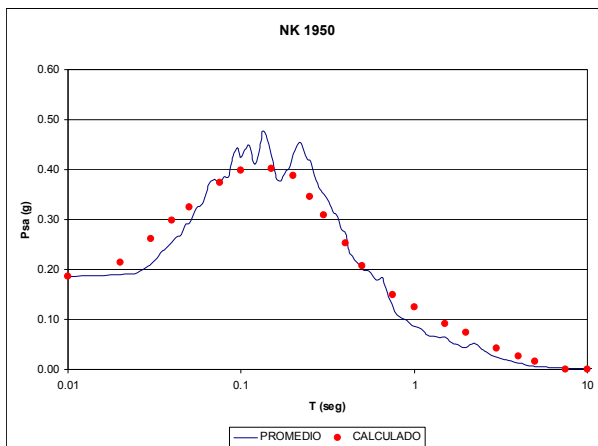
Figura 28 (cont)- Acelerogramas para PNK

PNK TR 475 años (PGA=0.075g)



COMBINACION DE 7 COMPONENTES

PNK TR 1950 años (PGA=0.185g)

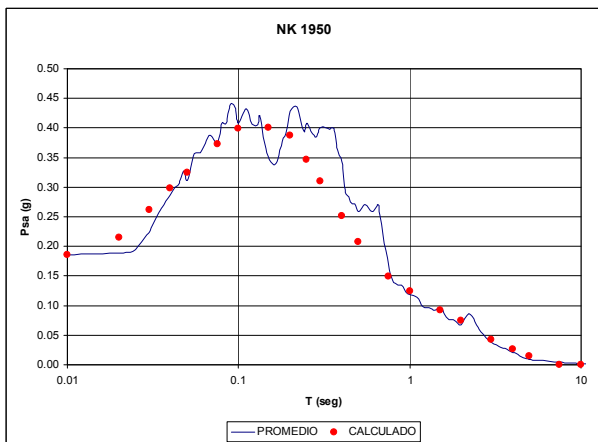


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-23 H1	RSN-23 H2	RSN-43 H1	RSN-680 H1	RSN-1715 H1	RSN-5618 H1	RSN-5618 H2
--------------	--------------	--------------	---------------	----------------	----------------	----------------

COMBINACION DE 4 COMPONENTES

PNK TR 1950 años (PGA=0.185g)

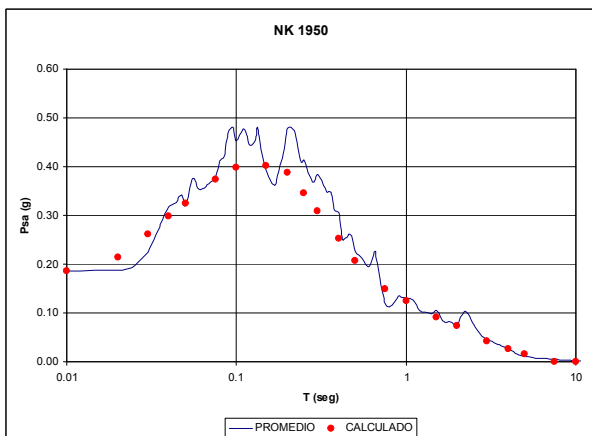


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-680 H1	RSN-1715 H1	RSN-5618 H1	RSN-5618 H2
---------------	----------------	----------------	----------------

COMBINACION DE 3 COMPONENTES

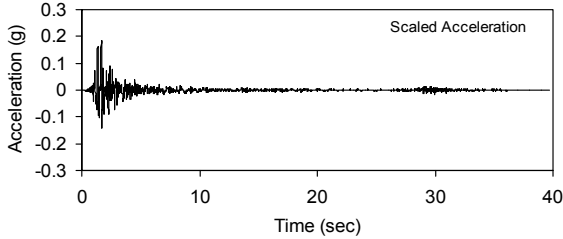
PNK TR 1950 años (PGA=0.185g)



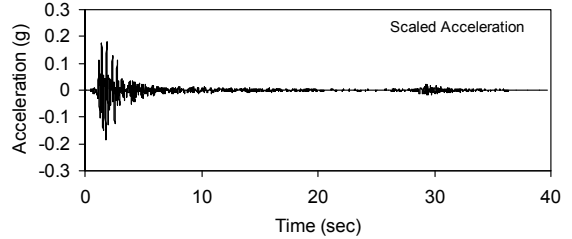
Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-1715 H1	RSN-5618 H1	RSN-5618 H2
----------------	----------------	----------------

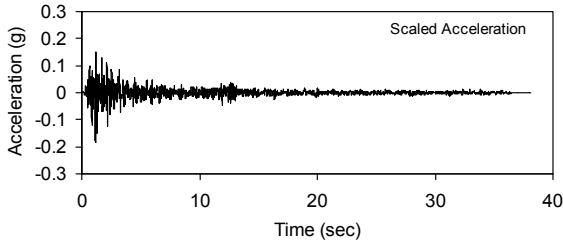
RSN-23 H1: San Francisco (1957) Golden G. M=5.28



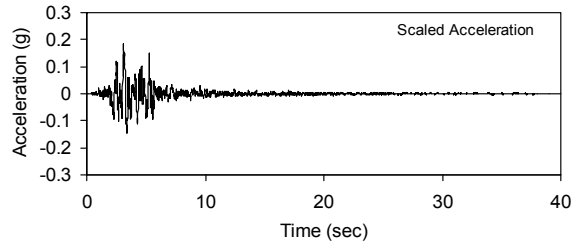
RSN-23 H2: San Francisco (1957) Golden G. M=5.28



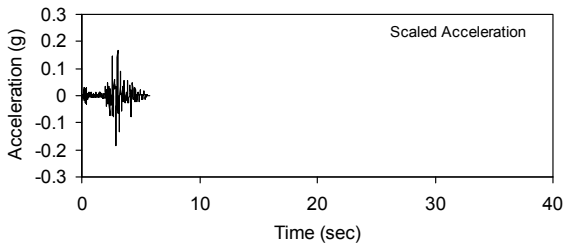
RSN-43 H1: Lytle Creek (1970) Cedar Spring. M=5.33



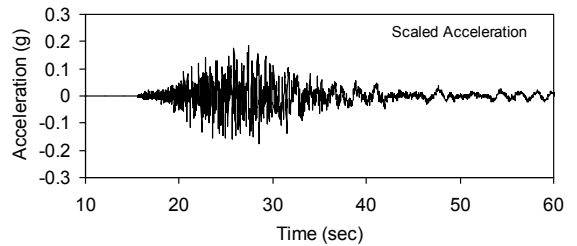
RSN-680 H1: Whittier N (1987) Pasadena CIT. M=5.99



RSN-1715 H1: Northridge06 (1994) Wonderl. M=5.28



RSN-5618 H1: Iwate (2008) IWT010. M=6.9



RSN-5618 H2: Iwate (2008) IWT010

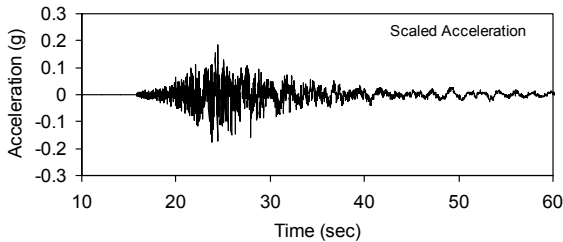
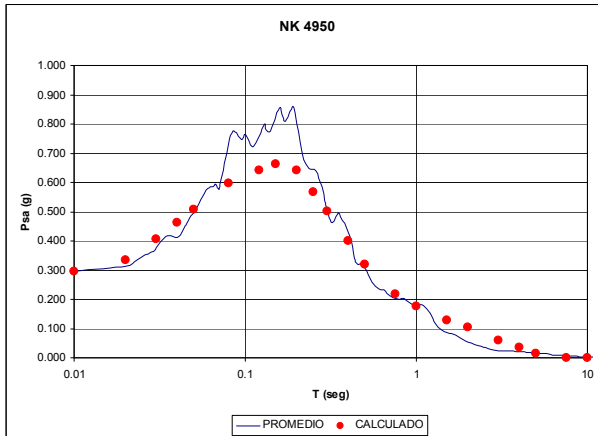


Figura (28 cont.) – Acelerogramas para PNK

PNK TR 1950 años (PGA=0.185g)

COMBINACION DE 7 COMPONENTES

PNK TR 4950 años (PGA=0.296 g)

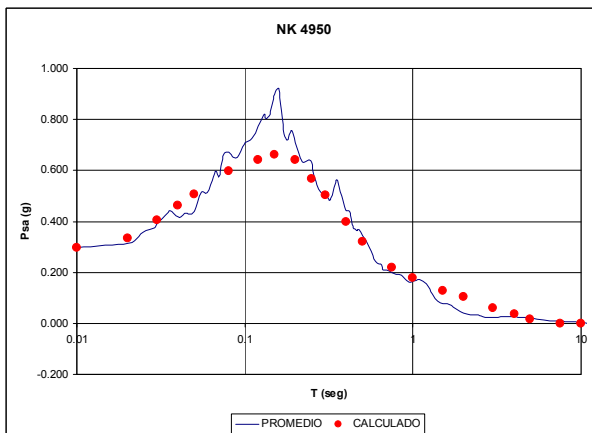


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-146 H-1	RSN-146 H-2	RSN-1078 H2	RSN-809 FN	RSN-809 FP	RSN-1011 FP	RSN-77 FP
----------------	----------------	----------------	---------------	---------------	----------------	--------------

COMBINACION DE 4 COMPONENTES

PNK TR 4950 años (PGA=0.296 g)

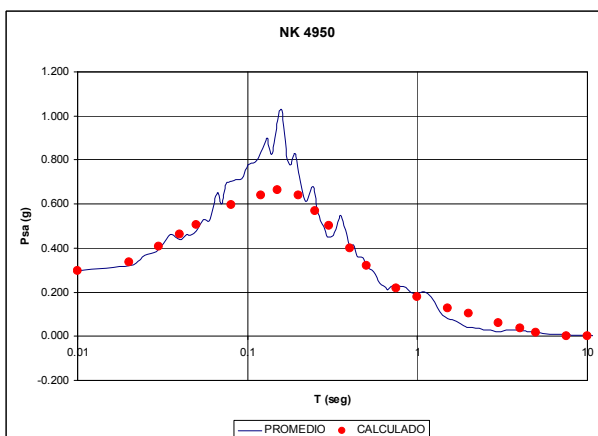


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN 809 FN	RSN 809 FP	RSN 1011 FP	RSN 77 FP
---------------	---------------	----------------	--------------

COMBINACION DE 3 COMPONENTES

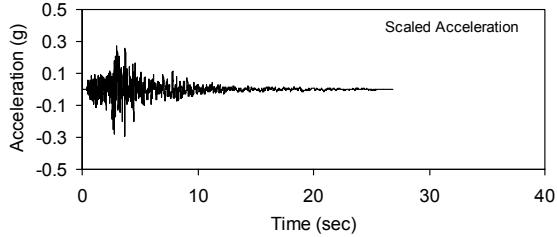
PNK TR 4950 años (PGA=0.296 g)



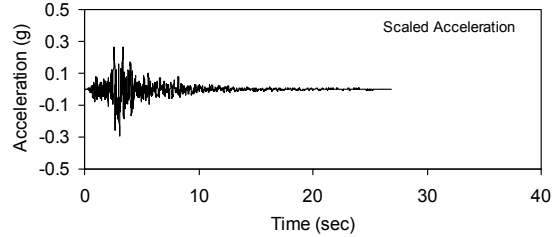
Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN 809 FN	RSN 809 FP	RSN 1011 FP
---------------	---------------	----------------

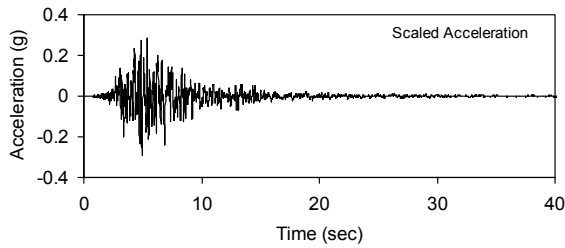
RSN-146 H-1: Coyote Lake (1979) Gilroy 01. M=5.71



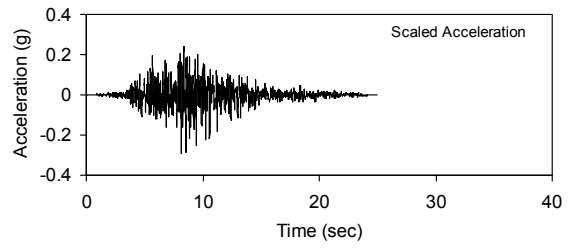
RSN-146 H-2: Coyote Lake (1979) Gilroy 01. M=5.71



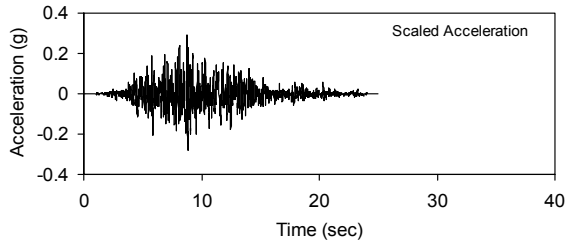
RSN-1078 H2: Northr- 01 (1994) S.Susana G. M=6.69



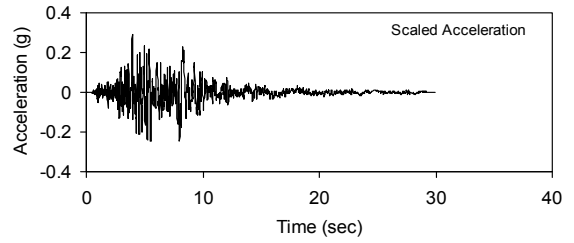
RSN-809 FN: Loma Prieta (1989) UCSC. M=6.93



RSN-809 FP: Loma Prieta (1989) UCSC. M=6.93



RSN-1011 FP: Northridge01. LA-Wonderl. M = 6.69



RSN-77 FP: San Fernando (1971) Pacoima. M=6.61

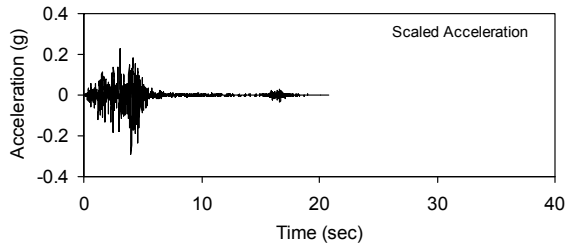


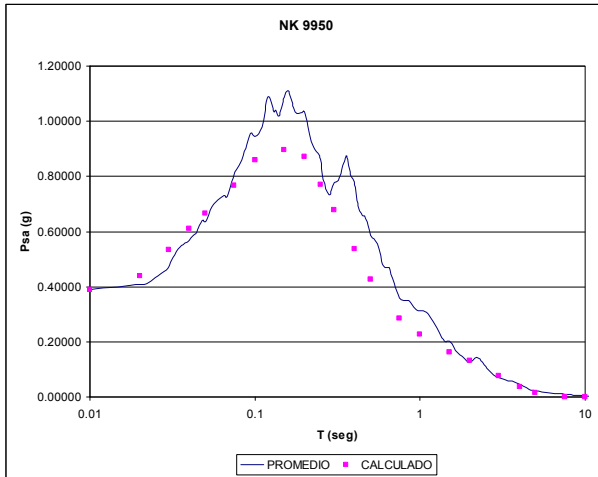
Figura 28 (cont.) – Acelerogramas para PNK

PNK TR 4950 años (PGA=0.296 g)



COMBINACION DE 7 COMPONENTES

PNK TR 9950 años (PGA: 0.39g)

