

Chevron, fracking y terremotos: el consenso oculto de la sismicidad inducida en Vaca Muerta

Javier Grosso Heredia

Miguel Angel Di Ferdinando

Guillermo Tamburini Beliveau

Septiembre 2024

Patagonia Argentina



Sobre los autores y el Observatorio de Sismicidad Inducida

JAVIER GROSSO HEREDIA

Es Profesor de Geografía por la Universidad Nacional del Comahue. Docente en el Instituto de Formación Docente Fiske Menuco. Investigador especializado en temas territoriales de la Norpatagonia. Investigador de temáticas ambientales vinculadas a la extracción de hidrocarburos no convencionales en Vaca Muerta desde 2019.

GUILLERMO TAMBURINI BELIVEAU

Es doctor en ingeniería por la Universidad Nacional de Rosario. Ingeniero en Cartografía y Geodesia por la Universidad Politécnica de Valencia. Licenciado en Geografía por la Universidad Autónoma de Barcelona. Se desarrolló diez años como becario de investigación del CONICET.

MIGUEL ANGEL DI FERDINANDO

Es Licenciado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Buenos Aires. Docente de la Universidad Nacional del Comahue y de Institutos de Formación Docente de Río Negro. Investigador independiente en problemáticas ambientales vinculadas al extractivismo.

EL OBSERVATORIO DE SISMICIDAD INDUCIDA (OSI)

Es un proyecto independiente de investigación científica que materializa 5 años de investigación y monitoreo de la actividad sísmica en la Patagonia argentina y centra su atención en el fenómeno de la sismicidad inducida o disparada por la actividad humana especialmente, aunque no exclusivamente, en el área de Vaca Muerta como consecuencia del fracking. Actualmente constituyen el proyecto los autores de este texto, aún cuando asiduamente se vinculan con otros investigadores y profesionales del sector, como en el caso del estudio que resultó en la publicación del trabajo [Assessment of ground deformation and seismicity in two areas of intense hydrocarbon production in the Argentinian Patagonia](#), publicado en noviembre de 2022 en la revista Scientific Reports de la plataforma Nature, del más alto reconocimiento científico a nivel mundial.

Las opiniones expresadas en este informe son de exclusiva responsabilidad de quienes escriben y no necesariamente coinciden con la de FARN.

FARN adopta la perspectiva de género en todos los aspectos de su trabajo. En ese sentido, en todas sus publicaciones se respetan la utilización del lenguaje inclusivo y las diversas formas de expresión que cada persona ha elegido para su colaboración.

Publicado en septiembre de 2024, Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN).

Para citar este trabajo: Di Ferdinando, M. A.; Grosso Heredia, J. y Tamburini Beliveau, G. (2024). Chevron, fracking y terremotos: el consenso oculto de la sismicidad inducida en Vaca Muerta. Fundación Ambiente y Recursos Naturales.

Contenido

04 Preámbulo

06 Introducción

06 Metodología

07 Desembarco de Chevron en el área El Trapial

09 La sismicidad en el área El Trapial

15 Resultados

15 Conclusión y discusión

19 Bibliografía

Preámbulo

Hace ya más de 10 años se firmó el acuerdo entre las empresas YPF y Chevron que dio el impulso inicial a la promoción de Vaca Muerta. Desde ese primer momento, este megaproyecto es alentado por el Estado nacional –sin importar la orientación del gobierno de turno– y las grandes empresas hidrocarburíferas, considerándolo un motor para el desarrollo argentino y un potencial generador de divisas y de energía, destinado a cubrir las necesidades de la población nacional.

La publicación de este nuevo estudio sobre sismos hace pertinente recordar que en agosto de 2013 la Legislatura de la provincia de Neuquén convalidó el acuerdo entre la empresa norteamericana y la entonces parcialmente re-estatizada YPF sin que ningún integrante del parlamento conociera genuinamente su texto, el cual estaban votando en medio de una fuerte represión que se producía fuera del recinto. Más de diez años después, a Vaca Muerta se la sigue presentando como “promesa” a pesar de que, aun con el incremento de las áreas de explotación, las tasas de pobreza e indigencia de Neuquén son mayores al promedio que registra la región de la Patagonia. Además, todavía un alto porcentaje de la población de la provincia carece de servicios básicos, incluyendo la provisión de gas. Si bien en este último año la narrativa refuerza el perfil más bien exportador de Vaca Muerta, antes que el de desarrollo o el de autoabastecimiento interno, es curioso que más de diez años después, y a pesar de los cambios de signo político de los gobiernos nacionales y subnacionales, la narrativa promesante persista aunque la realidad y la ciencia la desmientan.

La planificación política y la toma de decisiones requiere información. Los datos sobre la falta de servicios básicos en ciudades como Añelo y Neuquén son conocidos, como así también la vinculación entre actividades extractivas e indicadores socioeconómicos con malos resultados. Sin embargo, la configuración de un entramado institucional que privilegia el vínculo entre los actores empresariales y el poder político no permite conocer del todo importantes impactos socioambientales como la contaminación de los suelos, el uso del agua, emisiones fugitivas de metano y de otros gases de efecto invernadero, y los sismos inducidos.

El concepto de sismicidad inducida refiere a aquellos sismos que son provocados por la actividad humana, y está particularmente vinculada a la técnica utilizada para la extracción de gas y petróleo no convencionales: el *fracking*. Es por ello que, desde el desembarco de esta técnica industrial en la zona de Vaca Muerta, comenzaron a producirse sismos en una región calma, casi quieta desde el punto de vista tectónico. Entre otros aspectos, estos sismos provocan la deformación de la superficie del terreno, llevando al agrietamiento de paredes, movimientos de los cimientos, rotura de ventanas y otros daños en las estructuras edilicias, mientras traen aparejado el miedo e incertidumbre a las poblaciones vecinas de la zona.

