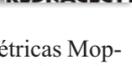


CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor

Inducción experimental de lluvias por Ionización Atmosférica en las Alturas del Golán, Israel, en el período invernal 2012-2013

La Paz, B.C.S., a 19 de mayo de 2013



Mario Domínguez y Lev Pokhmelnikh
Soluciones Climáticas Avanzadas, S.A. de C.V. (SCA).

Empresa Mexicana de Base Tecnológica.

marior.dominguez@gmail.com



correspondientes se obtuvieron de los reportes diarios de las estaciones pluviométricas Mop-Zafon (www.mop-zafon.org.il/csv/index.) del Ministerio de Infraestructura; aunados a los boletines mensuales del Sistema Meteorológico de Israel (www.ims.gov.il).



Figura 2. Estación de Ionización Atmosférica instalada en Kibbutz Ein Hamifratz.

Resumen
La ionización atmosférica es una tecnología propuesta para la inducción de lluvias, que tiene su fundamento teórico en la diferencia del potencial eléctrico de la atmósfera en la que intervienen enormes "flujos de rayos cósmicos" conocidos como iones cargados; iones que forman núcleos de condensación los cuales concentran el vapor de agua para formar aerosoles y así, tras liberar una enorme energía de condensación, formarán las nubes que posteriormente precipitarán como lluvia. El objetivo fue cumplir con un contrato de servicios para la inducción de lluvias en las Alturas del Golán, en Israel, para llenar al 100% siete reservorios (presas). Se instalaron tres Estaciones de Ionización y se trabajó durante dos periodos consecutivos; de noviembre de 2011 a marzo de 2012 y de noviembre de 2012 a enero de 2013. La metodología de ionización atmosférica aplicada, estuvo asociada a lluvias extraordinarias en los dos periodos, llegando incluso, en el segundo periodo a llenarse los siete reservorios el día 8 de enero de 2013; hecho sin precedente en cuarenta años desde su construcción. No es dato menor si se toma en cuenta que este periodo estuvo considerado particularmente seco por el Servicio Meteorológico de Israel.

Palabras clave: ionización atmosférica, lluvia, reservorios, Golán, Israel.

Abstract
The atmospheric ionization is a proposed technology for inducing rain that is based on the generation of charged ions that induce condensation vapor, clouds and rainfall. The objective was to complement an ionization contract for inducing rain in land space using dried desert area in Golan Heights. Three ionization stations were installed in Israel, and worked during two periods, one of them from November 2011 to March 2012, and the second one from November 2012 to January 8th 2013; the atmospheric ionization methodology, generated at Golan Heights, was associated with heavy rains, reaching the maximum level of uptake of the dams, also the last period was finish at January 8th; it was the first event, in 40 years, that fill it up.

Key words: atmospheric ionization, rain, dams, Golan, Israel.

Área temática: Área 1. Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.

Problemática

La escasez de agua en el mundo está alcanzando niveles alarmantes, debido al crecimiento de la población, la deforestación, el uso excesivo de agua en actividades agrícolas y pecuarias y a la combustión de derivados fósiles, entre otros factores que intervienen en la alteración de los patrones climáticos del planeta. Las superficies de zonas áridas y semiáridas en el mundo están en constante crecimiento; asimismo, los niveles de los cuerpos de agua naturales y artificiales son cada vez más críticos, debido a la escasa precipitación pluvial, a las altas tasas de evaporación y la mayor demanda del vital líquido. Por lo anterior, se requiere buscar alternativas tecnológicas que revertan dichas condiciones adversas, exacerbadas en gran parte por la propia actividad humana.

Tabla 1. Precipitación acumulada y promedios en la zona de estudio, periodo noviembre-enero (en mm)

Año/Estación	1	2	3	Promedio
2003-2004	374.2	732.5	318.4	475
2004-2005	272.3	459.1	235.3	322
2005-2006	253.6	245	277.6	259
2006-2007	114.2	102.2	97.2	104
2007-2008	129.3	103.6	209.6	147
2008-2009	165.4	225.8	129.6	174
2009-2010	419.8	516.4	352.8	430
2010-2011	242.5	355.6	nd	299
2011-2012	225.7	478.1	258	*321
2012-2013	426.5	793.4	386.5	*535

* Con ionización atmosférica
Fuente: Mop-Safon / Ministerio de Infraestructura, Israel



Figura 1. Se destaca la superficie de la influencia ionizante (Estaciones de Ionización atmosférica ELAT-SCA) en las Alturas del Golán, Israel.