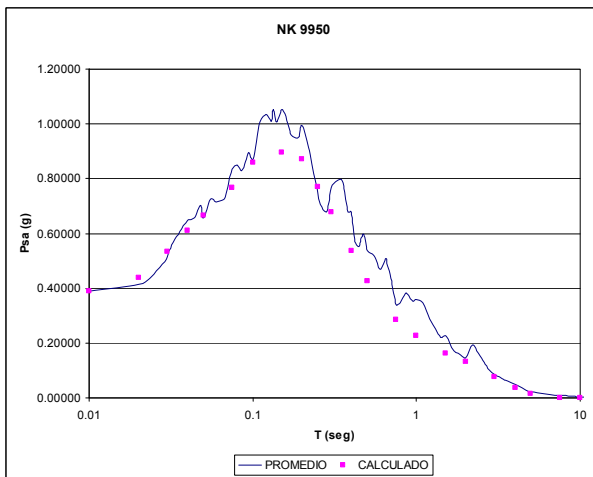


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

763	763	809	1011	1011	5618	5618
H-1	H-2	H-2	H1	H2	H1	H2

COMBINACION DE 4 COMPONENTES

PNK TR 9950 años (PGA: 0.39g)

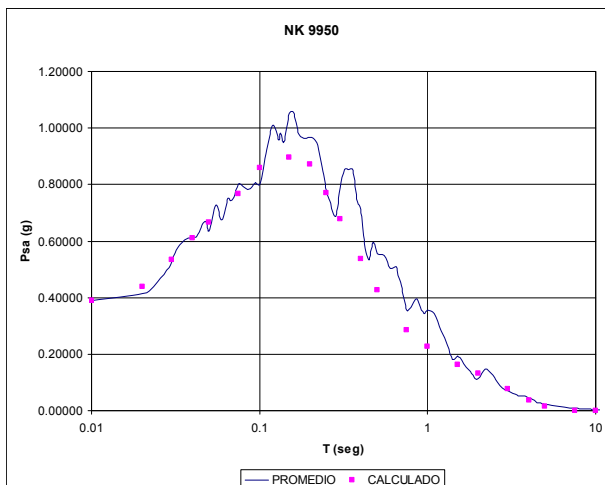


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-809	RSN-1011	RSN-5618	RSN-5618
H-2	H2	H1	H2

COMBINACION DE 3 COMPONENTES

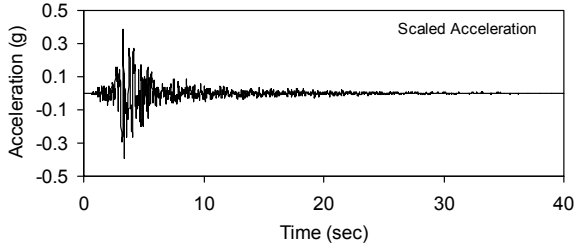
PNK TR 9950 años (PGA: 0.39g)



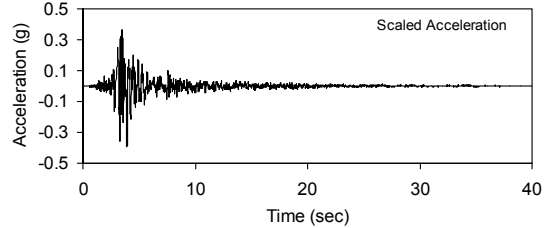
Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-809	RSN-1011	RSN-5618
H-2	H2	H1

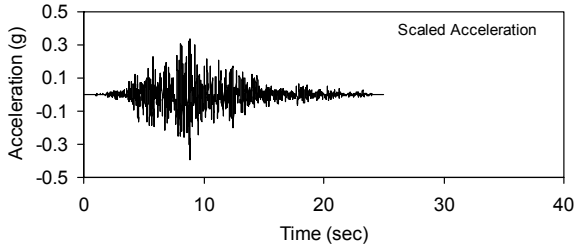
RSN-763 H-1: Loma Prieta (1989) Gilroy-Gav. M=6.93



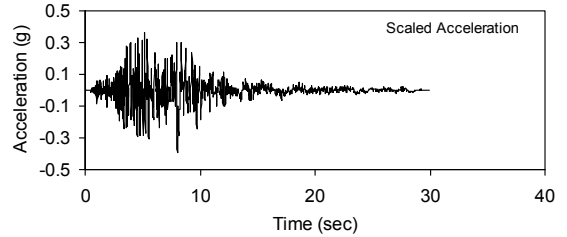
RSN-763 H-2: Loma Prieta (1989) Gilroy-Gav. M=6.93



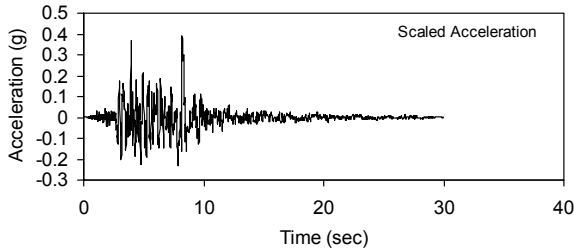
RSN-809 H-2: Loma Prieta (1989) UCSC. M=6.93



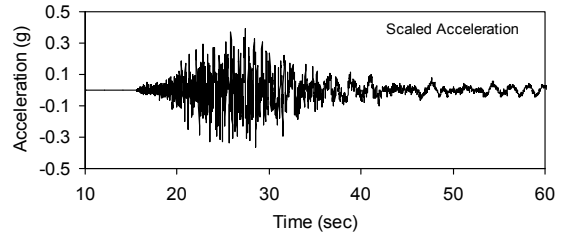
RSN-1011 H1: Northridge01. LA-Wonderl. M = 6.69



SN-1011 H2: Northridge01. LA-Wonderl. M = 6.69



RSN-5618 H1: Iwate (2008) IWT010. M=6.9



RSN-5618 H2: Iwate (2008) IWT010. M=6.9

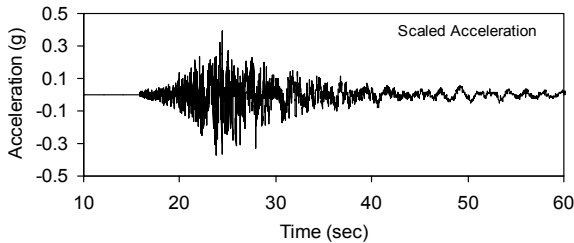


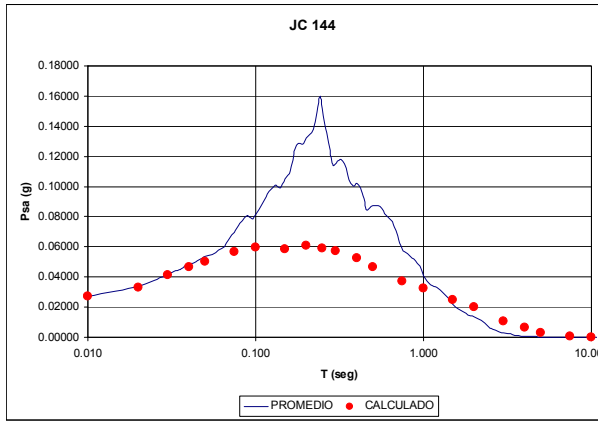
Figura 28 (cont)- Acelerogramas para PNK

PNK TR 9950 años (PGA: 0.39g)



COMBINACION DE 7 COMPONENTES

GJC TR 144 años (PGA =0.027g)

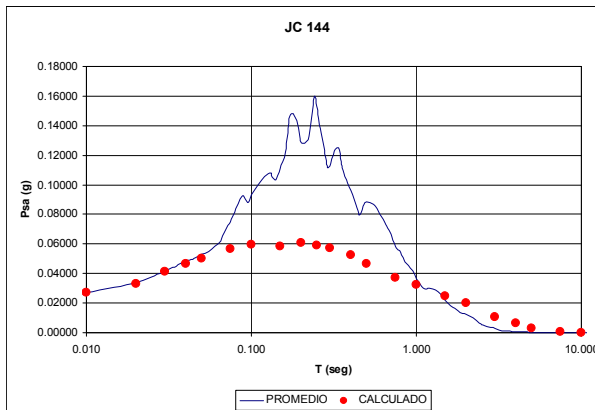


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-2367 H2	RSN-3249 H1	RSN-3249 H2	RSN-3537 H1	RSN-3537 H2	RSN-3542 H1	RSN-3542 H2
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

COMBINACION DE 4 COMPONENTES

GJC TR 144 años (PGA =0.027g)

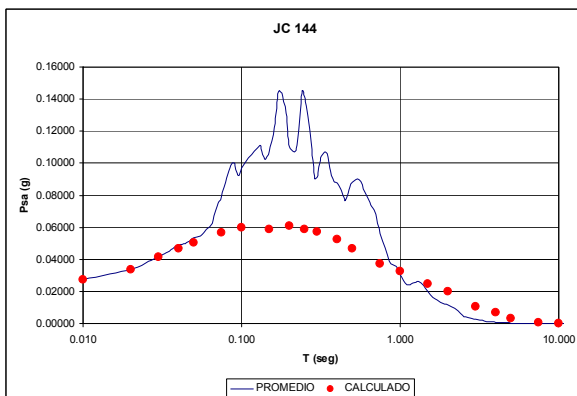


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-3249 H1	RSN-3249 H2	RSN-3537 H1	RSN-3542 H1
-------------	-------------	-------------	-------------

COMBINACION DE 3 COMPONENTES

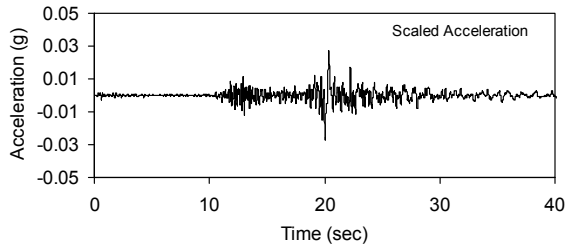
GJC TR 144 años (PGA =0.027g)



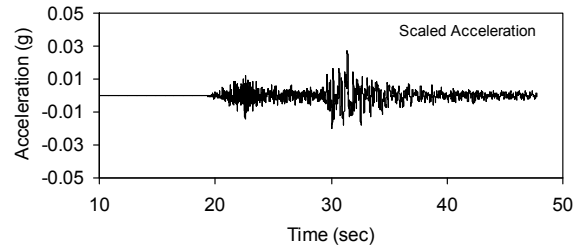
Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-3249 H1	RSN-3249 H2	RSN-3537 H1
-------------	-------------	-------------

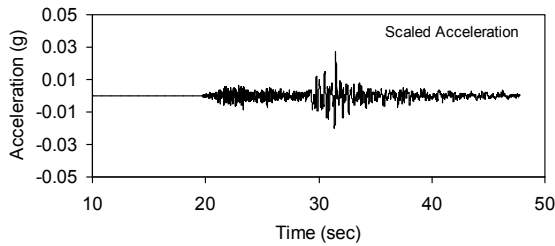
RSN-2367 H2: ChiChi02. (1999)TCU045. M =5.9



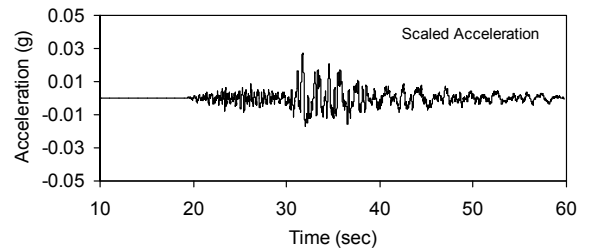
RSN-3249 H1: ChiChi05. (1999) TTN040. M=6.2



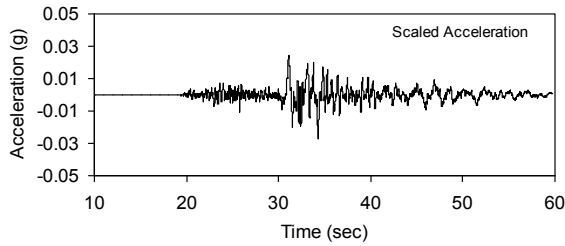
RSN-3249 H2: ChiChi05. (1999) TTN040. M=6.2



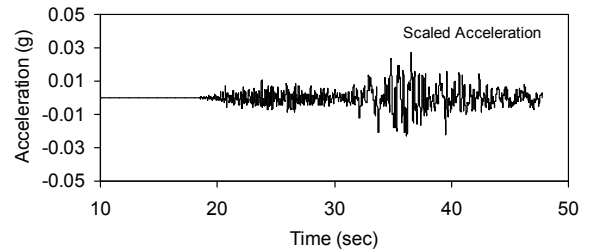
RSN-3537 H1: ChiChi06. (1999) TTN032. M =6.3



RSN-3537 H2: ChiChi06. (1999) TTN032. M =6.3



RSN-3542 H1: ChiChi06. (1999) TTN042. M =6.3



RSN-3542 H2: ChiChi06. (1999) TTN042. M =6.3

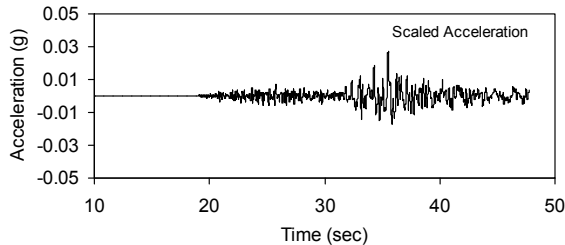


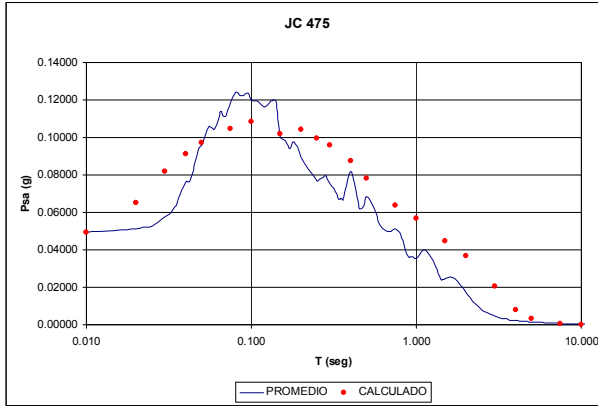
Figura 29 – Selección de Acelerogramas para GJC

GJC TR 144 años (PGA =0.027g)



COMBINACION DE 7 COMPONENTES

GJC TR 475 años (PGA=0.049)

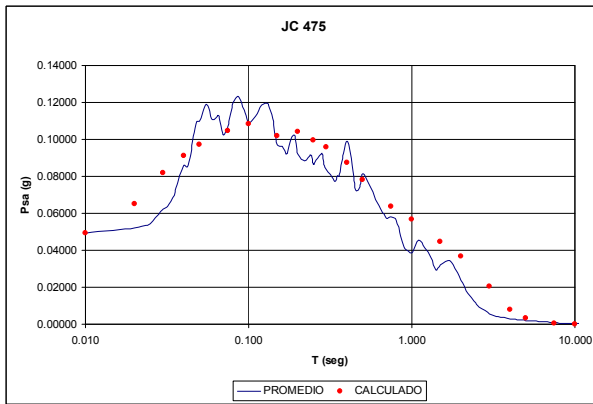


Acclerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-296 H-2	RSN-2966 H1	RSN-4554 H-1	RSN-4554 H-2	RSN-43 H1	RSN-43 H2	RSN-643 H1
----------------	----------------	-----------------	-----------------	--------------	--------------	---------------

COMBINACION DE 4 COMPONENTES

GJC TR 475 años (PGA=0.049)

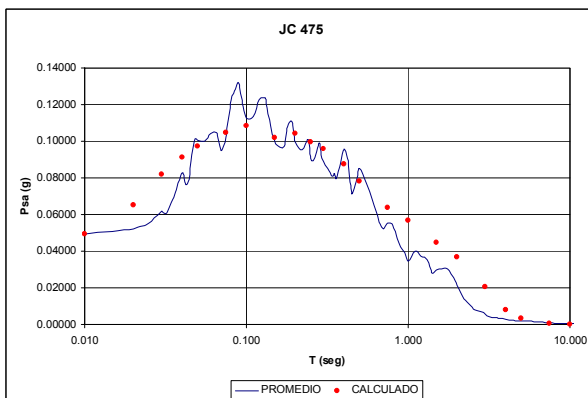


Acclerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-2966 H1	RSN-4554 H-1	RSN-4554 H-2	RSN-43 H2
-------------	--------------	--------------	-----------