Junto al Observatorio de Sismicidad Inducida (OSI), FARN realizó anteriormente los documentos [“Terremotos subsidiados en el fortín de Tecpetrol: fracking financiado y la irrupción de la sismicidad en Fortín de Piedra, área operada por Tecpetrol”](#) y [“Sismicidad a simple Vista: el fracking en Bajada del Palo Oeste y otras zonas de operación de Vista Oil & Gas \(Vaca Muerta\)”](#), a través de los cuales se pudo vincular la actividad del *fracking* con los sismos producidos en esta región.

Según información del OSI, mientras se finalizaba este estudio, el proyecto Vaca Muerta ha superado, desde el inicio de la explotación, los 500 sismos inducidos por la actividad hidrocarburífera. El trabajo del OSI resulta fundamental para llenar los vacíos vinculados con la falta de información y para democratizar el acceso al conocimiento de las verdaderas consecuencias de las decisiones en materia productiva, social y ambiental de la administración pública y las empresas del sector.

En esta oportunidad se le encargó al OSI la realización de un estudio sobre el área El Trapial, operada por Chevron. Mediante el análisis de registros sísmicos y bases de datos oficiales, bibliografía específica, reuniones estratégicas y la experiencia de campo de quienes integran el Observatorio, se pudo volver a asociar la sismicidad inducida de la zona a la actividad de fractura hidráulica. Sus estudios muestran que, antes de la realización del *fracking* por parte de Chevron, en la zona no se habían registrado eventos sísmicos.

Área de Investigación de la Fundación Ambiente y Recursos Naturales.

Introducción

Aunque su uso se ha vuelto tan masivo que en ocasiones existen confusiones sobre su origen, Vaca Muerta no es ni una ciudad, ni una provincia: es una formación geológica¹ que se extiende por el subsuelo de las provincias de Neuquén, Río Negro, Mendoza y La Pampa. Esta formación contiene grandes reservas de hidrocarburos no convencionales localizadas en el subsuelo.

En este trabajo se presenta un análisis del proyecto hidrocarburífero del área de concesión El Trapial Este, en Vaca Muerta, operada por la empresa Chevron desde la perspectiva de la sismicidad inducida o disparada por el *fracking*.

Para comprender por qué se habla de sismicidad inducida es necesario diferenciarla de la sismicidad natural. Por sismicidad natural se entiende aquella que ocurre desde hace millones de años y surge del movimiento en sentidos opuestos y el posterior choque de las placas tectónicas. Las placas tectónicas no son estructuras homogéneas y contienen un complejo entramado de fallas que poseen distintas características según su localización. En Argentina, el mayor número de sismos naturales ocurre en la Cordillera de los Andes y zonas precordilleranas por el choque de las placas Sudamericana y de Nazca.

Todo el territorio argentino está afectado por la sismicidad natural, tal como lo indican los registros históricos del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES). El territorio ocupado por Vaca Muerta fue históricamente una zona de sismicidad reducida, ya que, al estar alejada de la zona naturalmente sísmica, no tuvo temblores perceptibles hasta hace muy pocos años.

A diferencia de la generada naturalmente, la sismicidad inducida intraplaca es provocada por la actividad humana y ocurre por encima de los niveles naturales de un medio tectónico. En este caso, la sismicidad es provocada por la interacción entre la inyección de lodos de fracturas (la sumatoria de agua, más arenas, más químicos) y las estructuras geológicas que ya se encontraban en un estado favorable para ser movilizadas. **Esta interacción, al estar mediada por equipos de bombeo de altas presiones, altera los esfuerzos naturales de las formaciones geológicas y provoca reacomodamientos que liberan energía, es decir, sismos.**

Metodología

Para el presente informe se procesó información originada en:

1. Los registros sísmicos (listado de terremotos en la zona y sus características) proporcionados en su totalidad por el INPRES.
2. Las bases de datos de producción de hidrocarburos de la Secretaría de Energía de la Nación.
3. La experiencia de campo realizada por el Observatorio de Sismicidad Inducida (OSI) en la localidad de Sauzal Bonito, Añelo y Rincón de los Sauces, en la provincia de Neuquén.

1. Toma nombre de un paraje ubicado en el centro de Neuquén donde la formación aflora en superficie.

4. Reuniones con organismos públicos de la provincia de Neuquén.
5. Reuniones con organismos públicos de jurisdicción nacional.
6. Bibliografía que se detalla en el informe.

Con respecto a la metodología de trabajo, se realizan unas breves aclaraciones complementarias:

- En lo referido a los datos de volumen que serán analizados, se trabaja siempre en m^3 .
- El lodo inyectado en el *fracking* integra el volumen de agua y el de las arenas silíceas utilizadas en las etapas de fractura. En el caso de las toneladas de arena (dato de entrada de las fuentes de información), son convertidas a m^3 a razón de 1.650 kilogramos el m^3 . La no inclusión de los aditivos químicos en los lodos se debe a que, por los exiguos volúmenes que presentan en comparación al agua y a las arenas, se vuelven despreciables en relación a la sismicidad inducida.
- En el caso del gas, que en las tablas oficiales es reportado en miles de m^3 de gas estándar, fue transformado a su equivalente aproximado en volumen en condiciones de reservorio en el subsuelo aplicando conversiones PVT (Tamburini *et al.* 2022).

Las conversiones se realizan por la necesidad de trasladar una noción más cercana del volumen de materiales manipulado en el subsuelo -es decir, en la formación geológica Vaca Muerta, de la que se extraen los hidrocarburos- y mantener escalas semejantes entre los volúmenes de los distintos materiales: hidrocarburos, agua y arenas. De todas maneras, la elaboración de este informe se centra en las tendencias y cambios relativos a la extracción de hidrocarburos no convencionales y a la sismicidad inducida, y no a sus valores absolutos.

Desembarco de Chevron en el área El Trapial

El área El Trapial se localiza en el norte de la provincia de Neuquén y, geológicamente, en la cuenca hidrocarburífera Neuquina² (Ponce *et al.* 2015). Desde una mirada basada en los aspectos físicos, se trata de una región emplazada en la Patagonia extraandina, con presencia de planicies o mesetas que le dan su morfología característica: profundos cañadones, cárcavas y frentes de barda típicos de los paisajes semiáridos.

