

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS SOBRE LA CONTAMINACIÓN POR LINDANO EN O PORRIÑO (PONTEVEDRA)

VARELA-CASTEJÓN Calixto; MARTÍNEZ LOZANO Francisco

Eptisa, Servicios de Ingeniería, S.A. Rúa Pablo Iglesias nº2, Bajo. 15174 Vilaboa, Culleredo (A Coruña)

**Resumen:** Se ha realizado un pequeño resumen de la historia de la contaminación por lindano en la localidad O Porriño (Pontevedra, NO-España) donde se produjeron en el pasado vertidos incontrolados de residuos de la producción de lindano. Esto ha provocado una importante afección a suelos y aguas subterráneas por diferentes isómeros del hexaclorociclohexano (HCH). Se exponen además las principales conclusiones de las diferentes investigaciones llevadas a cabo en el entorno que han permitido detectar diversos focos de contaminación, establecer concentraciones aceptables en suelos y aguas subterráneas en función de un análisis de riesgos y orientar las labores de descontaminación que se han llevado a cabo.

**Palabras Clave:** Contaminación, lindano, hexaclorociclohexano, HCH, acuífero, suelos contaminados, Torneiros

**Abstract:** A brief summary has been done of the history of pollution by lindane in the town of O Porriño (Pontevedra, NW-Spain), where it took place in the past uncontrolled dumping of residues from the production of lindane. This has led to an important affection to the soil and groundwater by various isomers of hexachlorocyclohexane (HCH). We also exposed the main conclusions of some research carried out in the area, and thanks to those studies it has been detected various sources of pollution, establishing acceptable concentrations in soils and groundwater on the basis of risk analysis and guide the regeneration efforts that have been carried out.

**Keywords:** Contamination, lindane, hexachlorocyclohexane, HCH, aquifer, soil contamination, Torneiros, MODFLOW, soil encapsulation

### INTRODUCCIÓN

La investigación de un emplazamiento potencialmente contaminado en el entorno del Polígono de Viviendas de Torneiros en ayuntamiento de O Porriño (Pontevedra) (Fig. 1), donde se sabía de la posible existencia de vertidos históricos procedentes de la síntesis de hexaclorociclohexano (HCH), destapó un importante problema medioambiental, que afectaba de forma directa no solo a los suelos donde se depositaron los residuos, sino a todas las aguas subterráneas que conforman el acuífero detrítico sobre el que

se asienta un polígono de viviendas y otras infraestructuras. La investigación de la zona inicialmente reconocida como vertedero, y por tanto potencialmente contaminada, ha puesto de manifiesto la existencia de otros focos emisores localizados aguas arriba del emplazamiento.

Se continuó entonces con la investigación y localización de otras fuentes contaminantes, y se han abordado diversos trabajos encaminados al confinamiento de focos y a la interrupción de las vías de exposición al riesgo derivado de la presencia de residuos de pesticidas.

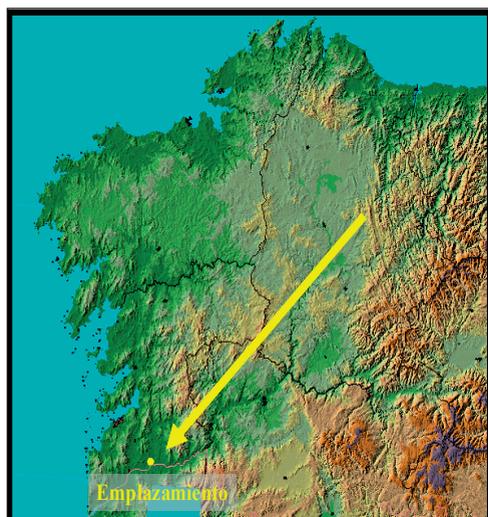


Figura 1 Localización del emplazamiento

## EL ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN

El largo historial de la industria químico-farmacéutica de O Porriño y Mos se inicia en 1939 con la fundación de Zeltia como escisión de los laboratorios Miguel Servet de Vigo. Inicialmente dedicada a la explotación de la flora medicinal regional y los productos opoterápicos procedentes de glándulas de animales, en 1947 comienza la actividad de síntesis y formulación de principios activos veterinarios, agroquímicos y farmacéuticos, entre los que destaca la producción de lindano y otros pesticidas como el DDT. Los procesos de síntesis se interrumpen en el año 1964, dedicándose posteriormente la instalación únicamente a la formulación.

El lindano se obtiene de la síntesis del Hexaclorociclohexano (HCH), el cual aparece en forma de diversos isómeros ( $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH,  $\delta$ -HCH isómeros principales). Desde el punto de vista comercial, el más importante es el isómero gamma, más conocido como lindano, por ser el principio activo utilizado para la posterior formulación de productos comerciales.

