



Consultora para el CCT y Regente ambiental para la Terminal de Contenedores de Moín-TCM (crissolanor@yahoo.es)



Consultor para el CCT (ggontre@yahoo.com)

## Caracterización de las aguas subterráneas para el área de ubicación del campamento de la Terminal de Contenedores de Moín

..... || **María Cristina Solano Ramírez**  
**Guillermo González Trejos** || .....



Para la obtención de la viabilidad ambiental del proyecto de construcción de la Terminal de Contenedores de Moín (TCM), se estableció la línea base 1, mediante la revisión de fuentes secundarias y la línea base 2, según ensayos de laboratorio y trabajos de campo, que permitieron conocer el estado ambiental de las áreas del proyecto (AP), áreas de influencia directa (AID) y áreas de influencia indirecta (AII). Una vez obtenida la viabilidad ambiental, el Centro Científico Tropical (CCT) fue seleccionado para llevar el *seguimiento ambiental* de la etapa de construcción de la TCM.

Desde el año 2012 se realizan pruebas, monitoreos y observaciones, necesarias para identificar si alguno de los parámetros seleccionados y dimensionados en el Plan de Gestión Ambiental (PGA), ha sido afectado.

En este sentido, se efectúan mediciones y controles indicativos y periódicos para el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales, de la bahía, del río Moín y las subterráneas. Parte de los resultados obtenidos se muestran en este trabajo.



Volver al índice

**L**a TCM, ha requerido para su construcción, el levantamiento de un campamento logístico y habitacional, que se ubicó dentro de una franja de terreno de aproximadamente 10 hectáreas, entre la margen izquierda del río Moín y la línea de costa, 2 km hacia el noroeste de la plaza de Moín.

En este sitio, durante estos tres últimos años, además de las áreas de acopio de roca, de equipo, de maquinaria y el campamento habitacional, se ha mantenido en funcionamiento: la concretera, la planta de tratamiento, las oficinas y los talleres de soldadura, armadura y mantenimiento de equipo y maquinaria.

Físicamente, la franja de terreno tiene un ancho máximo, hasta la margen izquierda del río Moín, de 415 m, en el sector oeste (área de concretera) y 110 m en su extremo este (donde se ubican los sitios de acopio de material y equipo).

El área forma parte de un cordón litoral, que incluye el cauce del río Moín. Se sobrepone a la llanura aluvial, unidad que se extiende hacia el sur, poco más allá de la ruta 32, hasta el pie de los cerros y lomas locales. Hacia el este, la llanura aluvial incluye, el área donde se ubica la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) y la ruta 240. El río Moín, aguas arriba de la confluencia con el río Blanco, es un canal, dragado con el propósito de sacar las aguas hacia el este.

La secuencia estratigráfica local incluye una cobertura superior de arena media a arena limosa y limo, con fragmentos de conchas, seguida, por arena

media a gruesa, con conchas y fragmentos de conchas y cuerpos coralinos aislados. El espesor de esta primera unidad varía de 10,9 a 24,7 m. Sobreyacen interestratificaciones de arcilla, limos arcillosos y arena arcillosa con espesor de 16 a 24 m. El basamento local es una roca sedimentaria, de grano fino (limolita), cuyo nivel superior se ubica entre 24,7 a 54 m de profundidad (GeoStratu Consultores S.A., 2013). Esta estratigrafía es concordante con la descrita para los pozos RB-140 y RB-94 (SENARA, 2013, base de datos), ambos ubicados hacia el este y sur, respectivamente, de Sandoval.

El nivel de agua subterránea, dentro del sector ocupado por los campamentos, se ubica a una profundidad que varía entre 0,3 a 1,1 m, en arenas medias a muy finas. Para los pozos del sector sureste (RB-140 y RB-94), el nivel se ubica a 8 y 19,3 m, dentro de arenas. Guzmán (2006), indica para el plantel de RECOPE, profundidades variables entre 0,77 y 2,01 m.

El trazo de isotenciales para el área bajo consideración, muestra un gradiente hidráulico local de 0,0033 m/m, con dirección hacia el noreste. Esto implica que, para la zona del campamento, el acuífero subsuperficial descarga hacia el mar. La investigación geofísica realizada dentro del área de concretera, permitió determinar presencia de agua salobre e intrusión salina, a una profundidad variable de 10,9 m y 26,7 m. Para la capa no saturada, la conductividad hidráulica se determinó en 19,1 m/d y la porosidad en 34 %. Para el caso de la zona saturada, la

conductividad hidráulica es de 91,7 m/d y la porosidad de 26 % (Solano, 2013).