La ubicación más elevada del área de estudio está a 750 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), con una suave pendiente hacia el sudeste. La propiedad de la tierra es mayoritariamente fiscal, con la provincia de Neuquén como principal titular dominial y con presencia de productores primarios de ganadería extensiva.

2. Hoy se conoce popularmente a la cuenca como Vaca Muerta, lo que genera cierta confusión terminológica entre nombre de la región, formaciones geológicas, tipo de recursos explotados, etc.

El asentamiento poblacional más cercano es Rincón de los Sauces, localizado en la margen sur del río Colorado y emplazado aproximadamente 45 kilómetros al este del área de estudio. En dicha localidad se han reportado avisos de percepción de los sismos, pero no hay registros de daños materiales .

El río Colorado es un río de régimen hidrológico natural, de rasgo nival, que se caracteriza por tener una onda de crecida hacia fines de la primavera que tiene relación directa con la fusión de la nieve acumulada principalmente en el invierno.

Según los datos brindados por la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Neuquén, el agua utilizada para la extracción de hidrocarburos no convencionales en la zona se obtiene mayoritariamente de acuíferos cercanos a los pozos donde se está fracturando, dado las grandes distancias que existen entre estos y el río Colorado.

El área El Trapial tiene su origen en el contexto del Plan Houston, impulsado por el gobierno radical del por entonces presidente Raul Alfonsín en el año 1985. Este plan tenía como objeto ampliar los horizontes extractivos de hidrocarburos en el país. Si bien el Plan Houston fue considerado un fracaso a nivel nacional, se hizo un descubrimiento de importancia: se encontraron hidrocarburos en el área Huantraico en Neuquén. Dicho anuncio era esperable ya que esa área era lindera a otras de YPF con elevada extracción y reservas comprobadas para esa fecha.

En el año 1992, y en el contexto de privatización impulsado por el gobierno del ex presidente Carlos Menem, se otorga un permiso de exploración de hidrocarburos para el área Huantraico³ en favor de la Petrolera San Jorge y una concesión de explotación de hidrocarburos para los lotes El Trapial y Curamched⁴. Petrolera San Jorge recibió en ese momento un préstamo para el desarrollo de sus actividades por parte de la Corporación Financiera Internacional, uno de los brazos administrativos del Banco Mundial y canalizador de préstamos hacia el sector privado de los países en desarrollo. Se debe recordar que, si bien ya se habían producido movimientos administrativos en relación al área a partir de las privatizaciones en 1992, la reforma constitucional de 1994 reorientó el control de los hidrocarburos hacia las provincias, por lo que -y en uso de sus nuevas potestades- se debían reiniciar los pasos administrativos en materia de exploración y permisos de explotación.

En el año 1999 se produce el desembarco de Chevron en Argentina con la adquisición de la Petrolera San Jorge, quedándose con el área hidrocarburífera El Trapial y Curamched. Chevron solo perforó 55 pozos entre el año 1999 y 2008, mostrando el carácter meramente especulativo de su participación en este período. En el 2008 y 2011 se renegocian y renuevan las concesiones a Chevron en esta área⁵ y pasa a tener dos socios titulares⁶: Chevron Argentina SRL, con una participación del 85%; y la Corporación Financiera Internacional, en manos del restante 15%. Esta participación permanecerá inalterada hasta el año 2019.

3. El área de exploración Huantraico tenía una extensión de aproximadamente 4.800 km². Los lotes de explotación El Trapial y Curamched están contenidos en esa área.

4. Boletín oficial de la República Argentina N° 27435 del 23/07/1992.

5. Decreto provincial de Neuquén N° 822/08 y Ley provincial N° 2.615.

6. Decreto provincial N° 2.268/11.

La sismicidad en el área El Trapial

El área El Trapial-Curamched posee en la actualidad, según los registros de la Subsecretaría de Energía, Minería e Hidrocarburos de Neuquén, un total de 1400 pozos perforados entre los años 1991 y 2024. De ese total, 1373 corresponden a reservorios convencionales y sólo 27 corresponden a reservorios no convencionales en la formación Vaca Muerta.

En esta concesión, entre los años 2008 y 2014, Chevron perforó 296 pozos convencionales. En 179 de ellos se realizó un total de 251 fracturas sin superar las 3 por pozo. Estas fracturas se realizan en las formaciones convencionales maduras en declive para apuntalar la extracción. Por ser pocas e inyectar bajos volúmenes de lodos, no se vinculan a la sismicidad inducida.

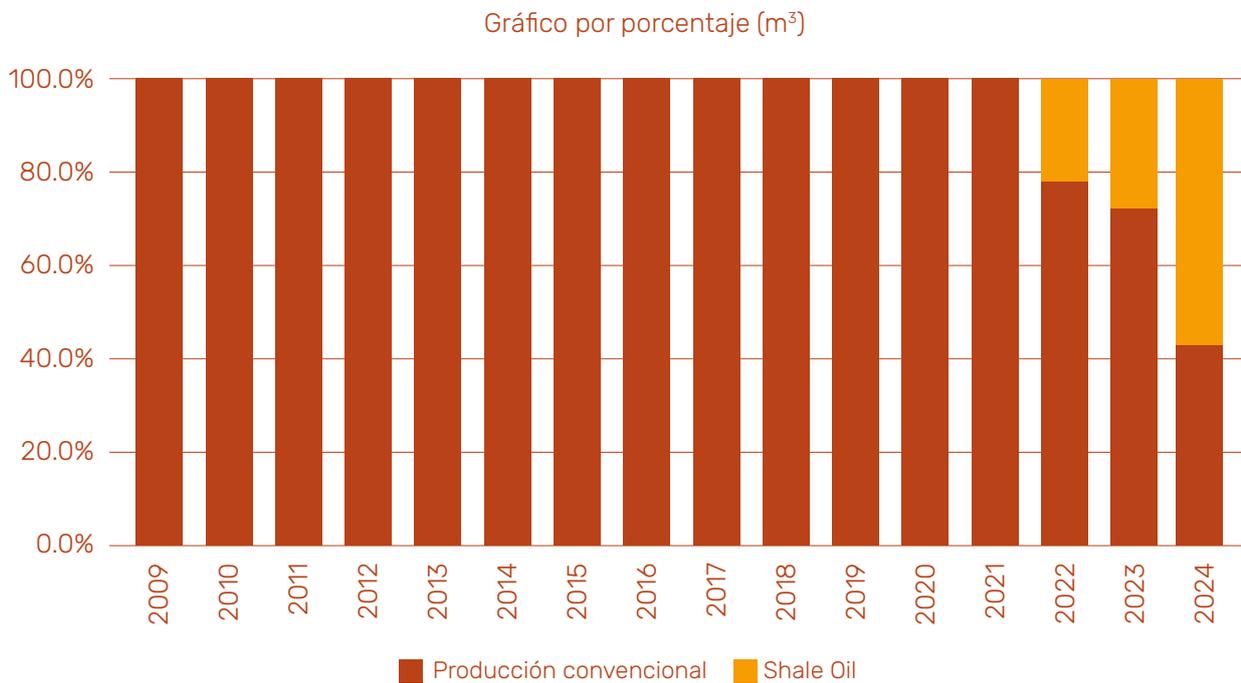
Tal como vemos en la Figura 1, el área El Trapial-Curamched mostró un fuerte declive de extracción de hidrocarburos convencionales a partir del año 2009. Por su parte, en la Figura 2 se observa cómo a partir del año 2022 comienza a cobrar importancia la extracción de los no convencionales de la mano del *fracking*.