Fue en el periodo 1947-1964 cuando se generó el mayor volumen de residuos, ya que en el proceso de síntesis de HCH, en torno al 15% era principio activo ( $\gamma$ -HCH), siendo el 85% residuo; de este último se aprovechaba un 10%, enviándose el resto a vertedero. A partir de 1964 deja de sintetizarse HCH en la zona, pasando únicamente a formularse lindano, que se compraba al exterior y se manipulaba en la factoría, no generando, en principio, ningún tipo de residuo.

En la síntesis del lindano intervienen las siguientes materias primas: benceno, cloro y metanol empleado como disolvente para extraer el lindano. En el siguiente cuadro se da una composición característica y propiedades del residuo en el proceso de síntesis de lindano:

Tabla 1. Características principales de los isómeros presentes en el residuo de la producción de lindano

ISÓMERO	% EN EL RESIDUO	PUNTO DE FUSIÓN °C	PRESIÓN DE VAPOR mm Hg a 20°C
$\alpha$	65-80	157,5 - 158,5	0,02
$\beta$	7-14	309	0,05
$\gamma$	1,5-3	112,8	0,03
$\delta$	8-12	138 - 139	0,02
$\xi$	3-5	218,8	-
Otros	< 1	-	-

El residuo enriquecido en el resto de los isómeros, era transportado y depositado principalmente en una finca, denominada "Gándaras de Torneiros" (Crespo *et al.*, 2000) y propiedad del ayuntamiento de O Porriño, cedida en concesión a la empresa propietaria de la factoría original. Tras la finalización de la concesión se utilizó como escombrera municipal y para la edificación tanto de las viviendas sociales (1975), como la construcción de un circuito de cicloturistas (1990). En el año 1994 se construyó la autovía A-55 entre el extremo este de la parcela y el río Louro.

Finalizado el permiso o autorización para su utilización como escombrera municipal, se procedió al allanamiento superficial de la misma hasta su situación en el momento de iniciar las investigaciones. Parece que estas labores se realizaron tras ser habitadas las primeras viviendas sociales (en torno a 1976), aunque se observaron indicios de movimientos de tierras en épocas poco anteriores al inicio de las investigaciones de suelos a finales de los 90.

Sin embargo, la distribución de residuos abarcaba probablemente un área mucho más amplia que el inicial vertedero. Esto incluye por una parte otros puntos donde la empresa también efectuó depósitos, por otra los movimientos de tierras que se realizaron con posterioridad, y por último los variados usos que el residuo de lindano tuvo en la zona. Y es que según declaraciones de los vecinos, recogidas durante las investigaciones de suelos, los residuos de la producción del lindano tenían diferentes aplicaciones gracias a sus características físicas, entre las que destaca su empleo en arreglo de caminos rellenando baches. Otras informaciones apuntaron a su empleo como insecticida en los cultivos ya que compensaba su baja actividad con su nulo coste.

### ZONAS INVESTIGADAS

De los antecedentes e informaciones procedentes del Inventario de Suelos Potencialmente Contaminados de Galicia (Xunta, 1997), se deducía que habían existido vertidos incontrolados de residuos, en especial procedentes de la fabricación de lindano ( $\gamma$ -HCH).

A partir de un trabajo de investigación realizado por Eptisa en abril de 1.999, encaminado a detectar zonas donde se hubiesen podido depositar residuos procedentes de la síntesis de lindano, se definieron cuatro zonas en el entorno del Polígono de Torneiros, denominadas PV-

1, PV-2, PV-3 y PV-4 (Eptisa, 1999), así como dos emplazamientos industriales que originalmente pudieran haber tenido relación con los vertidos desarrollados en el entorno. Estas zonas son (Fig. 2):

- POLÍGONO DE VIVIENDAS DE TORNEIROS Y CIRCUITO DE CICLOTURISMO (Ref. PV-1): Existe bastante unanimidad en cuanto a que la mayor parte de los residuos procedentes de la antigua factoría se depositaban en la zona que actualmente constituye el Polígono de Viviendas de Torneiros. Se trataba de una antigua zona de extracción de áridos, de propiedad municipal, cedida en concesión a la factoría, que rellenó con sus vertidos las pozas dejadas por las extracciones. En las fotografías aéreas anteriores a la edificación de las viviendas, se observa la zona excavada, con cubetas rellenas de agua que constituyeron el principal punto de vertido.
- CAMPO DE FUTBOL CLUB PORRIÑO (Ref. PV-2): Varias personas apuntaron la posibilidad de vertidos en la zona del campo de fútbol. Las fuentes más fiables consultadas (antiguo empleado durante 47 años en la fábrica, y personal del ayuntamiento) establecen que no pueden confirmar este hecho; sin embargo indican que en caso de haberse utilizado esta zona, los vertidos fueron escasos.