COMBINACION DE 3 COMPONENTES

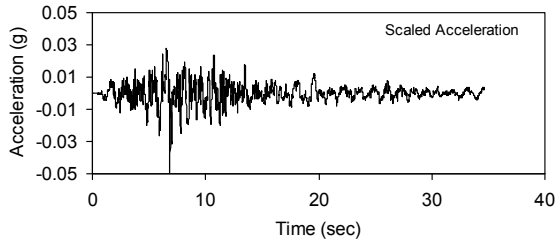
GJC TR 475 años (PGA=0.049)



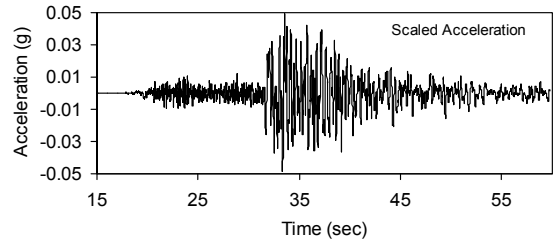
Acclerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-2966 H1	RSN-4554 H-1	RSN-43 H2
-------------	--------------	-----------

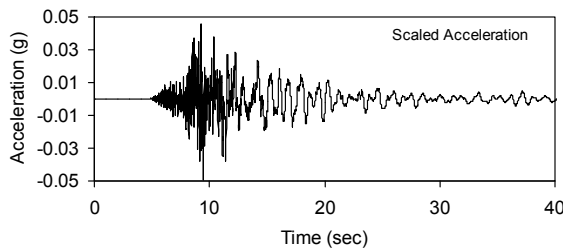
RSN-296 H-2: Irpinia01 (1980) Bagnoli Irpinio. M =6.2



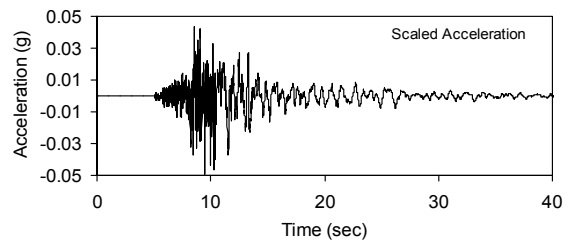
RSN-2966 H1: ChiChi T05 (1999) CHY062. M =6.2



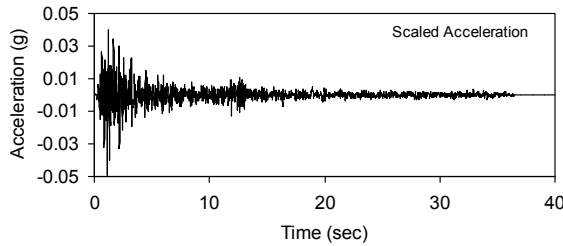
RSN-4554 H-1: L'Aquila (2009) L.A Parking. M =5.4



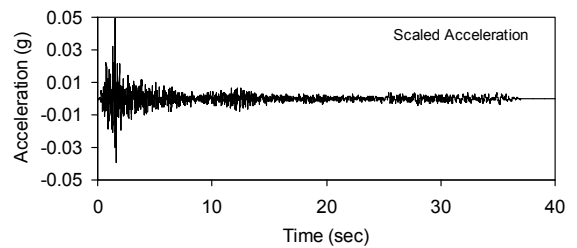
RSN-4554 H-2: L'Aquila (2009) L.A Parking. M =5.4



RSN-43 H1:Lytle Creek (1970) Cedar Spring.M=5.33



RSN-43 H2: Lytle Creek (1970) Cedar Spring. M=5.33



RSN-643 H1: Whittier N. (1987) LA Wonderl. M=5.99

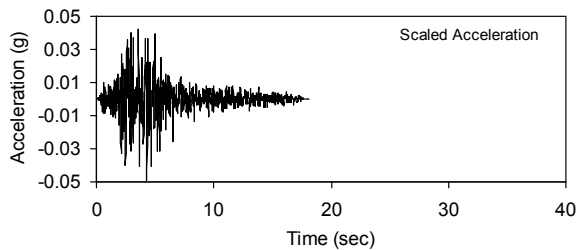


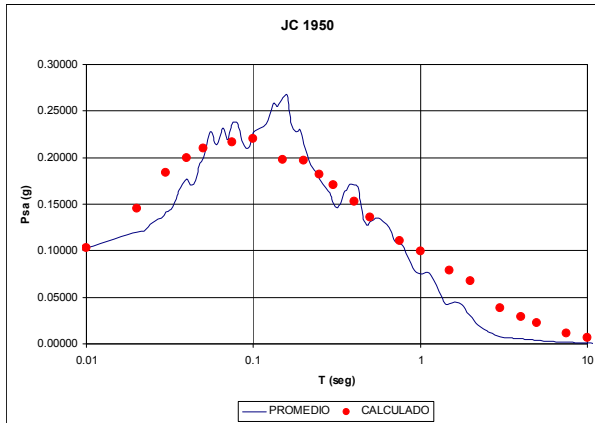
Figura 29 (cont.) – Acelerogramas para GJC

GJC TR 475 años (PGA=0.049)



COMBINACION DE 7 COMPONENTES

GJC TR 1950 años (PGA = 0.10g)

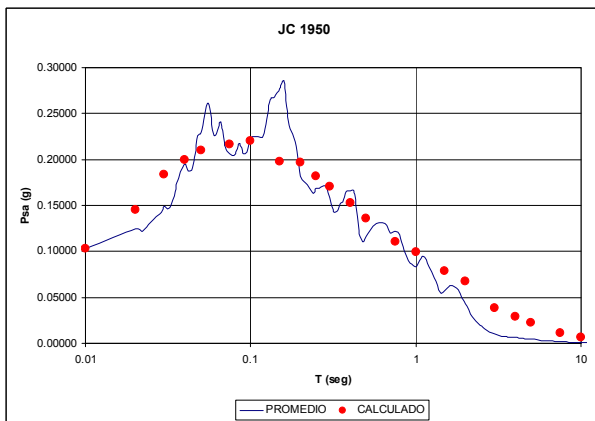


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-225 H2	RSN-4551 H1	RSN-4551 H2	RSN-4554 H1	RSN-4554 H2	RSN-809 FN	RSN-809 FP
---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---------------	---------------

COMBINACION DE 4 COMPONENTES

GJC TR 1950 años (PGA = 0.10g)

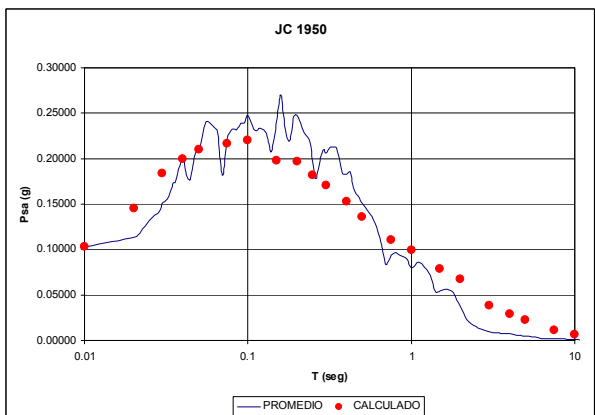


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-4551 H1	RSN-809 FN	RSN-4554 H1	RSN-4554 H2
----------------	---------------	----------------	----------------

COMBINACION DE 3 COMPONENTES

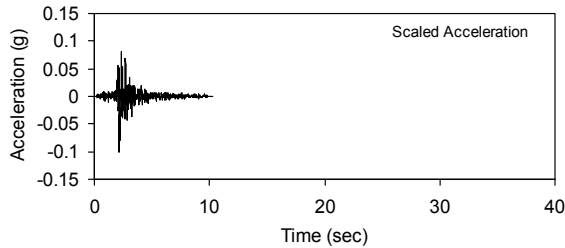
GJC TR 1950 años (PGA = 0.10g)



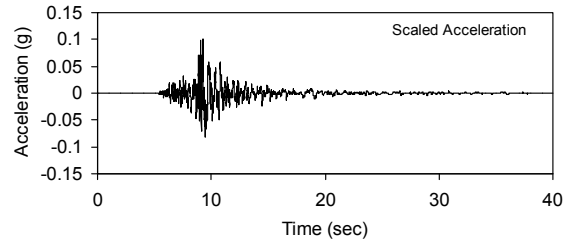
Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-809 FP	RSN-765 FP	RSN-4554 H1
---------------	---------------	----------------

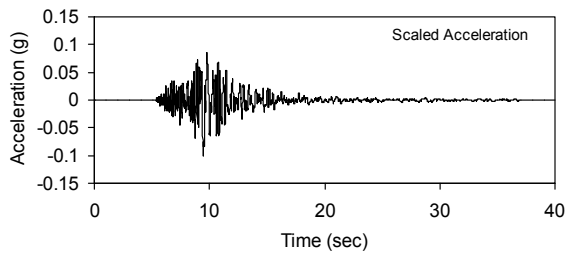
RSN-225 H2: Anza(HorseC)01(1980)PinyonF.M=5.19



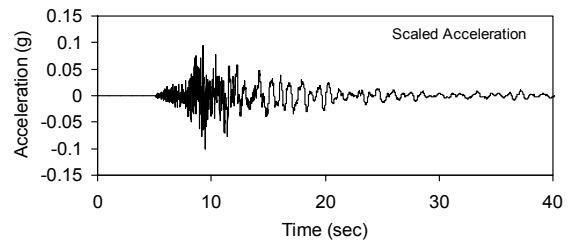
RSN-4551 H1: L'Aguila (2009). V.Aterno. M= 5.4



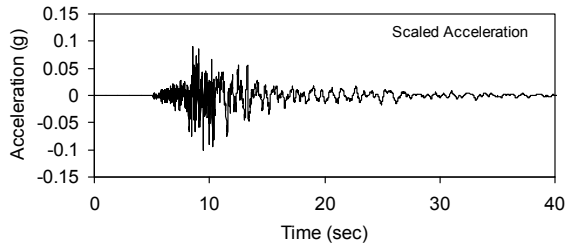
RSN-4551 H2: L'Aguila (2009). V.Aterno. M= 5.4



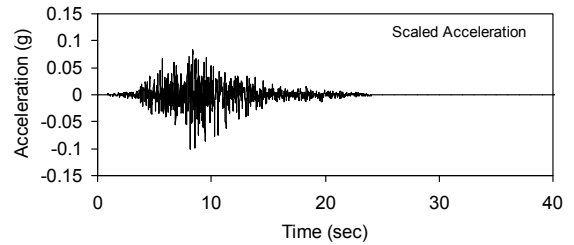
RSN-4554 H1: L'Aguila (2009) L.A Parking. M =5.4



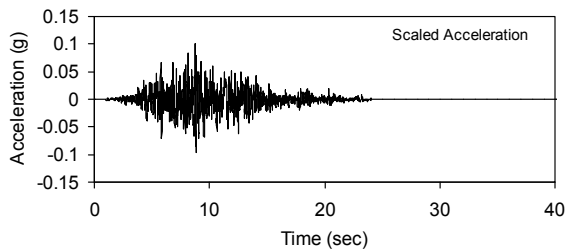
RSN-4554 H2: L'Aguila (2009) L.A Parking. M =5.4



RSN-809 FN: Loma Prieta (1989) UCSC. M=6.93



RSN-809 FP: Loma Prieta (1989) UCSC. M=6.93



RSN 765 FP: Loma Prieta (1989) Gilroy01. M=6.93

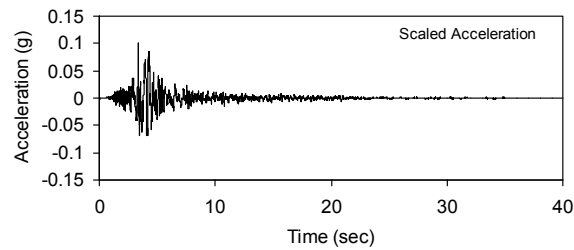
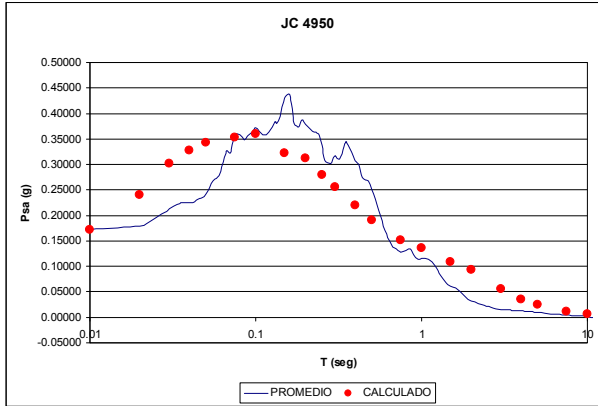


Figura 29 (cont.)– Acelerogramas para GJC

GJC TR 1950 años (PGA = 0.10g)

COMBINACION DE 7 COMPONENTES

GJC TR 4950 años (PGA=0.172g)

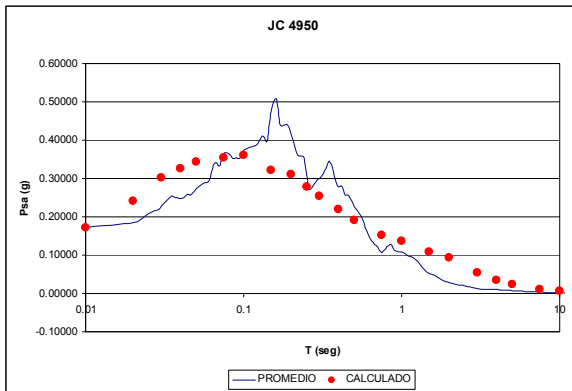


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN 809	RSN 809	RSN 765	RSN 1011	RSN 1011	RSN 77	RSN 77
FN	FP	FP	FN	FP	FN	FP

COMBINACION DE 4 COMPONENTES

GJC TR 4950 años (PGA=0.172g)

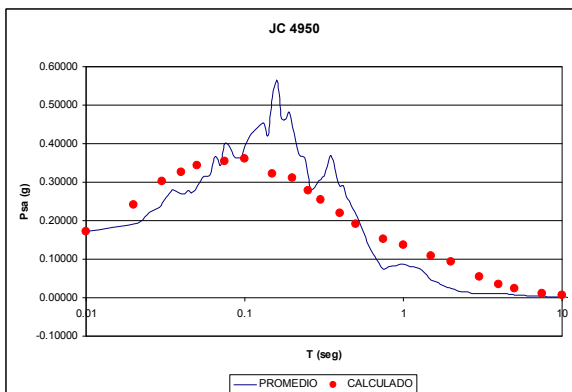


Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN 809	RSN 809	RSN 765	RSN 1011
FN	FP	FP	FN

COMBINACION DE 3 COMPONENTES

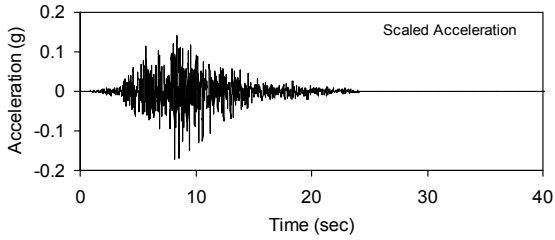
GJC TR 4950 años (PGA=0.172g)



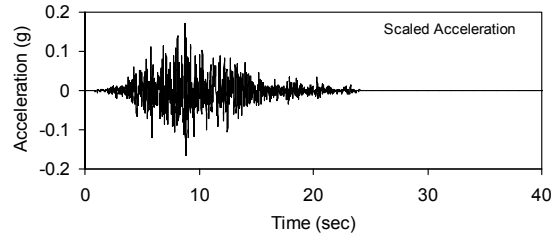
Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN 809	RSN 809	RSN 765
FN	FP	FP