FIGURA 1. PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO EN EL ÁREA OPERADA POR CHEVRON. EL PETRÓLEO NO CONVENCIONAL SE DENOMINA EN EL GRÁFICO *SHALE OIL*



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación, marzo del 2024.

FIGURA 2. PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONAL EN LAS ÁREAS OPERADAS POR CHEVRON. EL PETRÓLEO NO CONVENCIONAL SE DENOMINA EN EL GRÁFICO *SHALE OIL*



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación, marzo del 2024.

En el año 2019, Chevron pasó a ser titular del 100% del área El Trapial – Curamched^{7 8}. Esta nueva condición propició que la empresa iniciará un periodo exploratorio perforando un piloto de cinco pozos no convencionales en 2019, cuatro en 2020, cuatro en 2022, ocho en 2023 y, hasta el momento de realización de este informe, tres en 2024 (Tabla 1).

7. Decreto Provincial N° 2332/19.

8. Resolución provincial N° 126/19.

TABLA 1. POZOS PERFORADOS Y FRACTURADOS EN LAS ÁREAS OPERADAS POR CHEVRON ENTRE LOS AÑOS 2008 Y 2024

POZOS PERFORADOS Y FRACTURADOS 2008-2024 EL TAPIAL			
Año	Pozos perforados	Reservorio destino	Cantidad de fracturas
2008	54	convencional	0
2009	56	convencional	0
2010	42	convencional	60
2011	40	convencional	90
2012	49	convencional	88
2013	37	convencional	6
2014	18	convencional	0
2015	0		0
2016	0		0
2017	0		0
2018	0		4
2019	5	no convencional	3
2020	4	no convencional	92
2021	0	no convencional	84
2022	4	no convencional	0
2023	8	no convencional	317
2024	3	no convencional	143

Fuente: Elaboración propia según los datos de la Secretaría de Energía de la Nación de abril de 2024.

Posteriormente, Chevron realizó una nueva solicitud para crear una concesión de explotación siendo evidente que los resultados de los pozos exploratorios fueron muy favorables. En marzo de 2022 la compañía obtuvo la concesión sobre el sector este del área hidrocarburífera El Trapial - Curamched⁹ por 35 años. La nueva área concesionada surgirá de dividir la original El Trapial-Curamched en dos: El Trapial-Curamched por un lado, y El Trapial Este por el otro. Ambas áreas continúan hasta la actualidad teniendo como titular del 100% a Chevron Argentina SRL. En dicha concesión también se estableció el plan de inversiones de la compañía, cuyos montos establecidos señalan aproximadamente U\$S 13.000.000 por pozo, alcanzando el compromiso de realizar una inversión aproximada de U\$S 79.000.000.

Del plan de trabajo planteado en 2022 surgieron los causales de la sismicidad inducida en el área que luego se analizará en el presente informe. Se realizaron pozos horizontales con ramas laterales de entre 2.500 y 3.000 metros de longitud, a los que se les realizaron 38 y 46 etapas de fracturas, respectivamente, alcanzando extensiones totales de entre 6.000 y 7.000 metros.

Un hecho remarcable, que desarrollaremos en los apartados siguientes, estuvo dado por la fuerte disminución de la actividad sísmica en Vaca Muerta durante la pandemia del COVID-19, transformándose en un indicador clave del vínculo entre este fenómeno y el *fracking*. En los primeros meses del 2020, producto