La calidad de agua subterránea, durante el establecimiento de la línea base (LB-II, 2012), se determinó sobre una muestra de agua, obtenida del piezómetro instalado dentro del área de

concretera. Los resultados se presentan en el **Cuadro 1** y se comparan con el rango de valores determinados, en las aguas del piezómetro, durante la construcción y con los valores recomendados y máximos establecidos en el decreto N° 32327-S del Ministerio de Salud.

**Cuadro 1.** Muestras tomadas del piezómetro ubicado en concretera

Parámetro de calidad	Rango (Construcción)	Línea base (LB-II)	Límites (Decreto No. 32327-S, 2005)	
			Recomendado	Máximo
Temperatura agua, °C	25,3 a 29,5	ND *	18	30
pH	7,10 a 7,64	8,08	6,5	8,5
Color aparente, mg/L (uPt-Co)	< 0,1 a 226	2	5	15
Turbidez, UNT	0,08 a 3,87	0,5	< 1	5
Olor	Aceptable	ND	Aceptable	Aceptable
Sabor	Aceptable	ND	Aceptable	Aceptable
Conductividad eléctrica, µS/cm	368 a 414	454	400	NA
Dureza total CaCO <sub>3</sub> , mg/L	160 a 213	236	400	500
Cloruros (Cl <sup>-</sup> ), mg/L	3,2 a 8,2	5,2	25	250
Fluoruros (F <sup>-</sup> ), mg/L	< 0,01 a 0,18	ND	NA	0,7
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	< 0,01 a 2,62	< 0,3	25	50
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ), mg/L	< 0,01 a 2,00	ND	25	250
Aluminio (Al <sup>+3</sup> ), mg/L	0,065 a 0,29	ND	0,2	NA
Calcio (Ca <sup>+2</sup> ), mg/L	12,5 a 20,4	21,8	100	NA
Magnesio (Mg <sup>+2</sup> ), mg/L	31,3 a 38,8	44,0	30	50
Sodio (Na <sup>+</sup> ), mg/L	4,30 a 6,74	12,9	25	200
Potasio (K <sup>+</sup> ), mg/L	1,55 a 4,56	4,40	NA	10
Hierro (Fe), mg/L	0,027 a 0,202	< 0,04	NA	0,3
Manganeso (Mn), mg/L	0,088 a 0,211	ND	0,1	0,5
Zinc (Zn), mg/L	0,007 a 0,149	ND	NA	3
Cobre (Cu), mg/L	< 0,033 a 0,007	ND	1,0	2,0
Plomo (Pb), mg/L	< 0,009 a 0,049	ND	NA	0,01
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	< 0,001 a 0,006	< 0,400	0,1	3
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), mg/L	< 0,01 a 0,08	ND	0,05	0,5
Arsénico (As), mg/L	< 0,005	ND	0,005	NA
Cadmio (Cd), mg/L	< 0,002 a 0,005	ND	NA	0,003
Cromo (Cr), mg/L	< 0,0067 a 0,0019	ND	0,007	NA
Níquel (Ni), mg/L	< 0,003 a 0,003	ND	NA	0,02
Antimonio (Sb), mg/L	< 0,003 a 0,007	ND	0,003	NA
Selenio (Se), mg/L	< 0,007	ND	0,007	NA
Cianuro CN-	< 0,001	ND	NA	0,05
Sólidos totales disueltos (STD), mg/L	164 a 266	ND	NA	1000

Parámetro de calidad	Rango (Construcción)	Línea base (LB-II)	Límites (Decreto No. 32327-S, 2005)	
			Recomendado	Máximo
Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S), mg/L	< 0,001 a 0.006	ND	NA	0,05
Coliformes fecales (CT), NMP / 100 mL	Ausente a 22	3 500	Ausente	Ausente
<i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> ), NMP / 100 mL	Ausente a 22	33	Ausente	Ausente
* ND = No hay dato				

Con el propósito de monitorear la calidad de las aguas subterráneas en el área de campamentos, actualmente se realizan ensayos físicos, químicos y

bacteriológicos en un piezómetro y dos pozos, cuya localización y características se presentan en el **Cuadro 2**.