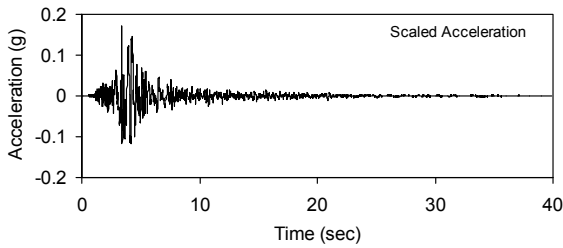
RSN-809: FN Loma Prieta (1989) UCSC. M=6.93



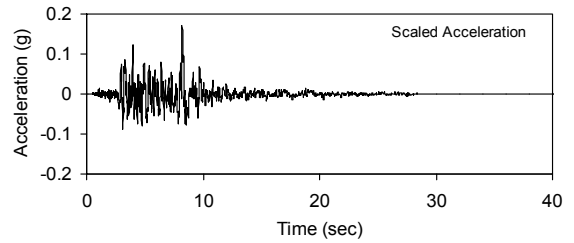
RSN-809: FP Loma Prieta (1989) UCSC. M=6.93



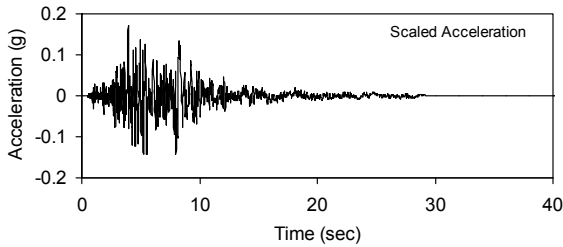
RSN-765 FP: Loma Prieta (1989) Gilroy01. M=6.93



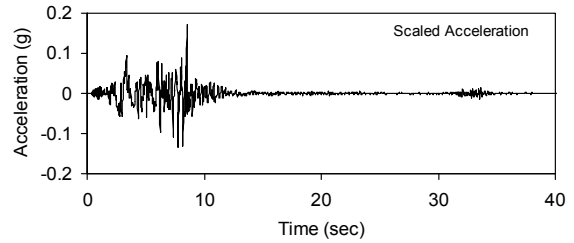
RSN-1011 FN: Northridge01. LA-Wonderl. M = 6.69



RSN-1011 FP: Northridge01. LA-Wonderl. M = 6.69



RSN-77 FN: San Fernando (1971) Pacoima. M=6.61



RSN-77 FP: San Fernando (1971) Pacoima. M=6.61

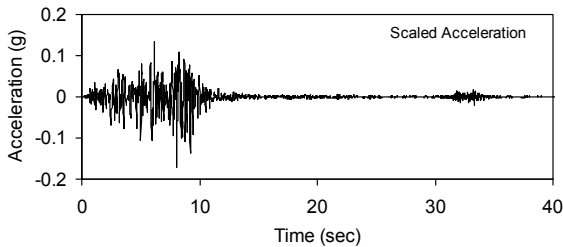
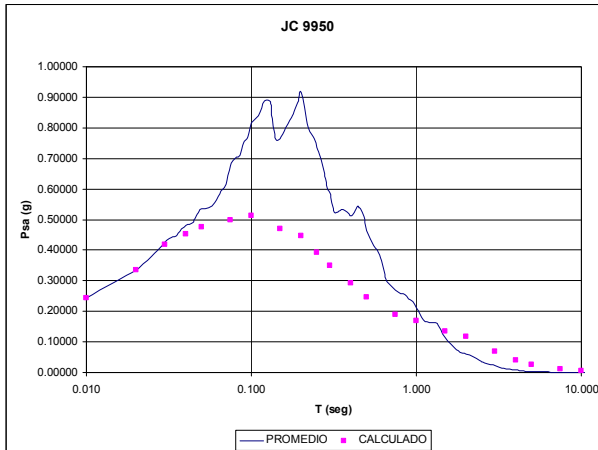


Figura 29 (cont) – Acelerogramas para GJC

GJC TR 4950 años (PGA=0.172g)

COMBINACION DE 7 COMPONENTES

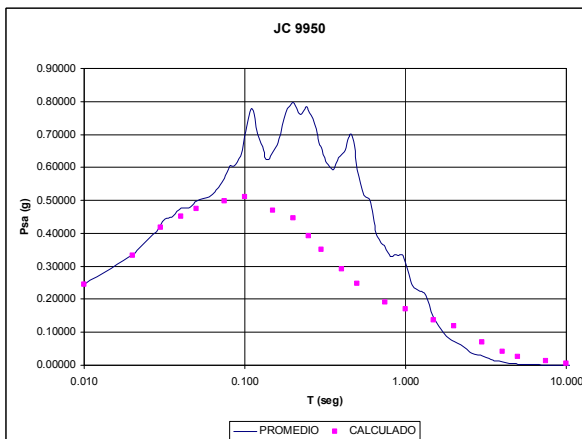


GJC TR 9950 años (PGA:0.244 g)

Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-748 H-2	RSN-793 H-1	RSN-793 H-2	RSN-797 H-1	RSN-797 H-2	RSN-4852 H2	RSN-5820 H2
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

COMBINACION DE 4 COMPONENTES

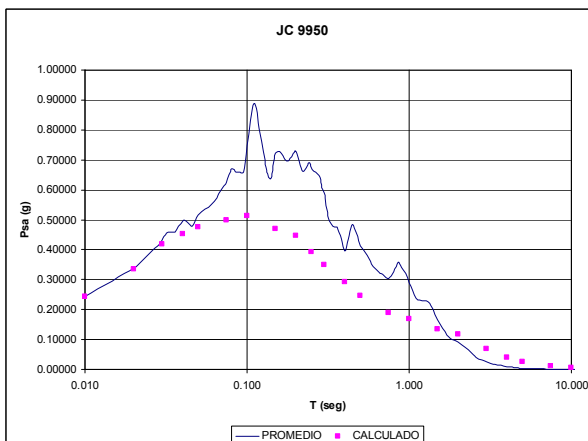


GJC TR 9950 años (PGA:0.244 g)

Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-748 H-2	RSN-793 H-1	RSN-793 H-2	RSN-797 H-1
----------------	----------------	----------------	----------------

COMBINACION DE 3 COMPONENTES

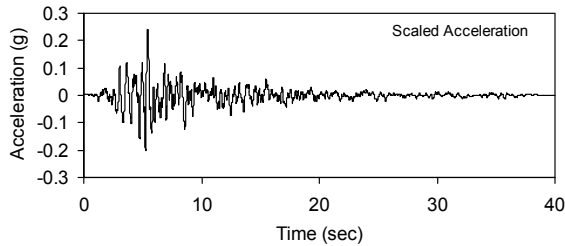


GJC TR 9950 años (PGA:0.244 g)

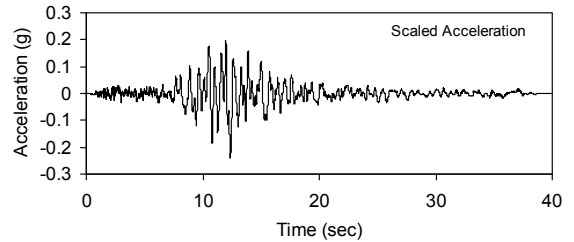
Acelerogramas cuyos espectros participan en el promedio

RSN-793 H-2	RSN-797 H-1	RSN-797 H-2
----------------	----------------	----------------

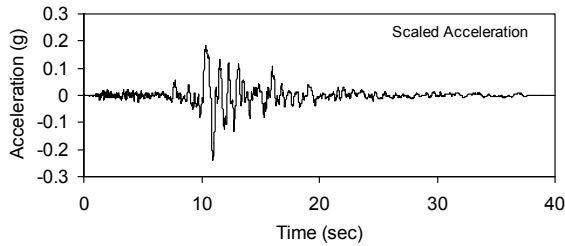
RSN-748 H-2: Loma Prieta (1989) Belmont. M =6.93



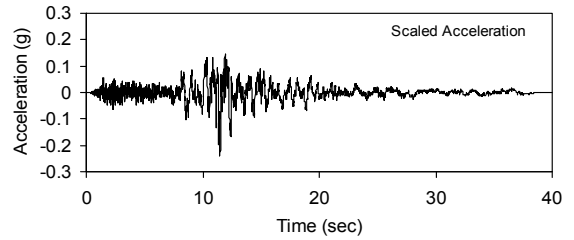
RSN-793 H-1: Loma Prieta (1989) SF Cliff H. M=6.93



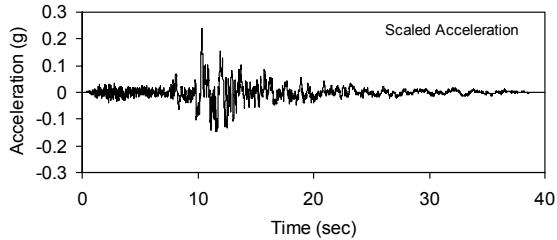
RSN-793 H-2: Loma Prieta (1989) SF Cliff H. M=6.93



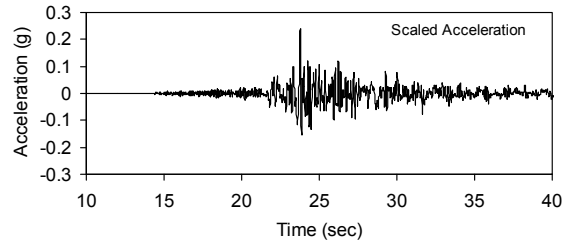
RSN-797 H-1: Loma Prieta (1989) SF.Rincón.M=6.93



RSN-797 H-2: Loma Prieta (1989) SF.Rincón. M=6.93



RSN-4852 H2: Chuetsu-oki (2007) Joetsu. M =6.8



RSN-5820 H2: Iwate (2008) Okura. M =6.9

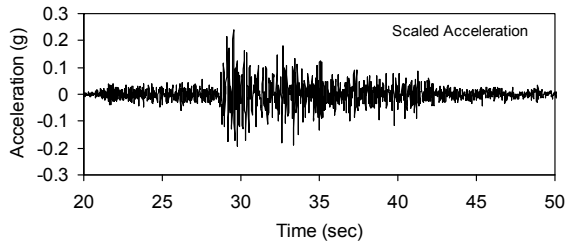



Figura 29 (cont)– Acelerogramas para GJC

GJC TR 9950 años (PGA:0.244 g)

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 60 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

11. CONCLUSIONES

El sitio de emplazamiento de las presas NK y JC se encuentra en la Meseta Patagónica extraandina, que es una zona relativamente estable con relación a las comarcas vecinas, la faja plegada y corrida de los Andes Australes y Tierra del Fuego.

La fuente sismogénica más importante es la falla Magallanes que constituye el límite entre la Placa Sudamericana y la Placa de Scotia. Es una falla de rumbo dextral a lo largo de la cual se acumulan deformaciones debido al movimiento relativo entre las dos placas que es de unos 2 cm/año.

La falla de Magallanes tiene un potencial sismogénico de $M = 8$. En el caso de los sismos de subducción en la costa chilena, el potencial sismogénico es de $M = 8.5$, un poco menor al registrado en 1960 en Valdivia.

La faja plegada y corrida de los Andes Australes, tiene un potencial sismogénico capaz de producir sismos con $M = 7.8$.

Con relación a la meseta Patagónica extraandina, los sismos registrados están en el rango $M = 4$ a 5.5 . Por esa razón se le asigna un potencial sismogénico de $M = 6$.

Las fallas neotectónicas a lo largo del río Santa Cruz, en especial en Bajada Fortaleza y Ea Rincón Grande, postuladas por Massabie (2006) no ha podido ser constatadas en el campo, pero podrían tener actividad de muy baja recurrencia, con una magnitud máxima de $M = 7.0$.

La distancia a los sitios a los centros de efusión volcánica es significativa, por lo que los espesores de caída de ceniza no serían importantes en las obras (10-15 cm).

La afectación de los embalses por cenizas trasladadas fluvial puede ser importante, aunque diferida en el tiempo.

Las crecidas por fusión de hielo son comparables con la de rotura de glaciar.

En la determinación de las fuentes sismogénicas se ha partido de la regionalización sísmica de Flinn y Engdahl, la que ha sido actualizada en función de las regiones definidas tectónicamente.

La sismicidad obtenida en los catálogos se procesado para obtener los parámetros de recurrencia de Gutenberg-Richter para cada zona y para las fallas que se consideran posibles fuentes sismogénicas. Dentro de estas se encuentra la Falla de Magallanes y los rasgos geotectónicos definidos por Massabie.


El cálculo probabilístico, PHS se ha realizado para los distintos períodos de retorno fijados previamente, cinco por cada sitio. El máximo valor corresponde al denominado TS, que alcanza en PNK valores de $PGA = 0.39g$ y en GJC, una $PGA = 0.24g$. Estos valores están definidos en el sustrato rocoso.

Se han computado los UHS, espectros de riesgo uniforme para cada uno de los períodos de retorno, con un amortiguamiento del 5%.

En cada sitio se ha desagregado el cálculo en base a distancias y magnitudes para definir su influencia y seleccionar apropiadamente acelerogramas.


En base a los espectros, se han seleccionado de 3 a 7 acelerogramas del banco de PEER, cuyo promedio se acerca a los valores calculados. Asimismo, se han modificado un acelerograma para cada sitio y escenario de manera que ajuste al espectro respectivo.

Los registros obtenidos en roca deben ser adaptados a las condiciones de borde de los modelos numéricos que se implementen.

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 61 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

12. REFERENCIAS

- Abrahamson NA and Silva WJ. (1997) Empirical response spectral attenuation relations for shallow crustal earthquakes. *Seismol Res Lett*: 68 (1):94–127.
- Adaros, R.E. 2003. Sismicidad y tectónica del extremo sur de Chile. Tesis de Magister en Ciencias, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile, 82 pp.
- Atkinson G, Boore D. (2006) Earthquake ground-motion prediction equations for Eastern North America. *Bull Seismol Soc Am*:96 (6): 2181–205.
- Bazzurro, P., and C. A. Cornell (1999). Disaggregation of seismic hazard, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 89, 501–520.
- Buffoni C, N.C. Sabbione, G. Connon y J. L. Ormaechea (2009) Localización de hipocentros y determinación de su magnitud en Tierra del fuego y zonas aledañas. *GEOACTA* 34, 75-86.
- Cisternas, A. y Vera, E. 2008. Sismos históricos y recientes en Magallanes. *Magallania* 36, 43–51.
- Costa, C., Smalley, R., Schwartz, D., Stenner, H., Ellis, M., Ahumada, E., Velasco, M. 2006. Paleoseismic observations of an onshore transform boundary: the Magallanes–Fagnano Fault, Tierra del Fuego, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 61, 647–657
- Flinn EA and Engdahl E R. (1965) A proposed basis for geographical and seismic regionalization. *RevGeophys*: 3:123–49
- Giacosa R., Fracchia D. and Heredia N. (2012) Structure of the southern Patagonian Andes at 49°, Argentina. *Geologica Acta*, Vol. 10: 265-282.
- Giardini D, Grünthal G, Shedlock K, Zhang P. (1999). The GSHAP global seismic hazard map. *Ann Geofis*: 42(6):1225–30.
- González Bonorino, G., Rinaldi, V., Abascal, L., Alvarado, P., Bujalesky, G., Guell, A. 2012. Paleoseismicity and seismic hazard in southern Patagonia (Argentina–Chile; 50–55 S) and the role of the Magallanes–Fagnano transform fault. *Natural Hazards* 61, 337–349.
- Kreemer C, E Klein, ZK Shen, M. Wang, L. Estey, S. Wier, F. Boler (2014) Global geodetic strain rate model. GEM Technical Report 2014-07.
- Martinic M. (2008) Registro histórico de antecedentes volcánicos y sísmicos en la patagonia austral y la tierra del fuego. *MAGALLANIA*, Vol. 36(2):5-18.
- Massabie A., Sanguinetti, A.S. y Nestiero, O.E. (2008) Evidencias geomorfológicas de actividad tectónica cuaternaria en el valle del río Santa Cruz, Patagonia, Argentina. *Congreso Uruguayo de Geología*.
- ICOLD (2010) Selecting Seismic Parameters for Large Dams Guidelines. Boletín 148. Paris.
- Idriss I.M. and Archuleta R.J. (2007) Evaluation of earthquake ground motions. Division of Dam Safety and Inspection. F.E.R.C. Washington.
- INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica) 2014. Catálogo On line. San Juan. Argentina.
- IRIS. Catalogo On line. University of Washington. USA
- Ordaz M, Martinelli F, Aguilar A, Arboleda J, Meletti C, D’Amico V. CRISIS 2012, program for computing seismic hazard. Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ordaz M.G., Cardona O.D., Salgado-Gálvez M.A., Bernal-Granados G.A., Singh S.K., Zuloaga-Romero D. (2014) Probabilistic seismic hazard assessment at global level. *International J. of Disaster Risk Reduction*.
- Perucca, L., Bastías, H. 2008. Neotectonics, seismicity and paleoseismicity. Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego. *Development in Quaternary Science Series*, Rabassa, J. (ed). Elsevier: Amsterdam, The Netherlands; 73–94.
- Perucca L., Alvarado P. and Saez M. (2015) Neotectonics and seismicity in southern Patagonia. *Geological J.* DOI: 10.1002/gj.2649.