9. Decreto Provincial N° 695/2022 mediante la nota NO-2022-00561092-NEU-EMH#MERN.

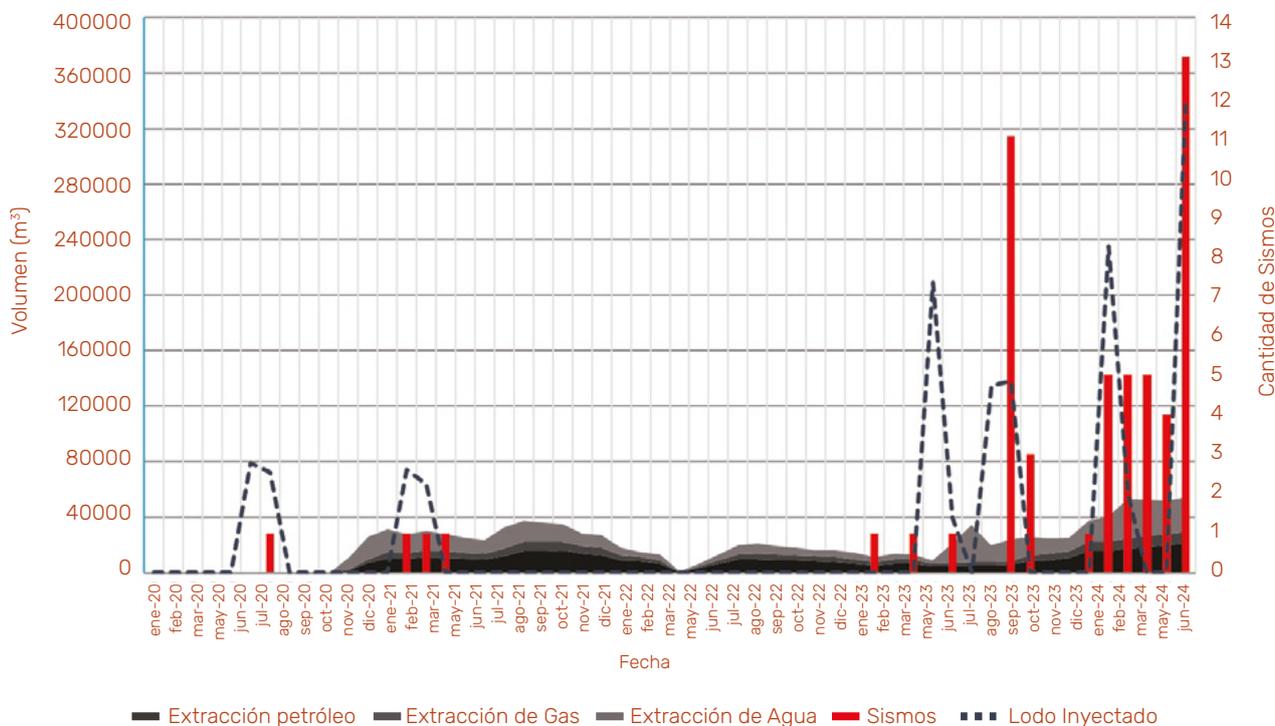
de la pandemia, la demanda de crudo internacional se desplomó junto al precio, alcanzando su mínimo en el mes de abril. Desde allí, la recuperación fue lenta y la demanda y el precio del crudo se mantuvieron durante meses con precios muy por debajo del promedio que había tenido en los años anteriores. Entre el 6 de julio y el 23 de septiembre de 2020, en coincidencia con el periodo de baja internacional de la demanda del crudo y el parate del *fracking* en la zona, no se registraron eventos sísmicos de magnitudes comunicables por el INPRES. **Sin fracturas, no hay sismos¹⁰.**

En el 2020, fue el Estado argentino quien mediante un incentivo económico permitió apuntalar la extracción en yacimientos no convencionales. El Barril Criollo, homologado con el decreto 488/2020 del 18 de mayo de 2020, consistió en el establecimiento de un subsidio a la producción de petróleo garantizando un precio sostén de U\$S 45 (en ese momento, el precio internacional de referencia era de U\$S 35). Este subsidio impulsó el escenario extractivo de Chevron en El Trapial.

La Figura 3 muestra la interrelación entre la inyección de lodos en las operaciones de *fracking*, la extracción de hidrocarburos no convencionales y la ocurrencia de eventos sísmicos en las áreas operadas por Chevron.

10. Afirmar que sin fracturas no hay sismos representa una confirmación basada en el seguimiento pormenorizado de la temática que viene realizando el Observatorio de Sismicidad Inducida desde el año 2019 hasta la actualidad. También lo confirman las investigaciones de científicos nacionales e internacionales que se citan en la bibliografía del presente informe.

FIGURA 3. EXTRACCIÓN DE HIDROCARBUROS, INYECCIÓN DE LODOS Y SISMOS EN EL TRAPIAL Y ÁREA CERCANA. LA EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO, GAS Y AGUA¹¹ EN M³ DE LA FORMACIÓN VACA MUERTA SE REPRESENTA CON ÁREAS APILADAS, LOS SISMOS CON BARRAS Y LOS LODOS INYECTADOS¹³ CON LÍNEAS PUNTEADAS¹⁴



Fuente: Elaboración propia según los datos de la Secretaría de Energía de la Nación y la Fundación Contactos Petroleros de junio de 2024.

La interpretación de este gráfico es reveladora en varios aspectos. **Como dato principal, refleja el inicio del fracking en reservorios compactos o shale y su rápido crecimiento.** De niveles productivos nulos a principios de 2020 se pasa a valores elevados en 2023 y el primer semestre de 2024.

A diferencia de los informes anteriores (Tamburini G. y Grosso J., 2021 y 2023), en la zona de análisis no se encuentran localizados pozos sumideros que puedan estar asociados a la sismicidad. En el caso de El Trapial, estos pozos (utilizados para la inyección de los residuos líquidos) están alejados de la zona de mayor registro sísmico, por lo que se puede inferir que **la sismicidad inducida en la región se asocia al fracking**. Esta tecnología se aplica con gran intensidad en un periodo muy corto de tiempo e incluso, muchas veces, de forma simultánea en varios pozos a la vez o con pequeñas diferencias de tiempo, lo que multiplica su potencial disparador de sismos. En contraposición a ellos, la inyección de residuos líquidos en los pozos sumideros se realiza a una intensidad mucho menor y sostenida en el tiempo.