Usuarios

Dependencias Federales de México incluyendo la Secretaría de Gobernación (SEGOB), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), autoridades estatales, asociaciones agrícolas, ganaderas, silvícolas, acuícolas e instituciones de educación superior y centros de investigación.

Proyecto

El objetivo del proyecto consistió en inducir artificialmente precipitaciones pluviales para llenar siete reservorios que se encuentran en la meseta montañosa de las Alturas del Golán, en Israel; con capacidad de almacenamiento para 23 Millones de Mt3. Los cuerpos de agua están ubicados en una extensión territorial cercana a los 380 km2 y a una altura sobre el nivel del mar desde los 680 hasta los 415 msnm; dentro de éste territorio existen cuatro pequeñas cuencas, que en su conjunto alcanzan los 122 km2; con una inclinación de escurrimiento menor a los 15°. Estas se conocen como las Cuencas de Mei Golán. La climatología de la zona registra una precipitación promedio de 40 años para el período noviembre-enero de 315 mm; considerada como zona semidesértica de baja precipitación pluvial según la clasificación del Servicio Meteorológico de Israel (Israel Meteorological Service; http://www.ims.gov.il/ims/all_tahazit). En la Tabla 1 se presentan los registros de lluvia acumulada en el período noviembre-enero de los últimos 10 años dentro de la zona de estudio, incluyendo los dos últimos periodos bajo la influencia de la Tecnología de Ionización Atmosférica.

El trabajo consistió en la instalación de tres estaciones de ionización ELAT-SCA (Soluciones Climáticas Avanzadas, S.A., México) en la región norte de Israel. La primera de ellas se instaló en Tel Asniya justo en las Alturas del Golán; una segunda en el Kibbutz Ein Hamifratz sobre la costa occidental del Mediterráneo a una distancia en línea de vientos de 82 km y la tercera a 5 km al sur del Lago Kinneret (Mar de Galilea) y a 65 Km de Tel Asniya (Fig. 1). Cada una de las estaciones de ionización está compuesta por una "torre común de comunicación" de 42 m de altura; sostenida por tres anclajes y cada uno de ellos lleva cinco cables de retención instalados a distintas alturas; aprovechando la máxima altura se hace un tendido electrificado de alambre fino en acero inoxidable, que se sostiene a una serie de mástiles periféricos a una altura de 9; una fuente de alta tensión con tablero a control remoto; aisladores de fibra sintética y una caseta para operación y resguardo (Fig. 2). La operación de las Estaciones de Ionización se realizó de acuerdo al diseño y la metodología de ionización propuesta por Pokhmelnikh (1991, 1993, 1997). La evaluación de la formación de nubes se monitoreó mediante imágenes del radar de lluvias y la información meteorológica proporcionada por los radio-sondeos del Servicio Meteorológico de Israel (www.ims.gov.il/IMSEng/tazpiot/RainRadar); las imágenes satelitales de alta y baja resolución se obtuvieron del EUROSAT 24 (www.sat24.com/en/ba) y se utilizaron los pronósticos disponibles del WEATHER & AVIATION PAGE (www.skystef.be/forecast19.). Así mismo, se dio seguimiento al nivel de los reservorios mediante los reportes proporcionados por la Cooperativa de Administración de Aguas de las Alturas del Golán; los registros de lluvia

A continuación, se resumen los datos y eventos registrados dentro de los dos periodos ionizados en los Altos del Golán, Israel (noviembre 2011 a marzo de 2012 y noviembre 2012 a enero de 2013):

Primer período.- a) Se obtuvo el record histórico de lluvias ininterrumpidas durante 28 días (Tabla 1); b) Se llenaron los siete reservorios del proyecto al 100% (Tabla 2); c) El Kinneret logró la segunda mejor recarga en treinta años (Fig. 3); d) Respecto a la intensidad de los vientos en m/seg; se obtuvieron rendimientos eólicos sin precedente en 35 años; e) Se inhibieron los frentes fríos del norte; f) El Monte Hermón hacía 20 años que no tenía similares cantidades de nieve.