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 62 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

Ramos V.A. (2005) Seismic ridge subduction and topography: foreland deformation in the Patagonian Andes. *Tectonophysics* 399 (2005): 73-86.


Schwartz, D., Stenner, H., Costa, C. 2002. Rupturas asociadas a los sismos Ms 7.8 de 1949 en Tierra del Fuego: investigaciones paleosismológicas iniciales. 15° Congreso Geológico Argentino 1, 136–138.

Smalley, R. Jr. (2003) Geodetic determination of relative plate motion and crustal deformation across the Scotia-South America plate boundary in eastern Tierra del Fuego. *G3*. Volume 4, Number 9. 1070, doi:10.1029/2002GC000446

USGS (2015). Catálogo on line. NEIC. Golden. USA.

USACE (1999) Response spectra and seismic analysis for concrete hydraulic structures. Manual EM 1110-2-6050.

Youngs RR, Chiou SJ, Silva WJ, Humphrey JR. (1997) Strong ground motion attenuation relationships for subduction zone earthquakes. *Seismol Res Lett*: 68(1):58–73.

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 63 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

ANEXO 1 – LISTADO DEPURADO DE SISMOS

Año	Mes	Día	Lat	Long	Dep	MAG	FUENTE
1879	2	1	-53.00	-76.67	30.00	7.30	GUC
1907	11	19	-53.00	-70.50	33.00	0.00	SJA
1907	11	19	-53.00	-70.50	33.00	0.00	SJA
1907	11	19	-53.00	-70.50	33.00	0.00	SJA
1919	8	11	-51.50	-75.50	0.00	0.00	CERESIS
1929	6	7	-53.00	-65.50	0.00	0.00	CERESIS
1930	7	13	-56.00	-67.00	0.00	6.30	CERESIS
1944	1	24	-50.20	-72.15	30.00	5.00	SJA
1949	12	17	-53.92	-69.60	10.00	7.65	isc
1949	12	17	-53.91	-69.75	10.00	7.32	isc
1950	1	3	-46.00	-75.50	0.00	6.00	CERESIS
1950	1	30	-53.47	-71.07	15.00	6.80	isc
1950	5	13	-51.88	-72.00	33.00	0.00	SJA
1959	4	8	-50.50	-73.00	33.00	6.20	CGS
1959	9	4	-47.00	-75.00	0.00	0.00	CERESIS
1960	5	23	-48.09	-75.70	20.00	6.14	isc
1960	5	24	-50.88	-73.07	25.00	5.98	isc
1960	5	25	-47.00	-75.00	0.00	0.00	CERESIS
1960	5	27	-45.06	-76.19	25.00	5.81	isc
1960	5	28	-46.00	-74.50	60.00	0.00	CERESIS
1960	6	2	-46.19	-74.16	20.00	6.11	isc
1960	6	6	-45.72	-72.88	50.00	7.80	isc
1960	6	7	-46.00	-74.00	60.00	0.00	CERESIS
1960	6	12	-46.00	-74.00	0.00	0.00	CERESIS
1961	8	1	-47.20	-73.90	33.00	0.00	CERESIS
1961	12	13	-50.90	-73.60	50.00	0.00	CERESIS
1962	3	23	-48.50	-76.10	33.00	0.00	CERESIS
1963	5	19	-46.53	-75.30	20.00	6.40	isc
1965	2	14	-46.00	-76.10	33.00	4.80	CERESIS
1965	11	28	-45.85	-72.96	25.00	6.20	isc
1966	9	29	-50.47	-72.40	52.00	4.70	CERESIS
1967	2	15	-54.00	-68.00	33.00	5.20	LAO
1967	9	15	-54.00	-72.00	33.00	5.40	LAO
1970	6	14	-52.03	-74.07	15.00	6.96	isc



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS
SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS

Revisión: OA
Fecha: DD-MM-AA
Página: 64 de 90

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ
Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

Doc. N°
GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

1970	6	14	-52.03	-73.90	33.00	4.60	ISC
1970	6	15	-54.48	-64.50	10.00	7.18	isc
1970	7	26	-52.10	-74.60	33.00	4.90	CERESIS
1970	9	19	-51.94	-74.10	33.00	4.80	CERESIS
1972	2	9	-51.85	-73.86	20.00	6.00	isc
1972	8	13	-51.92	-74.24	21.60	5.50	centennial
1972	11	30	-48.00	-74.00	0.00	5.40	LAO
1973	3	26	-47.00	-74.00	0.00	5.70	LAO
1973	4	13	-52.46	-72.04	11.00	5.10	pde
1973	5	2	-48.91	-75.84	44.60	5.20	ISC
1973	6	3	-46.00	-75.00	0.00	4.50	LAO
1973	7	13	-47.00	-73.00	0.00	4.40	LAO
1973	11	29	-46.00	-72.00	0.00	5.30	LAO
1974	8	19	-47.00	-72.00	0.00	4.70	LAO
1975	4	25	-47.62	-75.40	55.00	4.90	CERESIS
1977	5	12	-46.35	-73.91	33.00	5.00	pde
1977	10	15	-53.97	-70.52	33.00	4.90	pde
1979	6	6	-52.89	-75.03	25.70	5.56	isc
1979	7	19	-51.91	-74.12	33.00	4.80	pde
1981	3	27	-46.45	-74.80	33.00	4.70	CERESIS
1983	8	1	-48.30	-75.90	22.20	5.50	centennial
1983	11	3	-46.79	-75.54	33.00	4.50	CERESIS
1983	11	28	-50.40	-73.80	33.00	5.40	NAO
1986	9	10	-50.24	-71.29	33.00	5.00	pde
1987	2	14	-45.64	-76.07	15.00	5.86	isc
1987	6	29	-51.74	-71.97	10.00	5.00	pde
1988	10	22	-53.00	-73.65	10.00	4.80	pde
1988	11	19	-52.90	-73.37	33.00	4.70	pde
1988	12	31	-52.42	-74.42	33.00	5.10	CERESIS
1989	4	20	-46.22	-75.63	33.00	4.90	NEIC
1991	8	15	-45.93	-72.82	15.00	6.02	isc
1992	1	25	-50.42	-72.16	33.00	5.10	pde
1992	7	30	-50.36	-72.10	10.00	5.50	GS
1993	6	1	-45.71	-77.17	10.00	5.92	isc
1993	3	10	-52.43	-71.27	33.00	4.90	isc
1995	2	7	-48.00	-75.53	33.00	5.30	pde
1995	11	4	-49.89	-74.59	33.00	4.20	pde



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS
SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS

Revisión: OA
Fecha: DD-MM-AA
Página: 65 de 90

APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Doc. N°

Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

1996	1	13	-46.02	-74.66	43.20	4.00	EIDC
1996	4	6	-53.45	-76.35	10.00	5.40	pde
1996	8	31	-52.99	-72.38	33.00	5.00	pde
1996	3	11	-42.34	-71.45	134.40	5.30	GCMT
1997	1	3	-52.28	-71.52	33.00	4.30	ISC
1997	1	4	-52.43	-71.24	60.90	4.00	ISC
1997	4	21	-48.93	-75.78	33.00	5.20	pde
1997	4	26	-52.39	-71.69	33.00	4.30	pde
1998	5	27	-51.53	-71.90	33.00	4.50	pde
1998	6	18	-45.55	-76.16	15.00	5.86	isc
1998	6	24	-51.50	-71.90	33.00	4.20	GUC
1998	10	9	-47.65	-75.59	10.00	5.20	pde
1999	3	6	-46.30	-75.35	33.00	4.70	pde
1999	4	9	-50.55	-72.20	44.60	4.30	pde
1999	5	1	-46.88	-73.88	33.00	4.40	pde
1999	5	3	-52.00	-75.25	33.00	4.60	pde
1999	5	29	-50.40	-75.97	33.00	5.00	pde
1999	11	14	-52.00	-75.02	33.00	4.00	isc
2000	3	30	-52.02	-72.21	20.60	4.10	GS
2001	2	19	-45.17	-79.93	10.00	5.77	isc
2001	8	21	-52.69	-70.29	33.00	3.00	IAA
2002	3	3	-45.80	-76.23	10.00	5.86	isc
2002	4	22	-55.33	-71.66	53.60	4.20	isc
2002	3	3	-46.77	-73.97	33.00	5.40	guc
2002	8	16	-46.17	-75.50	33.00	4.50	pde
2002	11	9	-48.11	-75.75	25.00	5.62	isc
2003	9	12	-51.62	-75.59	27.90	5.60	pde
2003	9	14	-46.77	-74.63	33.00	4.40	pde
2003	9	28	-53.02	-72.81	33.00	4.40	pde
2003	10	24	-51.60	-75.49	12.60	4.50	pde
2003	10	28	-51.65	-75.56	33.00	5.20	pde
2003	12	26	-51.64	-75.42	15.00	4.80	pde
2004	1	22	-52.00	-74.96	33.00	4.20	isc
2004	8	30	-50.70	-72.14	25.00	5.00	SJA
2004	8	31	-50.63	-72.33	19.20	4.70	pde
2004	9	7	-50.69	-72.24	25.90	4.90	pde
2004	10	5	-50.63	-72.30	28.00	4.70	SJA



REPRESAS PATAGONIA
ELING-CGGC-HCSA-UTE

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

Revisión: OA
Fecha: DD-MM-AA
Página: 66 de 90


APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ

Doc. N°


Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC

GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

2004	12	6	-50.50	-72.75	33.00	4.70	SJA
2005	6	28	-50.66	-72.15	10.00	4.60	pde
2005	7	5	-50.67	-72.07	22.40	4.90	pde
2006	1	9	-54.29	-69.27	8.70	4.60	pde
2006	5	29	-46.35	-75.09	10.00	4.50	pde
2006	6	25	-46.69	-75.86	10.00	4.30	pde
2006	12	17	-50.54	-72.47	10.00	4.60	pde
2007	10	15	-46.13	-74.96	42.70	5.10	pde
2007	10	16	-46.00	-75.89	0.00	4.00	idc
2008	2	19	-47.03	-73.54	48.10	4.10	idc
2008	8	5	-47.69	-75.37	44.60	4.50	pde
2008	12	18	-51.30	-73.15	48.60	4.20	pde
2009	4	13	-52.78	-79.73	35.00	4.10	isc
2009	4	23	-48.27	-75.83	39.10	4.70	pde
2009	4	28	-48.29	-75.96	41.20	5.10	pde
2009	10	13	-49.70	-73.25	0.00	4.00	idc
2009	11	6	-54.08	-69.53	15.40	4.50	pde
2010	1	15	-51.57	-75.12	35.00	4.30	pde
2010	7	9	-46.06	-75.59	14.90	5.30	GCMT
2010	10	17	-46.02	-75.58	35.00	4.20	ISC
2011	2	21	-46.18	-72.82	0.00	4.00	ISC
2011	9	5	-49.92	-75.58	47.10	4.80	pde
2011	10	7	-46.09	-75.36	30.30	5.00	pde
2012	1	5	-46.17	-75.62	33.00	4.70	ISCJB
2012	3	5	-46.02	-76.86	0.00	4.00	IDC
2013	1	15	-46.16	-75.53	10.00	4.50	NEIC
2013	7	22	-47.02	-69.75	21.10	5.40	NEIC
2014	7	9	-51.00	-75.75	12.34	4.70	us
2014	7	26	-52.01	-74.52	14.90	4.80	us

 <p>REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE</p>	<p>MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS</p> <p>SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS</p> <p>SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS</p>	<p>Revisión: OA</p> <p>Fecha: DD-MM-AA</p> <p>Página: 67 de 90</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001</p>

ANEXO 2 – RIESGO VOLCANICO

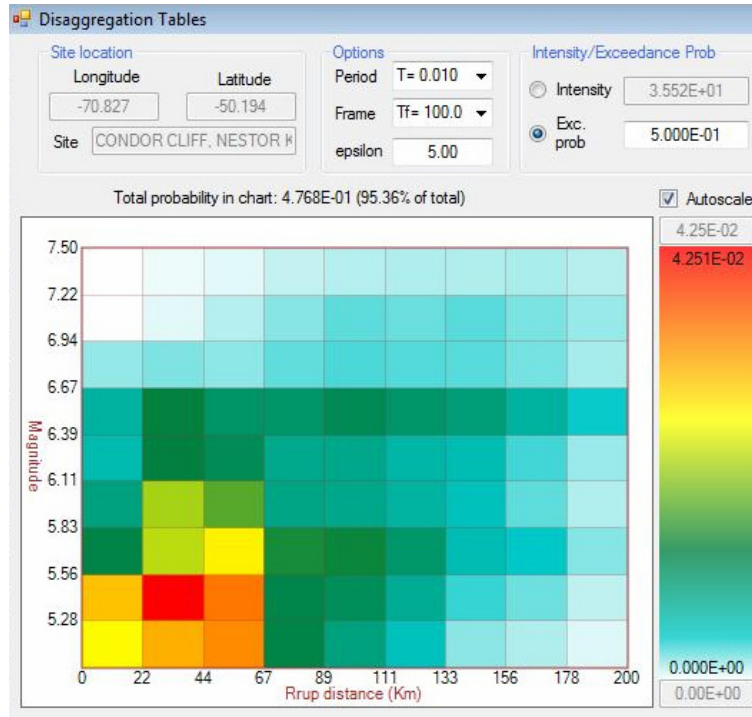
 <p>REPRESAS PATAGONIA ELING-CGGC-HCSA-UTE</p>	<p>MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS</p> <p>SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS</p> <p>SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS</p>	<p>Revisión: OA</p> <p>Fecha: DD-MM-AA</p> <p>Página: 68 de 90</p>
	<p>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ</p> <p>Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC</p>	<p>Doc. N°</p> <p>GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001</p>