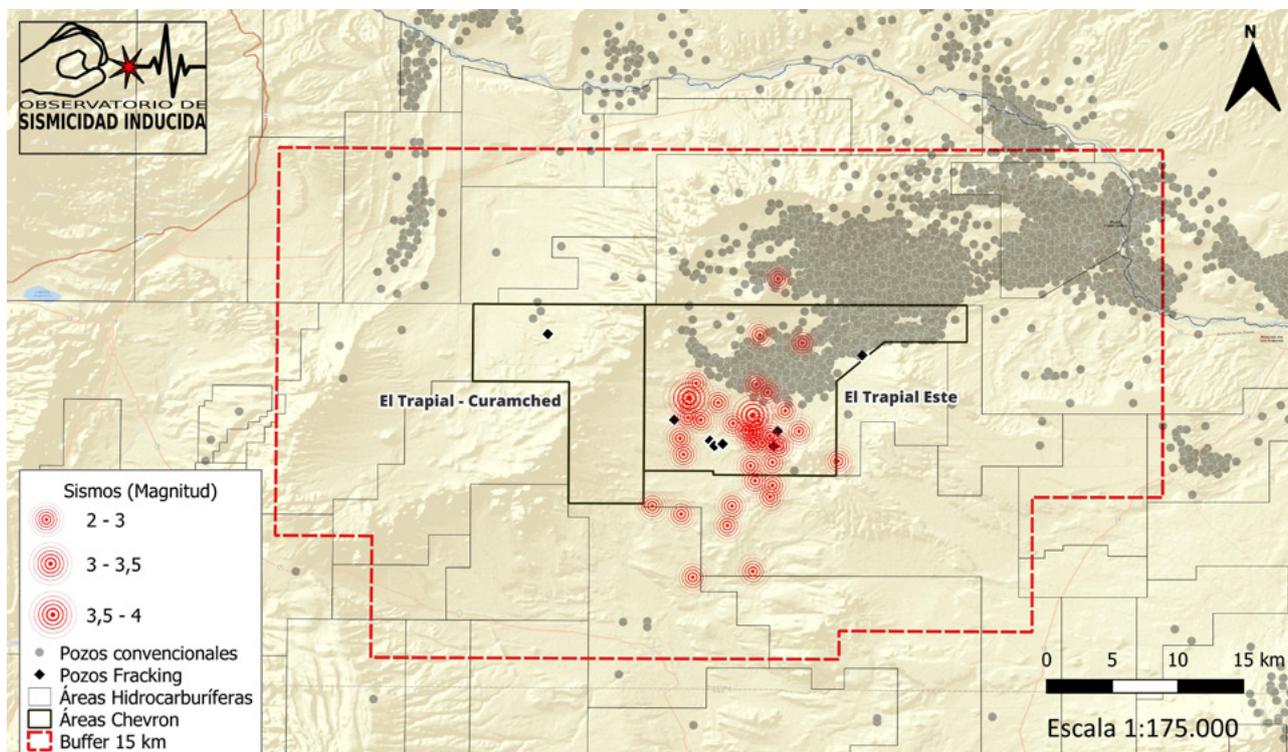
11. El agua hace referencia a la contenida en la formación que se encuentra naturalmente en las mismas junto a los hidrocarburos más parte del agua inyectada que vuelve a la superficie, denominada agua de retorno o *flowback*.

12. Datos de extracción obtenidos de las Declaraciones Juradas de la Secretaría de Energía de la Nación.

13. El lodo inyectado corresponde a la suma en m³ de los volúmenes de agua y arenas silíceas. Estas últimas se obtienen convirtiendo las toneladas inyectadas en m³ aplicando un factor de conversión que corresponde al promedio de las que son utilizadas en Vaca Muerta.

14. Los datos de agua y arena inyectadas se obtuvieron de la Secretaría de Energía de la Nación.

FIGURA 4. MAPA DE LAS ÁREAS HIDROCARBURÍFERAS OPERADAS POR CHEVRON MOSTRANDO LOS POZOS CONVENCIONALES Y DE *FRACKING* EN LA ZONA JUNTO A LOS EPICENTROS SÍSMICOS



Fuente: Elaboración propia según los datos de la Secretaría de Energía de la Nación, la Subsecretaría de Energía, Minería e Hidrocarburos de Neuquén y el INPRES, junio de 2024.

En el mapa anterior (Figura 4) se muestran las dos áreas operadas por Chevron: El Trapial - Curamched y El Trapial Este. La línea punteada roja indica un sector de 15 kilómetros ya que los sismos provocados por un pozo de *fracking* pueden manifestarse a varios kilómetros de distancia. Este valor representa lo estimado por la bibliografía especializada en el tema (Tamburini et al. 2022).

Lo que es de importancia destacar es el hecho de que **antes del 2020, cuando comienza a realizarse el *fracking* por parte de Chevron en la zona, no se registró ningún evento sísmico en las dos áreas concesionadas ni en los alrededores, donde los pozos convencionales se perforaron de forma masiva. Solo en El Trapial Este se han registrado un total de 38 sismos** (símbolos rojos en la Figura 3) desde el inicio de operaciones de la empresa Chevron en la zona con los no convencionales a partir del año 2020.

Resultados

En base a la información presentada en el apartado anterior, especialmente en las Figuras 3 y 4, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. En el área El Trapial no había registro de sismicidad hasta la irrupción del *fracking* en reservorios no convencionales (shale).
2. El primer sismo registrado en el área cercana a El Trapial ocurrió el 6 de julio de 2020 en simultaneidad con el comienzo de las operaciones de fractura que la empresa Chevron realizaba en el área. Desde entonces, han ocurrido 37 sismos más en este sector.
3. Los volúmenes manipulados en las operaciones de *fracking* superan con creces aquellos considerados necesarios para la activación de sismos disparados o inducidos.
4. En El Trapial, los periodos de intensidad de *fracking* coinciden en el tiempo con períodos de elevada actividad sísmica cercana, a saber: septiembre 2023, febrero 2024 y junio 2024 (Figura 3).
5. La interrupción de la práctica del *fracking* en el periodo de pandemia posterior a junio del 2020 supuso un brusco descenso de la actividad sísmica en el área de estudio que confirma la correlación entre ambos.

Es decir, **la intensa sismicidad en El Trapial es consecuencia de la intensa actividad no convencional.** Esto significa que en las cercanías de las zonas donde se ubican los pozos de *fracking* y sus consecuentes epicentros sísmicos pueden verse dañadas todo tipo de instalaciones, sean estas domésticas (paredes de viviendas), productivas (tanques australianos o galpones), e infraestructuras en general (hidrocarburos e ingeniería civil). Cabe destacar que **al tratarse de una zona considerada de sismicidad reducida por el INPRES (que solo considera la natural), la infraestructura en la zona no ha sido diseñada para responder a este tipo de impactos.**

Conclusión y discusión

Como ya se mencionó en el apartado que describe el desembarco de Chevron en estas latitudes, es posible notar cómo la empresa accedió a la posibilidad de una elevada rentabilidad asumiendo mínimos riesgos en la extracción de no convencionales gracias a las facilidades de los gobiernos provinciales y nacionales. A pesar de ello, no se ha realizado el debido seguimiento sobre los impactos ambientales que esta tecnología conlleva ni por las administraciones gubernamentales ni por la empresa.