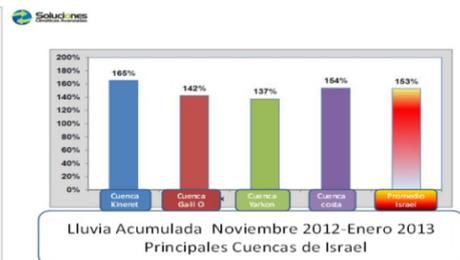
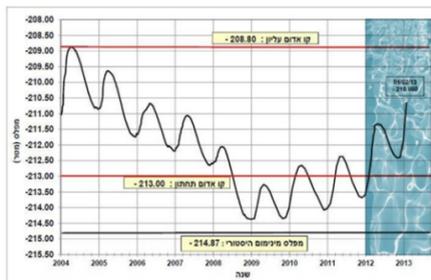


Figura 3. La gráfica muestra la evolución de los niveles de llenado, desde el primero de enero de 2004 hasta el 1 de febrero de 2013. La columna vertical expresa en metros, el nivel del lago Kinneret; donde la línea marcada en color rojo fija a -208.80 msnm como el nivel máximo de capacidad y la línea inferior, también en rojo, marca -213.00 como el nivel mínimo de capacidad útil. La pantalla de agua en azul destaca la evolución favorable de Lago Kinneret bajo la influencia del efecto ionizante en la atmósfera (operación de las estaciones de ionización atmosférica ELAT-SCA) (izq). Anomalía de lluvias ilustrada en el Boletín del Servicio Meteorológico de Israel (der).

Segundo período.- a) Por segundo año consecutivo los siete reservorios se llenaron al 98%; el 2% de diferencia es imposible por defecto de construcción en el Reservorio Hitei (Tabla 1); b) El Servicio Meteorológico de Israel reportó anomalías positivas de lluvia por arriba del 150% para la región centro y norte de Israel. (Fig. 4); c) Los reservorios quedaron llenos el 8 de enero de 2013; hecho sin precedente en cuarenta años, desde su construcción; en la Tabla 2 se presentan los siete reservorios comprometidos en color verde, con registros desde el 05/96 hasta el 01/13; en la cual se puede apreciar que los porcentajes de llenado corresponden a los meses de marzo y abril; lo que muestra una importante recarga en el mes de enero de 2013. d) El lago Kinneret inicio su recuperación el 5 de noviembre de 2012; hecho no registrado en 40 años. La Figura 3 muestra la evolución positiva del Lago Kinneret en los dos años Ionizados; cuyo nivel máximo se encuentra a menos 208.8 msnm y cuenta con una capacidad de embalse para 1,090 Mm3 y una evaporación media anual de 275 Mm3 (www.mekort.co.il/eng). Otro logro relevante fue el cambio significativo en el flujo de los vientos provenientes del mar Mediterráneo durante el período de trabajo, con 80% de registros provenientes del oeste dentro del período ionizado, en comparación con el histórico (1998-2011) de 54%. Los anemocinógrafos se encuentran instalados en una torre de vientos a 50 y 25 m de altura en el Monte Asniya. Los datos fueron proporcionados por cortesía de la Gerencia de la empresa Asniya Wind Farm, Ltd. (Google Earth coordenadas 33° 04' 53.56" N / 35° 49' 57.04" E). El Monte Hermón con una altura de 2073 msnm, está ubicado al norte de Israel y divide territorialmente los límites fronterizos con Siria y Turquía; ha registrado nevadas extraordinarias en las dos últimas temporadas invernales (2012-2013) que han permitido la operación de las pistas de sky en la estación turística.