**Cuadro 2.** Localización y características del piezómetro y los dos pozos de muestreo

Nombre del pozo	Localización	GPS	Hora de muestreo	Distancia del suelo a la superficie del pozo (m)	Prof del agua del pozo (m)	pH	Temperatura del agua (°C)
Piezómetro	Concreteira	597596/1107099	11:30	1,42	5,6	7,58	29,4
Pozo No. 1	Noroeste AP	597298/1107569	10:20	1,67	1	7,8	25,4
Pozo No. 2	Sureste AP	598940/1102314	12:30	1,6	0,72	7,28	27,1

Durante el periodo correspondiente a la construcción de la TCM, se han realizado seis muestreos de las aguas subterráneas. El primero se realizó el 16 de julio de 2015, el segundo el 19 de noviembre de 2015; el tercero el 04 de febrero de 2016, el cuarto el 25 de agosto de 2016; el quinto el 19 de enero de 2017 y el último, los días 19 y 20 de julio del 2017. Los resultados de algunos muestreos indican que los metales pesados aluminio, magnesio, hierro y antimonio se presentaron en cantidades un poco mayores que el valor recomendado o la cantidad máxima admisible, lo que posiblemente sea una condición natural de las aguas de esta área, o bien procedente de la utilización de agroquímicos, en las cuencas de

los ríos que desembocan en el río Moín. Esto por cuanto no existe alguna evidencia que indique que tales metales pesados podrían provenir de contaminaciones dentro del proyecto. El *cadmio* apareció presente en el piezómetro en cuatro de los seis muestreos, en cantidades mayores que las máximas permisibles. Esto indica una posible contaminación de las aguas, por acciones antropogénicas. Debe tomarse en cuenta que el cadmio fue un elemento químico que apareció presente en el levantamiento de la línea base II, en las aguas del río Moín en cantidades bastante por encima de los límites máximos permisibles. En el penúltimo muestreo, en las aguas analizadas del piezómetro y de los dos pozos, se detectó la presencia de

*titanio*, lo que se interpreta como una contaminación procedente de alguna fuente externa, puesto que se presenta tanto en el piezómetro como en los dos pozos situados fuera del área de la concretera. En lo que respecta a *otros contaminantes*, las relativamente pequeñas contaminaciones encontradas en las aguas subterráneas monitoreadas, tales como hidrocarburos, acetona, metales pesados, pareciera que se han producido paulatinamente durante varios años.

En lo que respecta a contaminación bacteriana, la misma sobrepasa los límites recomendados y permisibles para agua potable.

Se concluye entonces que, el acuífero local subsuperficial, se desarrolla dentro de depósitos no consolidados, es de tipo libre, y con un espesor del manto de agua dulce del orden de 9,7 a 26,9 m.

De acuerdo con los análisis efectuados, las aguas de este acuífero han sido afectadas desde hace muchos años, como consecuencia del establecimiento de grandes industrias, el trasiego de combustibles —dado al alto tráfico de lanchas— así como el uso inapropiado de los suelos y plaguicidas en las fincas y potreros que rodean las cuencas de los ríos que confluyen al río Moín.

La contaminación con metales pesados, combustibles y contaminación bacteriológica, así como las enormes cantidades de sedimentos que son arrastradas por el río Moín, son aspectos que no solamente afectan el desarrollo de la vida acuática en el área del proyecto, sino que pueden

llegar a afectar la salud humana y la del ecosistema costero y encarecer las labores de dragado y limpieza.

Con el propósito de mejorar la calidad de las aguas presentes y el entorno ambiental de Moín, se recomienda realizar una acción conjunta entre las entidades establecidas en esta área costera, tales como la Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA), RECOPE, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), el Ministerio de Agricultura (MAG), municipalidades y otras entidades públicas y privadas, dirigida al buen manejo agronómico y forestal de los suelos y los plaguicidas, las aguas residuales y los desechos sólidos que afectan la integridad de este ecosistema.

#### Referencias

- GeoStratu Consultores S.A. (2013). Estudio geofísico de resistividad eléctrica para el sitio de Campamento de APM en Moín, provincia de Limón. San José, Costa Rica. Informe interno para APMT.
- Guzmán, G. (2006). Estudio de contaminación por hidrocarburos tipo Btex, en el plantel de Recope, Moín, Limón. Tesis de Posgrado. Universidad de Costa Rica, San José.
- Ministerio de Salud. (2005). Decreto N° 32327-S. Reglamento para la Calidad de Agua Potable. San José, Costa Rica.
- Servicio Nacional de Riego y Avenamiento [SENARA]. (2013). Registro de pozos. Hoja Río Banano, escala 1: 50000. IGN.
- Solano, C. (2013). Estudio Hidrogeológico Terminal de Contenedores Moín, Limón. CCT, Informe interno para APMT. San José, Costa Rica.