La sismicidad inducida, al no estar reconocida formalmente por los gobiernos provinciales, no es regulada, motivo por el cual no es tenida en cuenta en los Estudios de Impacto Ambiental¹⁵. Este hecho representa un elevado riesgo socioambiental dado que las poblaciones asentadas en la zona no cuentan con infraestructura preparada para afrontar la sismicidad, encontrándose en una situación de vulnerabilidad¹⁶.

Como fue señalado en informes anteriores, el 26 de mayo de 2022, mientras un grupo de vecinos de Sauzal Bonito reclamaba en la legislatura neuquina y exponía la situación que estaban viviendo con la sismicidad inducida, el anterior gobernador de Neuquén, Omar Gutierrez, viajó al pueblo sin anunciarlo previamente y, ante otro grupo de vecinos, prometió la construcción de 60 viviendas antisísmicas, sin dar explicaciones de por qué era necesaria ese tipo de tecnología en una zona sin antecedentes sísmicos. Al momento de elaborar este informe (julio de 2024), son solo 11 las viviendas terminadas y entregadas a sus dueños. Tampoco se ha tomado en cuenta seriamente el riesgo geomorfológico de la zona, donde los desprendimientos de rocas de distintos tamaños se ha vuelto frecuente y riesgoso para la población.

Esto se remarca dado que la situación en relación al área El Trapial es similar a los comienzos de la sismicidad inducida en Sauzal Bonito. El trabajo de campo realizado dio cuenta de la existencia de viviendas afectadas por los sismos en el área, cuya situación no ha sido atendida por las autoridades.

Como se desarrolló en este informe, **existe un marco legal que propicia el modelo extractivo**. A escala provincial, un elemento crucial es la falta de los controles ambientales, que termina siendo un subsidio indirecto a las empresas que no rinden cuentas de los impactos y pasivos ambientales que generan. Las autoridades de control provinciales actúan en gran parte a partir de las declaraciones de las empresas sobre los episodios de contaminación, derrames, fugas, etc. **En Vaca Muerta se registra, oficialmente (declarado por las empresas), una media de entre 3 y 3.5 incidentes ambientales por día (más de 1.150 al año) desde 2015**¹⁷. Sin embargo, cabe suponer que varios incidentes ambientales, algunos de gran magnitud, como el incendio de un pozo durante tres semanas¹⁸, no son reportados; y cuando lo son, no son correctamente monitoreados o subsanados. Dejar gran parte de las tareas de medición y reporte sobre las empresas operadoras que deben ser controladas muestra la laxitud y connivencia evidente en materia ambiental que existe entre el sector privado y el público en la extracción de no convencionales.

Otro ejemplo de lo anterior es el ínfimo costo que tiene para las empresas obtener el principal insumo para el *fracking*. El agua de los ríos y acuíferos, de vital importancia en una región árida con déficit hídricos recurrentes, se garantiza a un muy buen precio para las operadoras. **El fracking consume el mayor bien común del que disponemos en grandes cantidades. Además, convierte el agua en un residuo tóxico irrecuperable que inyecta y confina a miles de metros de profundidad en el subsuelo, sacándola del ciclo hidrológico**. A lo anterior se suma los millones de viajes de camiones cargados de arenas y otros materiales que sobrecargan y deterioran la escasa red vial en la región, un eje fundamental de la circulación de esta industria que se financia con dinero público, sin inversión privada.

15. El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta administrativa que busca determinar y categorizar las acciones impactantes y los factores sensibles de un entorno que va a ser modificado por una actividad antrópica. En las metodologías de desarrollo, un EIA determina distintas tipologías de impactos leves, moderados y críticos. A partir de este estudio, se identifican las acciones para las cuales se deberían implementar medidas de prevención, control y/o mitigación. Hacemos especial hincapié en la ausencia de la sismicidad inducida en tales estudios dado que tal omisión es deliberadamente contradictoria con el desarrollo de una actividad donde las propias empresas reconocen la sismicidad en sus protocolos de semáforos sísmicos.

16. Serman y Asociados SA. Estudio de Impacto Ambiental Global. Proyecto de desarrollo del Área El Trapial Este. Julio 2023.

17. Fuentes: Secretaría de Energía de la Nación y el Observatorio Petrolero Sur. Más información en: <https://opsur.org.ar/2022/05/26/el-otro-record-de-vaca-muerta-56-incidentes-ambientales-por-dia/>

18. Una investigación en curso verá próximamente la luz al respecto. Más información en: <https://www.pagina12.com.ar/218426-impresionante-incendio-en-un-pozo-en-vaca-muerta-ypf-intenta>

Las empresas hidrocarburíferas obtienen grandes beneficios directos e indirectos del erario público. El negocio es fabuloso: la inversión privada queda rápidamente compensada con las contraprestaciones recibidas, perpetuando un modelo extractivo y económico donde la rentabilidad queda en manos de los grandes agentes privados nacionales y extranjeros. Mientras, los impactos y pasivos ambientales son padecidos por las poblaciones locales.

Esta investigación, como las anteriores antes citadas, se desarrolló con información de base de acceso público. Este elemento dota de transparencia y de un mayor grado de objetividad al trabajo realizado. Sin embargo, es necesario a su vez denunciar las importantes limitaciones en cuanto al acceso a algunos de los conjuntos de datos.

En primer lugar, para poder contar con registro de la actividad sísmica es necesario tener una red de instrumentos de medición llamados sismógrafos. Estas redes comúnmente son desplegadas por instituciones públicas y/o privadas. Este trabajo se sirvió únicamente de los datos del INPRES, que, sin embargo, presentan importantes limitaciones. El INPRES declara tener una red muy deficitaria en la región, lo que limita la calidad y cantidad de los datos. Además, no proporciona los registros de sismos de magnitudes menores a 2,5, información que enriquecería mucho el análisis. La realidad es que esta institución tardó 40 años en publicar un nuevo mapa de riesgo sísmico nacional, actualizado en mayo de 2023, el cual no contempla el nuevo escenario de la cuenca Neuquina. De este modo, se constata nuevamente la infravaloración de la actividad sísmica en Vaca Muerta por parte de las instituciones.