ANEXO 3 – TECTONICA

ANEXO 4 – DESAGREGACIONES EN DISTANCIA Y MAGNITUDES

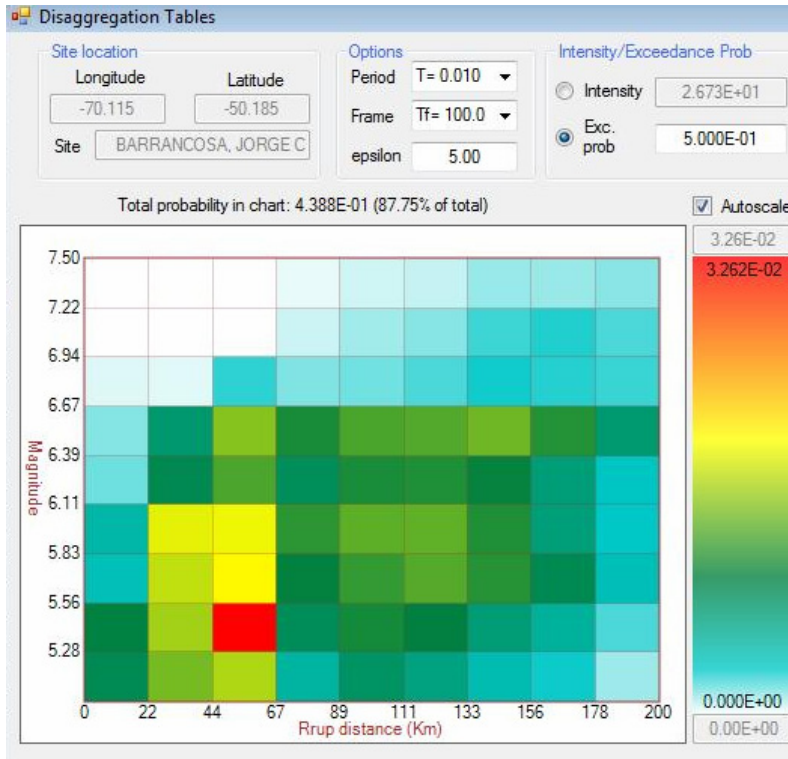
Represa Presidente N Kirchner (PNK)


PNK TR144 años



Represa Gobernador J. Cepernic (GJC)

GJC TR 144 años



	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 75 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

ANEXO 5 – ACELEROGRAMAS SELECCIONADOS

Represa Presidente N Kirchner (PNK)

PNK TR144


Registro PEER	Nombre	Estación	Componente	PGA Original	PGA hor. Escalado	Av/Ah
RSN 59	SAN FERNANDO 1971	CSM	095	0.0196	0.036	0.493
RSN 59	SAN FERNANDO 1971	CSM	185	0.0153	0.036	0.632
RSN 59	SAN FERNANDO 1971	CSM	vertical	0.0096		
RSN 3138	CHICHI 1999 T05	TAP075	NS	0.0128	0.036	0.589
RSN 3138	CHICHI 1999 T05	TAP075	EW	0.0135	0.036	0.559
RSN 3138	CHICHI 1999 T05	TAP075	vertical	0.0075		
RSN 3251	CHICHI 1999 T05	TTN042	NS	0.0596	0.036	0.279
RSN 3251	CHICHI 1999 T05	TTN042	vertical	0.0166		
RSN 3318	CHICHI 1999 T06	CHY102	NS	0.0344	0.036	0.453
RSN 3318	CHICHI 1999 T06	CHY102	vertical	0.0156		
RSN 6746	NIIGATTA 2004	SITH09	EW	0.0241	0.036	0.465
RSN 6746	NIIGATTA 2004	SITH09	vertical	0.0112		

PNK TR475

Registro PEER	Nombre	Estación	Componente	PGA Original	PGA hor. Escalado	Av/Ah
RSN 1645	SIERRA MADRE 1991	Mt WILSON	FN	0.2258	0.075	1.050
RSN 1645	SIERRA MADRE 1991	Mt WILSON	FP	0.2379	0.075	0.997
RSN 1645	SIERRA MADRE 1991	Mt WILSON	vertical	0.2372		
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WONDERL.	FN	0.1601	0.075	0.662
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WONDERL.	FP	0.1201	0.075	0.883
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WONDERL.	vertical	0.1060		
RSN 023	SAN FRANCISCO 1957	GOL PARK	FN	0.0989	0.075	0.345
RSN 023	SAN FRANCISCO 1957	GOL PARK	FP	0.1248	0.075	0.273
RSN 023	SAN FRANCISCO 1957	GOL PARK	vertical	0.0341		
RSN 2995	CHICHI 1999 T05	HWA002	NS	0.0321	0.075	0.913
RSN 2995	CHICHI 1999 T05	HWA002	vertical	0.0293		

PNK TR1950

Registro PEER	Nombre	Estación	Componente	PGA Original	PGA hor. Escalado	Av/Ah
RSN 023	SAN FRANCISCO 1957	GOL PARK	010	0.0858	0.185	0.397
RSN 023	SAN FRANCISCO 1957	GOL PARK	100	0.0953	0.185	0.358
RSN 023	SAN FRANCISCO 1957	GOL PARK	vertical	0.0341		
RSN 043	LYTLE CREEK 1970	CSM	095	0.0419	0.185	
RSN 043	LYTLE CREEK 1970	CSM	vertical	none		
RSN 680	WHITTIER NARR 1987	KRE	090	0.1118	0.185	0.742
RSN 680	WHITTIER NARR 1987	KRE	vertical	0.0829		
RSN 1715	NORTHRIDGE 1994	WONDERL	095	0.0546	0.185	0.864
RSN 1715	NORTHRIDGE 1994	WONDERL	vertical	0.0472		

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS		Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 76 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC		Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001


RSN 5618	IWATE 2008	IWT010	NS	0.2255	0.185	0.914
RSN 5618	IWATE 2008	IWT010	EW	0.2886	0.185	0.714
RSN 5618	IWATE 2008	IWT010	vertical	0.206		

PNK TR4950

Registro PEER	Nombre	Estación	Componente	PGA Original	PGA hor. Escalado	Av/Ah
RSN 146	COYOTE LAKE 1979	GILROY 01	230	0.0941	0.29	0.684
RSN 146	COYOTE LAKE 1979	GILROY 01	320	0.1166	0.29	0.552
RSN 146	COYOTE LAKE 1979	GILROY 01	vertical	0.0644		
RSN 1078	NORTHRIDGE 1994	S SUSANA	090	0.2853	0.29	
RSN 1078	NORTHRIDGE 1994	S SUSANA	vertical	None		
RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UCSC	FN	0.3735	0.29	0.602
RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UCSC	FP	0.3109	0.29	0.724
RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UCSC	vertical	0.225		
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WOND	FP	0.1201	0.29	0.883
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WOND	vertical	0.106		
RSN 77	SAN FERNANDO 1971	PACOIMA	FP	0.8545	0.29	0.817
RSN 77	SAN FERNANDO 1971	PACOIMA	vertical	0.6985		

PNK TR9950

Registro PEER	Nombre	Estación	Componente	PGA Original	PGA hor. Escalado	Av/Ah
RSN 763	LOMA PRIETA 1989	GILR GAV	067	0.3585	0.39	0.541
RSN 763	LOMA PRIETA 1989	GIL GAV	337	0.3266	0.39	0.594
RSN 763	LOMA PRIETA 1989	GIL GAV	vertical	0.1940		
RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UC2	090	0.4061	0.39	0.554
RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UC2	vertical	0.225		
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WONDERL	095	0.1033	0.39	1.026
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WONDERL	185	0.159	0.39	0.667
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WONDERL	vertical	0.106		
RSN 5618	IWATE 2008	IW1010	NS	0.2255	0.39	0.914
RSN 5618	IWATE 2008	IW1010	EW	0.2886	0.39	0.714
RSN 5618	IWATE 2008	IW1010	vertical	0.206		

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 77 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

Represa Gobernador J. Cepernic (GJC)

GJC TR144


Registro PEER	Nombre	Estación	Componente	PGA Original	PGA hor. Escalado	Av/Ah
RSN 2367	CHICHI T02 1999	TCU045	EW	0.026	0.027	0.450
RSN 2367	CHICHI T02 1999	TCU045	vertical	0.0117		
RSN 3249	CHICHI T05 1999	TTN040	NS	0.0387	0.027	0.630
RSN 3249	CHICHI T05 1999	TTN040	EW	0.0482	0.027	0.506
RSN 3249	CHICHI T05 1999	TTN040	vertical	0.0244		
RSN 3537	CHICHI T05 1999	TTN032	NS	0.0238	0.027	0.458
RSN 3537	CHICHI T05 1999	TTN032	EW	0.0265	0.027	0.411
RSN 3537	CHICHI T05 1999	TTN032	vertical	0.0109		
RSN 3542	CHICHI T06 1999	TTN042	NS	0.0269	0.027	0.435
RSN 3542	CHICHI T05 1999	TTN032	EW	0.028	0.027	0.418
RSN 3542	CHICHI T05 1999	TTN032	vertical	0.0117		

GJC TR475

Registro PEER	Nombre	Estación	Componente	PGA Original	PGA hor. Escalado	Av/Ah
RSN 296	IRPIGNIA 1980	BAG	270	0.0497	0.049	0.557
RSN 296	IRPIGNIA 1980	BAG	vertical	0.0277		
RSN 2966	CHICHI T05 1999	CHY062	NS	0.0328	0.049	0.549
RSN 2966	CHICHI T05 1999	CHY062	vertical	0.018		
RSN 4554	L'AQUILA 2009	LA PARK	EW	0.041	0.049	0.820
RSN 4554	L'AQUILA 2009	LA PARK	NS	0.0498	0.049	0.675
RSN 4554	L'AQUILA 2009	LA PARK	vertical	0.0336		
RSN 43	LYTLE CREEK 1970	CEDAR SP	095	0.0419	0.049	
RSN 43	LYTLE CREEK 1970	CEDAR SP	185	0.0462	0.049	
RSN 43	LYTLE CREEK 1970	CEDAR SP	vertical	None		
RSN 643	WHITTIER NARR 1987	WONDERL	075	0.0414	0.049	0.937
RSN 643	WHITTIER NARR 1987	WONDERL	vertical	0.0388		

GJC TR1950

Registro PEER	Nombre	Estación	Componente	PGA Original	PGA hor. Escalado	Av/Ah
RSN 225	ANZA 1980	PFT	135	0.1224	0.1	0.391
RSN 225	ANZA 1980	PFT	vertical	0.0478		
RSN 4551	L'AQUILA 2009	V.ATERN0	EW	0.0735	0.1	0.407
RSN 4551	L'AQUILA 2009	V.ATERN0	NS	0.0605	0.1	0.494
RSN 4551	L'AQUILA 2009	V.ATERN0	vertical	0.0299		
RSN 4554	L'AQUILA 2009	LA PARK	EW	0.041	0.1	0.820
RSN 4554	L'AQUILA 2009	LA PARK	NS	0.0498	0.1	0.675
RSN 4554	L'AQUILA 2009	LA PARK	vertical	0.0336		
RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UCSC	FP	0.3109	0.1	0.729
RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UCSC	FP	0.3735	0.1	0.607

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS		Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 78 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC		Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001


RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UCSC	vertical	0.2266		
RSN 765	LOMA PRIETA 1989	GILR GAV	FP	0.4437	0.1	0.471
RSN 765	LOMA PRIETA 1989	GILR GAV	vertical	0.2088		

GJC TR4950

Registro PEER	Nombre	Estación	Componente	PGA Original	PGA hor. Escalado	Av/Ah
RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UCSC	FN	0.3735	0.17	0.607
RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UCSC	FP	0.3109	0.17	0.729
RSN 809	LOMA PRIETA 1989	UCSC	vertical	0.2266		
RSN 765	LOMA PRIETA 1989	GIL GAV	FP	0.4437	0.17	0.471
RSN 765	LOMA PRIETA 1989	GIL GAV	vertical	0.2088		
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WONDERL	FN	0.1601	0.17	0.662
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WONDERL	FP	0.1201	0.17	0.883
RSN 1011	NORTHRIDGE 1994	WONDERL	vertical	0.106		
RSN 77	SAN FERNANDO 1971	PACOIMA	FN	1.43	0.17	0.488
RSN 77	SAN FERNANDO 1971	PACOIMA	FP	0.854	0.17	0.818
RSN 77	SAN FERNANDO 1971	PACOIMA		0.6985		

GJC TR9950

Registro PEER	Nombre	Estación	Componente	PGA Original	PGA hor. Escalado	Av/Ah
RSN 748	LOMA PRIETA 1989	BELMONT	342	0.1079	0.24	0.383
RSN 748	LOMA PRIETA 1989	BELMONT	vertical	0.0413		
RSN 793	LOMA PRIETA 1989	SFCLIFF H	000	0.0756	0.24	0.820
RSN 793	LOMA PRIETA 1989	SFCLIFF H	090	0.1085	0.24	0.571
RSN 793	LOMA PRIETA 1989	SFCLIFF H	vertical	0.062		
RSN 797	LOMA PRIETA 1989	RINCON	000	0.0789	0.24	0.370
RSN 797	LOMA PRIETA 1989	RINCON	090	0.0929	0.24	0.314
RSN 797	LOMA PRIETA 1989	RINCON	vertical	0.0292		
RSN 4852	CHUETSU 2007	JOETSU	EW	0.2536	0.24	0.260
RSN 4852	CHUETSU 2007	JOETSU	vertical	0.0659		
RSN 5820	IWATE 4 2008	OKURA	EW	0.2273	0.24	0.401
RSN 5820	IWATE 4 2008	OKURA	vertical	0.0912		

	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 79 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

ANEXO 6 – ACELEROGRAMAS MODIFICADOS

El análisis de riesgo sísmico define las demandas en términos de espectros de respuesta para un 5% de amortiguamiento. Mediante bases de datos se obtienen acelerogramas de sismos reales que aproximan al espectro de respuesta deseado—llamado “espectro objetivo”—en un cierto rango de frecuencias. Sin embargo, los acelerogramas reales presentan algunas diferencias en exceso o defecto con respecto al espectro objetivo. De esta manera, los registros de sismos reales son modificados con el objeto de representar el espectro objetivo con un mayor grado de aproximación.

Procedimiento

Existen diversos procedimientos para obtener acelerogramas de espectro compatible, algunos basados en el dominio de las frecuencias (por ejemplo, RASCAL de Silva y Lee, 1987) y otros basados en el dominio del tiempo (por ejemplo, RSPMATCH, de Abrahamson 1993). Para este caso se sigue la metodología de ajuste en el tiempo.

El ajuste en el tiempo se basa en adicionar pequeñas ondas (wavelets) con el objeto de ajustar un espectro objetivo. Si se considera un acelerograma inicialmente dado por una historia temporal $a(t)$, y considerando a S_i y R_i como los valores espectrales objetivo y correspondiente al acelerograma, respectivamente, para un cierto período de vibración, se define el desajuste, ΔR_i , como:

$$\Delta R_i = (S_i - R_i)P_i$$

donde P_i es un factor de polaridad. Se considera un pequeño ajuste al acelerograma dado por:

$$\delta a(t) = \sum b_j f_j(t)$$

donde $f_j(t)$ son un conjunto de funciones de ajuste y b_j un set de coeficientes a ser determinado. Se consideran $j=1..N$ valores, siendo N el número de puntos espectrales a ajustar. De esta manera, mediante integrales de convolución con funciones de respuesta a impulso de aceleración, es posible determinar la incidencia en el valor espectral i de cada función f_j , considerando que el tiempo en el que ocurre la respuesta máxima no cambia, de manera tal que:

$$\Delta R_i = \sum c_{ij} b_j$$

De esta manera, pueden obtenerse los valores b para realizar el ajuste del acelerograma:

$$a_1(t) = a_{10}(t) + \lambda \delta a(t)$$

donde λ es un parámetro de relajación menor a 1 para amortiguar los ajustes. El procedimiento es realizado iterativamente hasta que el ajuste es aceptable.

Ajustes realizados

En el presente trabajo se realiza el ajuste de un acelerograma elegido entre el conjunto de acelerogramas reales para cada período de recurrencia y para cada presa. La Tabla 11 resume los acelerogramas ajustados.


	MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS	Revisión: OA Fecha: DD-MM-AA Página: 80 de 90
	APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ Pte. Dr. Néstor Carlos KIRCHNER y Gob. Jorge CEPERNIC	Doc. N° GE-A.CV-ES.RS-(00-00-00)-P001

Tabla 11. Registros ajustados

Presa	Período de recurrencia	Registro ajustado
Néstor Kirchner	144 años	RSN-6746 H2 Niigata (2004) SITH09. M=6.63
	475 años	RSN-1011 FP Northridge 01(1994) Wonderl. M=6.69
	1950 años	RSN-5618 H2 Iwate (2008) IWT010 M=6.9
	4950 años	RSN-809 FP Loma Prieta (1989) UCSC. M=6.93
	9950 años	RSN-5618 H1 Iwate (2008) IWT010. M=6.9
Jorge Cepernic	144 años	RSN-3537 H1 ChiChi06. (1999) TTN032. M =6.3
	475 años	RSN-4554 H-1 L´Aquila (2009) L.A Parking. M =5.4
	1950 años	RSN-4554 H-1 L´Aquila (2009) L.A Parking. M =5.4
	4950 años	RSN-809 FP Loma Prieta (1989) UCSC. M=6.93
	9950 años	RSN-797 H-1 Loma Prieta (1989) SF.Rincón.M=6.93