Tabla 2. Llenado de Reservorios

Season	Norte													Sur					Total	Mm³	% llenado
	Butania	Iosifon	Merom Golan	Orvim	Katif	Keshet	Ramtania	Bnei Israel	Dvash	Jitai	Revaya	Shabnia	Revaya	Shabnia	Revaya	Shabnia					
06/96	250	200	2,800					950	6,500	3,100	2,100	3,300	950	16,200	70%						
04/97	300	300	4,000			50	1,200	5,800	3,500	1,800	4,200	1,600	17,200	75%							
04/98	300	300	4,200	1,000		50	1,200	7,500	3,300	5,000	4,500	1,600	22,200	96%							
03/99	200	200	2,200	350	200		1,000	2,400	1,000	1,400	1,100	600	6,900	30%							
03/00	300	300	3,500	1,000	650		1,200	7,500	3,500	2,000	4,500	1,600	20,050	87%							
04/01	200	300	1,700	500	450		1,000	2,500	800	200	1,200	1,250	6,800	29%							
04/02	300	300	3,800	1,800	600		1,200	4,200	3,200	900	2,600	1,600	13,400	58%							
03/03	300	300	4,300	2,500	650		1,200	7,500	3,500	5,000	4,500	1,600	23,050	100%							
03/04	300	300	4,300	2,000	650		1,200	6,500	3,500	5,000	4,500	1,600	22,050	96%							
03/05	300	300	3,900	2,000	650		1,200	7,500	3,000	2,700	4,100	1,600	19,850	86%							
04/06	200	300			460		1,000	3,300	2,400	800	2,400	1,100	10,660	46%							
04/07	300	300			600		1,100	3,250	3,400	200	1,700	1,350	10,800	47%							
03/08	200	300	2,200	1,750	350		975	2,100	2,450	0	1,100	1,150	7,350	32%							
03/09	200	300	3,000	2,100	600		1,200	5,000	3,400	1,500	3,000	1,600	15,300	66%							
03/10	250	300	4,248	1,910	650		1,200	5,000	3,200	800	4,200	1,600	15,700	68%							
04/11	200	200			500		1,000	3,250	3,400	200	1,700	1,350	10,800	46%							
04/12	300	300	4,300		650		1,200	7,500	3,500	4,600	4,500	1,600	22,650	98%							
###	300	300	4,300		650		1,200	7,500	3,500	4,500	4,500	1,600	22,650	98%							
03/14	300	300	4,300		650		1,200	7,500	3,500	5,000	4,500	1,600	23,050	100%							
03/15	300	300	4,300		650		1,200	7,500	3,500	5,000	4,500	1,600	23,050	100%							

100%- 90 reservorios
90-90% reservorios
0-50% reservorios

Promedio antes del contrato Mei Golan: 14,618
Nuevo promedio: 21,785

Impacto socioeconómico

La Tecnología de Ionización Atmosférica para la inducción de lluvias en la zona semidesértica de las Alturas del Golán en Israel, reabre la posibilidad de realizar pruebas y evaluar detalladamente la posibilidad de su aplicación en México para incrementar la gama de opciones para incrementar los niveles de precipitación pluvial en las zonas áridas y semiáridas del País. El impacto socioeconómico ante una eventual mayor captación de agua de lluvia sería de enorme trascendencia, con efecto inmediato para el abastecimiento de agua a la población y a los sectores agrícola, acuícola, forestal y ganadero. La aplicación de la tecnología (desarrollada en México) y los resultados obtenidos, ya han sido validados por el Servicio Meteorológico Nacional de 2000 a 2006 en los Estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas, Aguascalientes y Puebla; Entidades que realizaron convenios de colaboración para operar los dispositivos de Ionización Atmosférica. Sin embargo, la pasada Administración federal no mostró ninguna sensibilidad para su aplicación a pesar de haber realizado durante 2007 y 2008 diversas pruebas de campo para la oficina de la Presidencia; por ello se atendió la solicitud de aplicar la Tecnología en Israel durante el trienio 2011-2014.

Contacto: <http://pcti.mx>, hnolasco2008@hotmail.com