Otro importante instituto público, el Instituto Geofísico Sismológico Volponi, dependiente de la Universidad Nacional de San Juan, cuenta con una densa red sismológica en la zona. Dicha red fue financiada e instalada por las empresas petroleras específicamente para estudiar la sismicidad inducida por el *fracking*. Aún tratándose de una institución pública, **el Volponi no comparte ningún tipo de información relativa a esta red con la ciudadanía ya que un acuerdo privado entre dicho instituto y las empresas aglomeradas en el Instituto Argentino del Petróleo y el Gas (IAPG) se lo impide**. En palabras de un alto responsable del instituto: **“Los datos pertenecen a las empresas”**.

Se trata de datos de excepcional calidad y de trascendente interés público desarrollados por una institución pública financiada con dinero público pero actuando al servicio de intereses privados bajo convenios que desconocemos en su totalidad. No existe un argumento de seguridad pública en la confidencialidad de estos datos, ya que precisamente sería su divulgación lo que permitiría prevenir los sismos y sus consecuencias en la afectación directa de la población y la infraestructura existente. Es una lamentable situación no poder disponer de los mismos. Con esta red de sismógrafos, las empresas, en colaboración con el Volponi, generaron un protocolo de seguridad llamado semáforo sísmico. Se trata de un conjunto de pautas de actuación en función de la seriedad de la actividad sísmica desencadenada por el *fracking*, que se categoriza como un semáforo: verde, ámbar y rojo. Este protocolo ha sido desarrollado para Vaca Muerta como mínimo desde 2020, pero la ciudadanía ha sido excluida de su conocimiento. Si bien la Subsecretaría de Energía, Minería e Hidrocarburos de la provincia de Neuquén tiene conocimiento de este protocolo, no tiene injerencia en la determinación de los umbrales de activación de los distintos colores del semáforo. Desde el 2020 han habido enjambres sísmicos importantes y sismos de magnitudes de hasta 4.5. ¿Cuál ha sido entonces la función del supuesto semáforo sísmico puesto en funcionamiento?

Otra importante fuente de datos es la relativa a las características de los pozos de petróleo y su producción. Esta información es de acceso libre brindada por la Secretaría de Energía de la Nación. En cuanto a los datos de actividad y producción, esta fuente se nutre de las declaraciones juradas que proporcionan las empresas. Este elemento introduce un grado de ambigüedad en el análisis, ya que no hay un claro control independiente de la calidad de la información. Pero dicho esto, se puede precisar, con la

experiencia de varios años de trabajo, que la información relativa a los pozos de petróleo en la base de datos de la Secretaría de Energía ha mostrado ser siempre muy coherente, lo que permite presuponer la calidad y veracidad de los datos.

Una parte importante de las informaciones reflejadas en este trabajo provienen de múltiples pedidos de información pública realizados a la diversas instituciones: INPRES, Secretaría de Ambiente de la provincia Neuquén, empresas privadas, entre otras. Con excepción de la Subsecretaría de Ambiente de Neuquén y de la Secretaría de Energía de la Nación, que disponen de informaciones limitadas porque no son los entes con jurisdicción última en la mayoría de aspectos de interés, todas las otras instituciones han mostrado una actitud recelosa y opaca en la transferencia de información.

A pesar de la existencia de marcos legales como el Acuerdo de Escazú¹⁹, entre otros, ha sido necesario a menudo recurrir a recursos de amparo para poder disponer de información esencial. Lo cierto es que la dificultad de acceso a la información y el elevado grado de complejidad que implica el intentar obtenerla, ha supuesto en muchas ocasiones el tener que aceptar la renuncia a disponer de la misma.

19. Es un acuerdo regional de América Latina y el Caribe que tiene como objetivo garantizar la implementación plena y efectiva de los derechos al acceso a la información ambiental, la participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y el acceso a la justicia en asuntos ambientales. Fue adoptado en Escazú, Costa Rica, el 4 de marzo de 2018, y Argentina lo aprobó en 2020 mediante la Ley 27.566.

Bibliografía

Correa-Ottro, S. (2023). Experimento sismológico en la Cuenca Neuquina, la región de mayor explotación de hidrocarburos por métodos no convencionales de la Argentina. UNSJ.

Ponce, J. *et al.* (2015). Geología de la cuenca neuquina y sus sistemas petroleros. Una mirada integradora desde los afloramientos al subsuelo. Fundación YPF y UNRN.

Grosso, J., y Di Fernando, M. (2024). Atlas Ambiental de Vaca Muerta: Cartografías de lo oculto. Opsur.

Serman y Asociados SA (2023). Estudio de Impacto Ambiental Global. Proyecto de desarrollo del Área El Trapial Este.

Tamburini, G., y Grosso, J. (2021). Sismicidad inducida. Antecedentes bibliográficos y aportes para el caso de Vaca Muerta. FARN.

Tamburini, G., y Grosso, J. (2023). Sismicidad a simple VISTA: el fracking en Bajada del Palo Oeste y otras zonas de operación de Vista Oil & Gas (Vaca Muerta). FARN.

Tamburini, G., y Grosso, J. (2023). El Fracking y la irrupción de la sismicidad en Fortín de Piedra, área operada por Tecpetrol. FARN.

Tamburini *et al.* (2022). Assessment of ground deformation and seismicity in two areas of intense hydrocarbon production in the Argentinian Patagonia. Scientific Reports.

Vázquez, J. *et al.* (2020). Aumento notorio de la sismicidad de la provincia del Neuquén. RAGA.



Fundación Ambiente y Recursos Naturales

Sánchez de Bustamante 27 - Piso 1° (C1173AAA) CABA - Argentina
www.farn.org.ar | info@farn.org.ar      /farnargentina