Presa Néstor Kirchner

Sismo de 144 años

Registro ajustado: RSN-6746 H2

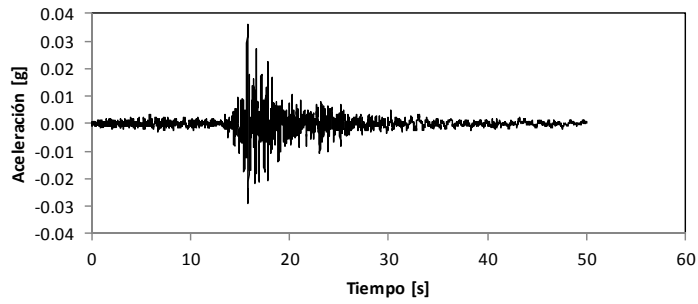


Figura 30. Registro RSN-6746 H2original

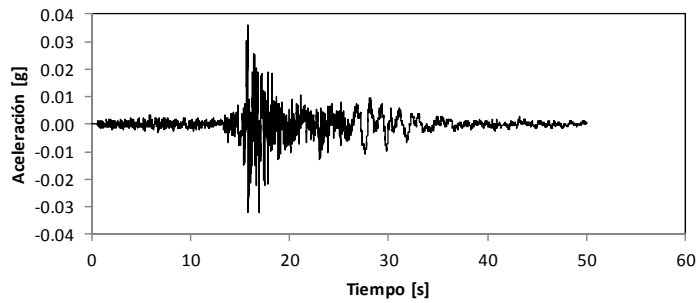


Figura 31. Registro RSN-6746 H2ajustado

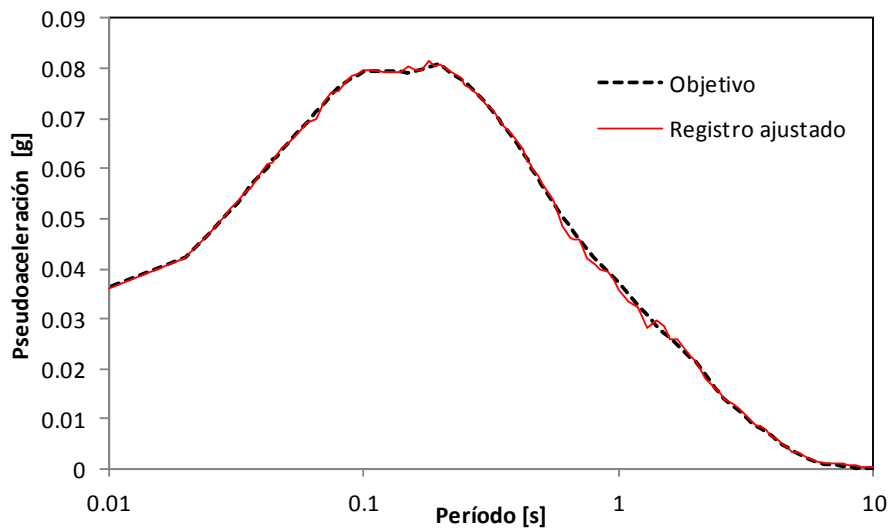


Figura 32. Ajuste espectral de registro RSN-6746 H2

Presas Néstor Kirchner

Sismo de 475 años

Registro ajustado: RSN-1011 FP

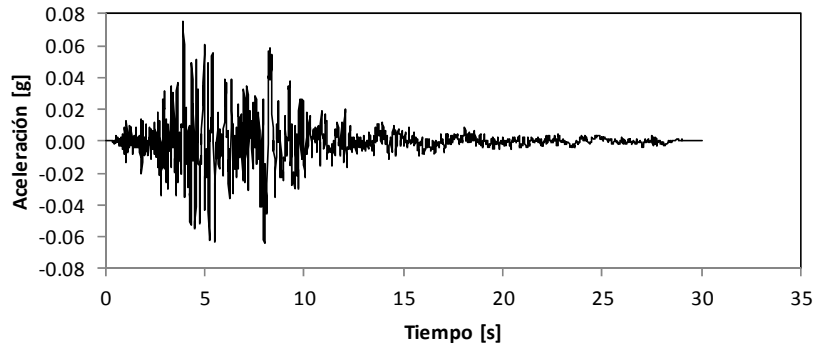


Figura 33. Registro RSN-1011 FPoriginal

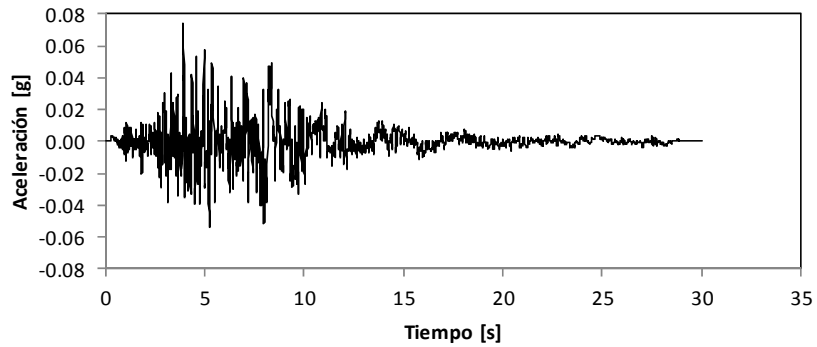


Figura 34. Registro RSN-1011 FPajustado

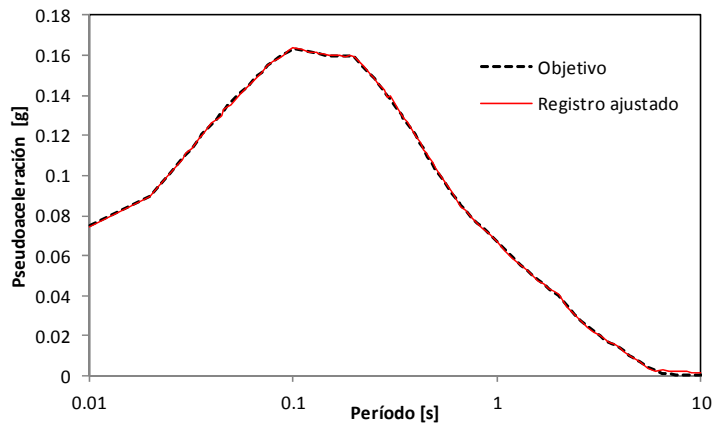


Figura 35. Ajuste espectral de registro RSN-1011 FP

Presas Néstor Kirchner

Sismo de 1950 años

Registro ajustado: RSN-5618 H2

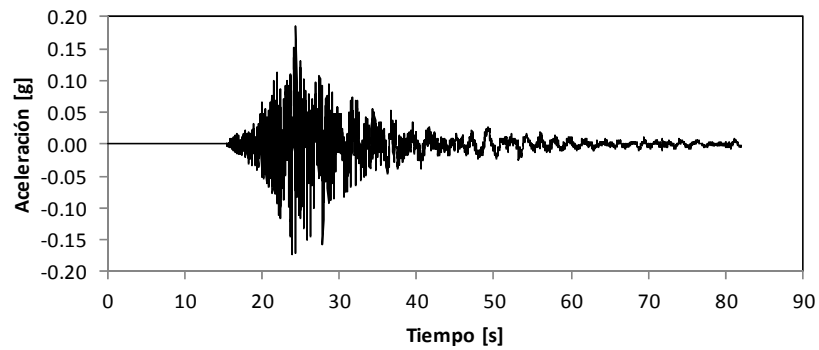


Figura 36. Registro RSN-1011 FP original

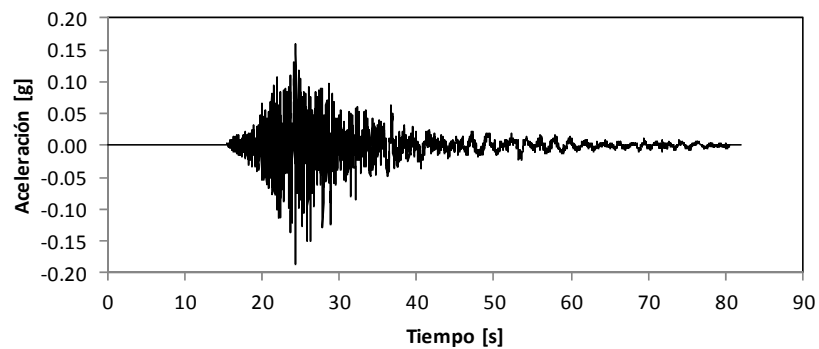


Figura 37. Registro RSN-1011 FP ajustado

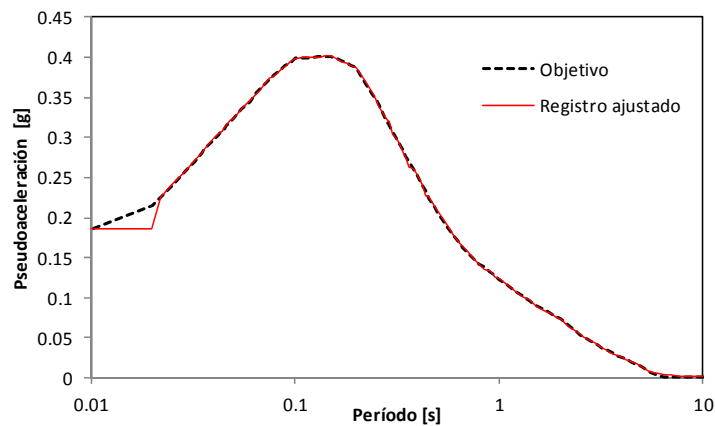


Figura 38. Ajuste espectral de registro RSN-1011 FP

Presa Néstor Kirchner

Sismo de 4950 años

Registro ajustado: RSN-809 FP

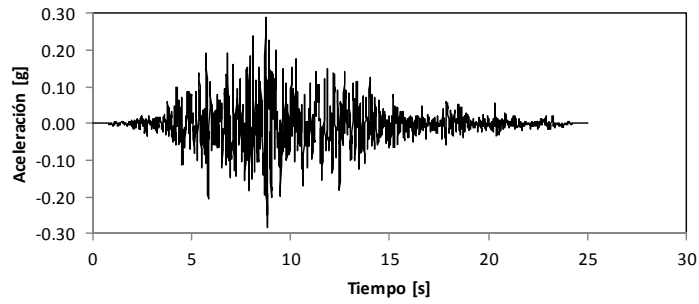


Figura 39. Registro RSN-809 FPoriginal

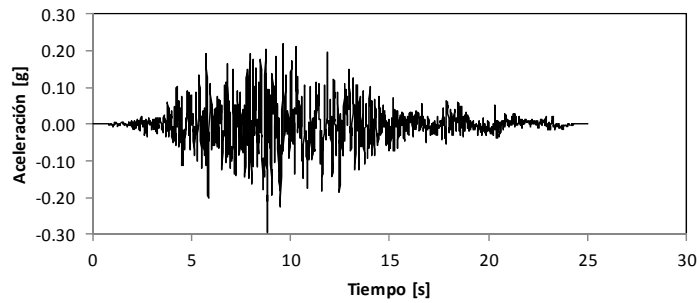


Figura 40. Registro RSN-809 FPajustado

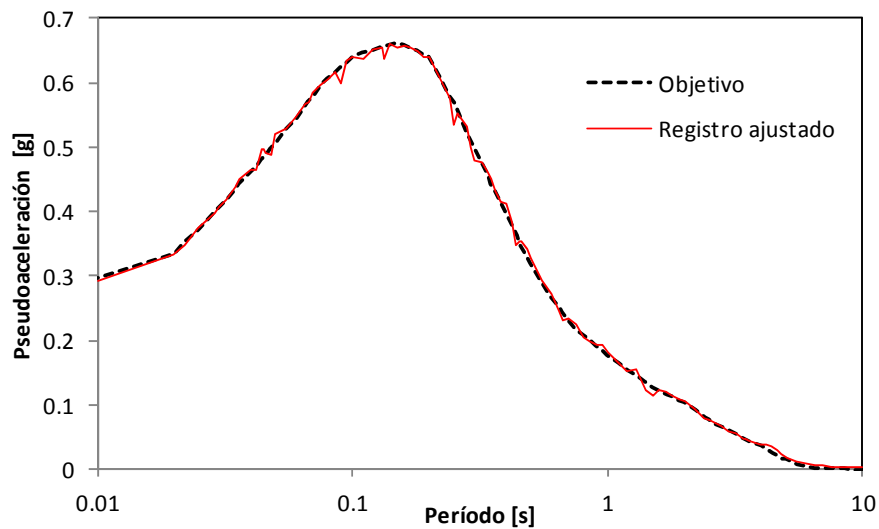


Figura 41. Ajuste espectral de registro RSN-809 FP

Presas Néstor Kirchner

Sismo de 9950 años

Registro ajustado: RSN-5618 H1

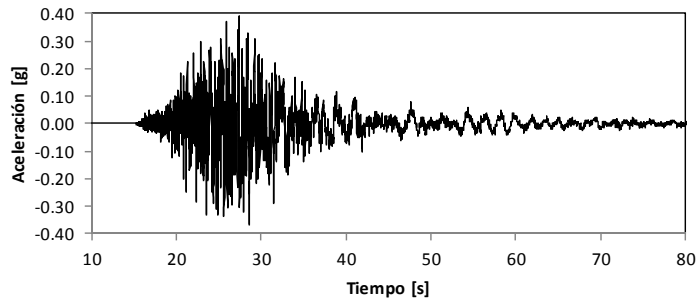


Figura 42. Registro RSN-5618 H1original

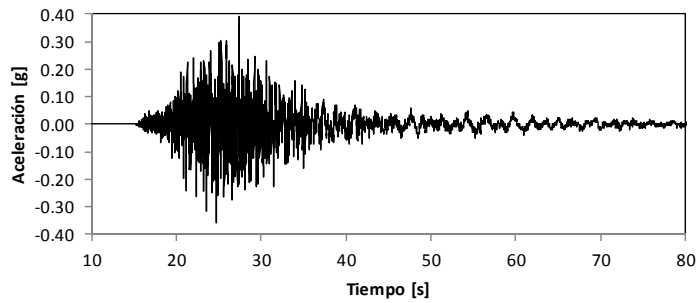


Figura 43. Registro RSN-5618 H1ajustado

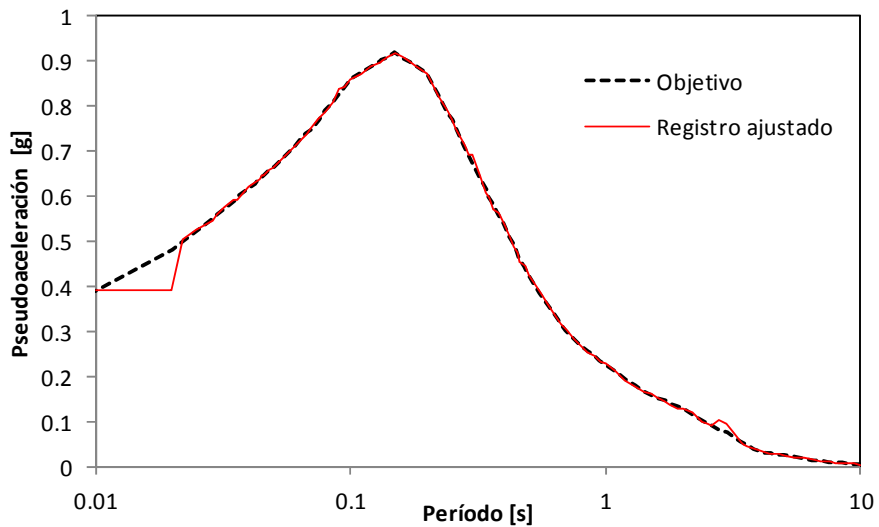


Figura 44. Ajuste espectral de registro RSN-5618 H1

Presa Jorge Cepernic

Sismo de 144 años

Registro ajustado: RSN-3537 H1

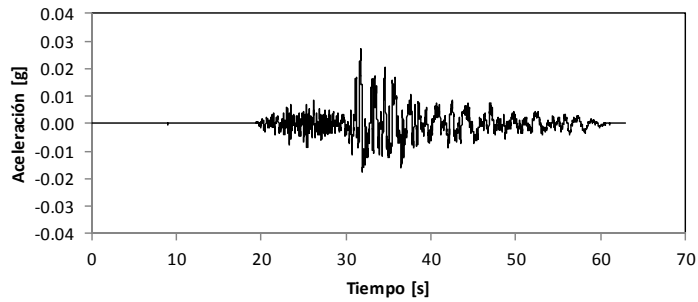


Figura 45. Registro RSN-3537 H1original

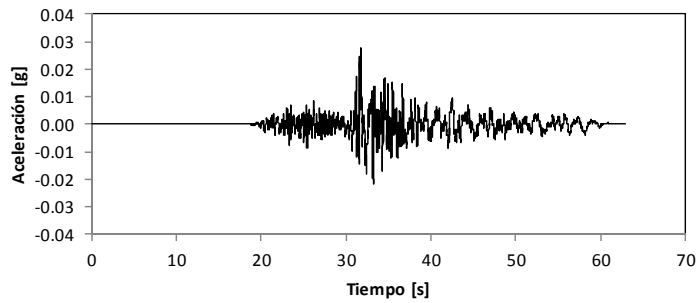


Figura 46. Registro RSN-3537 H1ajustado

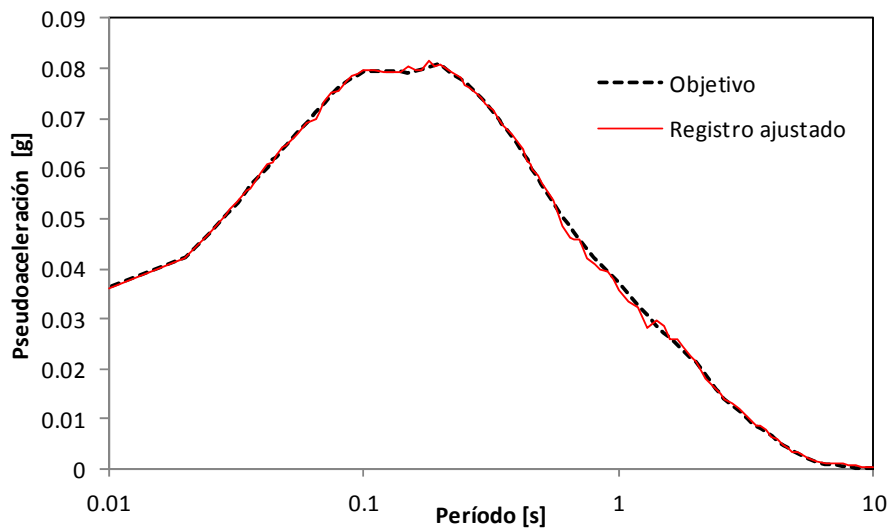


Figura 47. Ajuste espectral de registro RSN-3537 H1

Presa Jorge Cepernic

Sismo de 475 años

Registro ajustado: RSN-4554 H-1

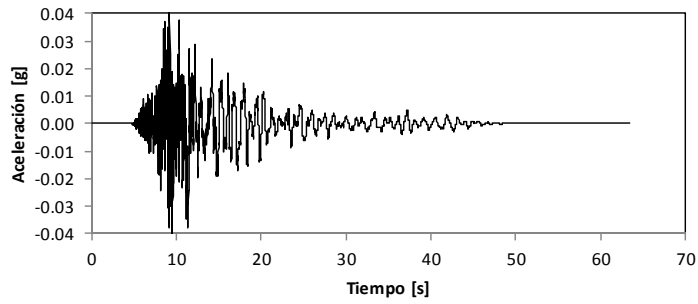


Figura 48. Registro RSN-4554 H-1original

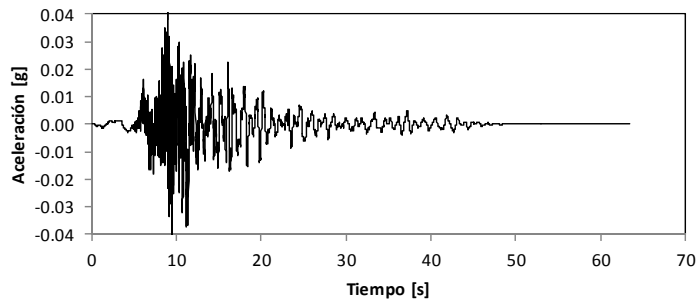


Figura 49. Registro RSN-4554 H-1ajustado

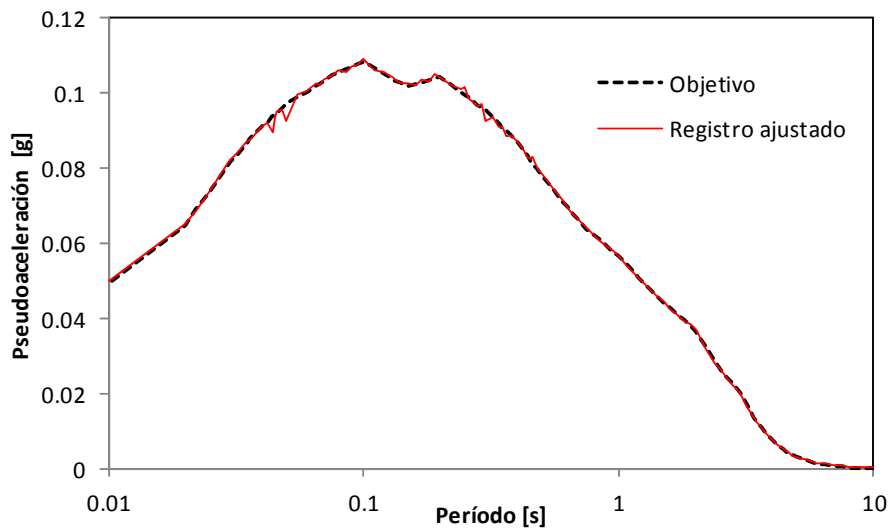


Figura 50. Ajuste espectral de registro RSN-4554 H-1

Presas Jorge Cepernic

Sismo de 1950 años

Registro ajustado: RSN-4554 H-1

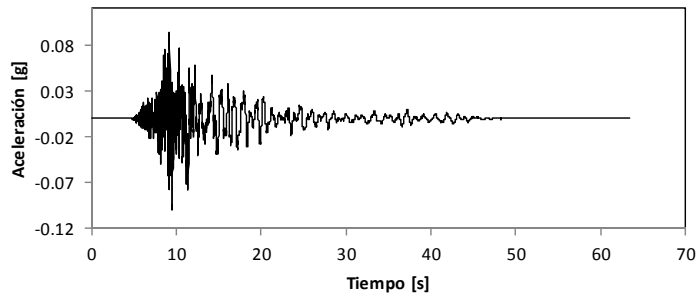


Figura 51. Registro RSN-4554 H-1original

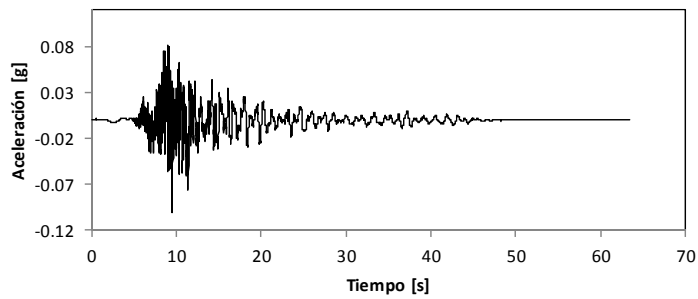


Figura 52. Registro RSN-4554 H-1ajustado

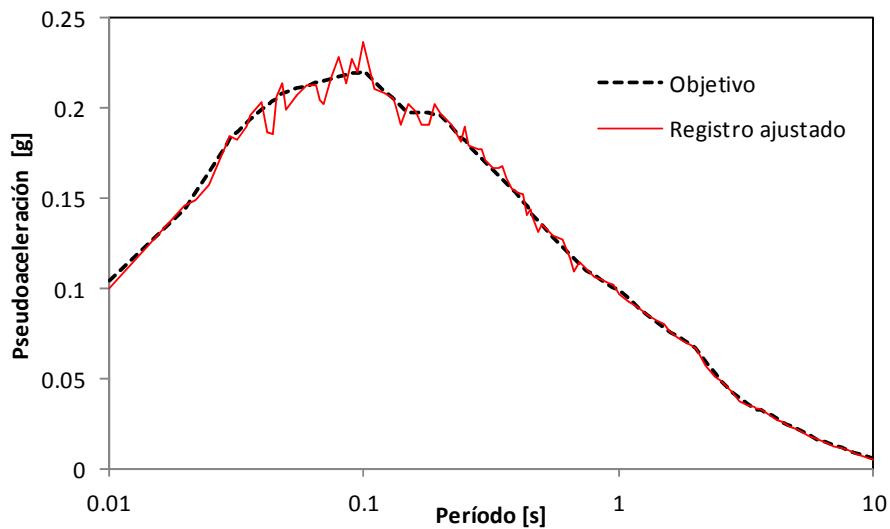


Figura 53. Ajuste espectral de registro RSN-4554 H-1

Presa Jorge Cepernic

Sismo de 4950 años

Registro ajustado: RSN-809 FP

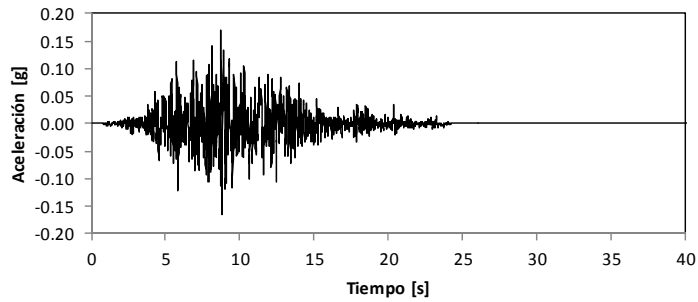


Figura 54. Registro RSN-809 FPoriginal

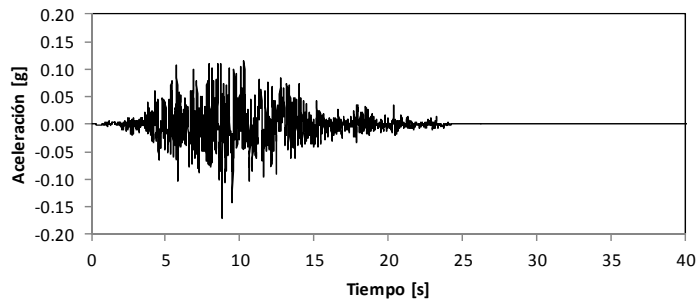


Figura 55. Registro RSN-809 FPajustado

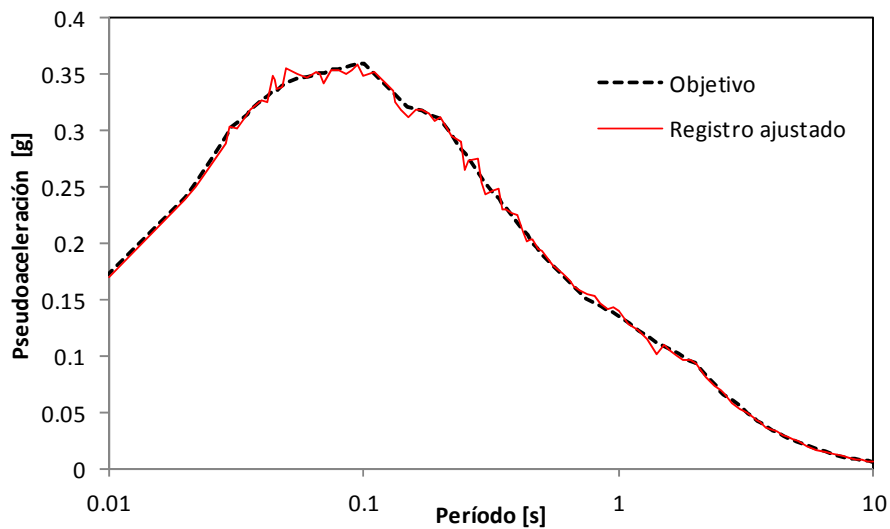


Figura 56. Ajuste espectral de registro RSN-809 FP

Presa Jorge Cepernic

Sismo de 9950 años

Registro ajustado: RSN-797 H-1

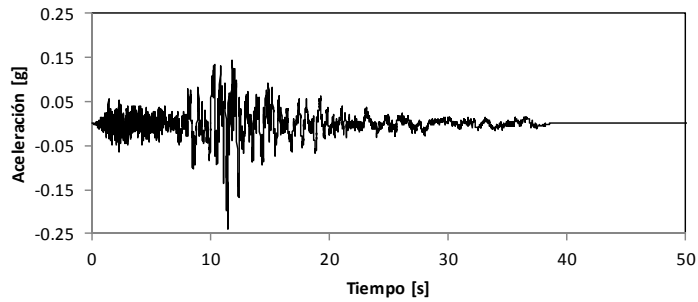


Figura 57. Registro RSN-797 H-1original

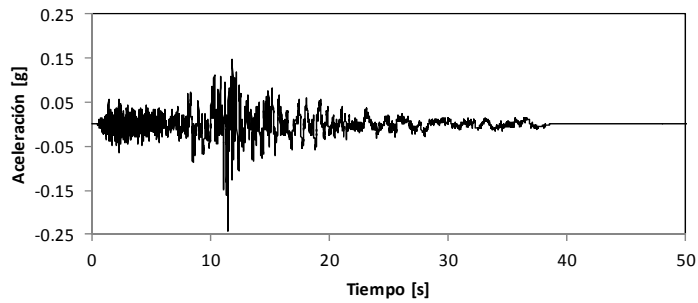


Figura 58. Registro RSN-797 H-1ajustado

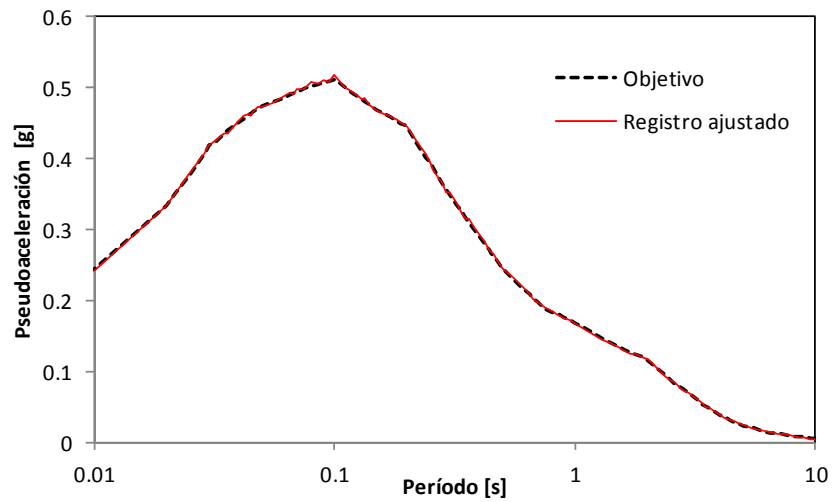


Figura 59. Ajuste espectral de registro RSN-797 H-1



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

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: ANEXO II_ Informes Topografía y Sismografía

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 157 pagina/s.