- ZONA NORTE Y ESTE DEL EMPLAZAMIENTO N°1 (Ref. PV-3): Dos personas que no se quisieron identificar plantean la existencia de filtraciones a través del límite del emplazamiento n°1 hacia los pozos de agua potable de la zona (Hay denuncias).
- PARROQUIA DE SAN ROSENDO Y EDIFICIO AIMEN CENTRO TECNOLÓGICO ARMANDO PRIEGUE (Ref. PV-4): Antiguos empleados informaron que todos los vertidos se realizaban en la zona actualmente ocupada por el Circuito Municipal de Cicloturistas, así como en el entorno de la Parroquia de San Rosendo (dentro del Polígono), y en el borde de la carretera, donde actualmente existe una nueva edificación: Aimen Centro Tecnológico Armando Priegue.
- EMPLAZAMIENTOS INDUSTRIALES: Dos zonas industriales existentes en el entorno, denominados en el plano como EMPLAZAMIENTO N°1 (en aquel momento ocupado por las industrias CZ Veterinaria, S.L., Zelnova, S.A., Cooper Zeltia Veterinaria, S.A. y Glaxo Wellcome Biofarma, S.A.) y EMPLAZAMIENTO N°2 (en aquel momento ocupado por las industrias Zéneca Agro y Zéneca Farma).

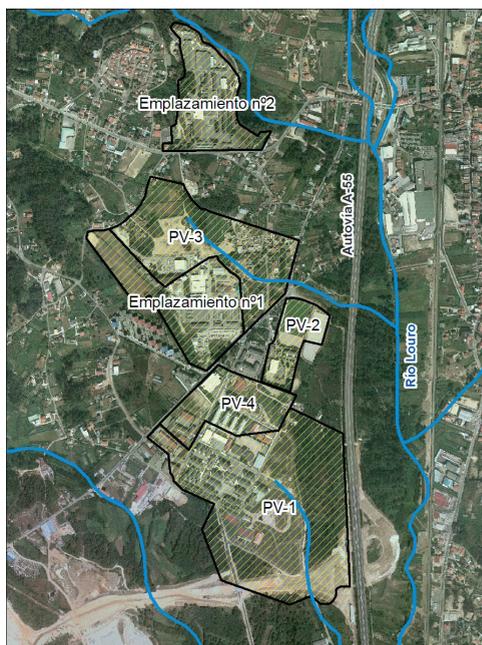


Figura 2 Denominación de las zonas de investigación (Xunta, 1999)

## ANÁLISIS DE RIESGOS

El Análisis de Riesgos se realizó para evaluar las consecuencias de las condiciones de contaminación de suelos y aguas en el emplazamiento en las que se encontraba la zona en aquel momento. La problemática en la zona investigada parte de la existencia de vertidos de residuos de HCH, por lo que los parámetros que se seleccionaron para la realización del Análisis de Riesgos fueron los isómeros  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  y  $\gamma$  del HCH. El objetivo de este análisis de riesgos era el de determinar las concentraciones de HCHs que por debajo de los niveles de intervención, pueden considerarse admisibles en los suelos y aguas para que en la zona no exista un riesgo para la salud.

En el Polígono de Torneiros coexisten algunas industrias con zonas de uso urbano residencial, así como centros escolares. En

cuanto al acceso al emplazamiento, éste podía ser visitado sin dificultad, a juzgar por las sendas y caminos que lo atravesaban. La proximidad de las viviendas y del centro escolar hacía previsible que la población se acercara a los terrenos del emplazamiento. En cuanto a los contaminantes a los que la población puede estar expuesta, los resultados analíticos de las muestras tomadas en el emplazamiento revelan la presencia de todos los isómeros del HCH, incluyendo el lindano, tanto en suelos como en aguas subterráneas.

Los niveles de riesgo se estimaron para el caso en que el foco de contaminación más importante fuese controlado y el recinto del Circuito de Cicloturistas fuese descontaminado, quedando en el emplazamiento niveles de contaminantes que no supongan un riesgo. Para la caracterización de riesgos se siguieron los métodos recomendados por la EPA (EPA, 1986). Los niveles de riesgo fijados se han utilizado para calcular las concentraciones de HCHs en suelos y aguas subterráneas que dan lugar a ellos. De esta manera, los resultados obtenidos son:

Tabla 2. Concentraciones aceptables de isómeros de HCH en suelos y aguas a partir del análisis de riesgos efectuado

CONTAMINANTE	CONCENTRACIONES ACEPTABLES EN SUELOS (mg/Kg)	CONCENTRACIONES ACEPTABLES EN AGUA (mg/l)
a-HCH	1,11E+00	7,41E-05
b-HCH	3,88E+00	2,60E-04
d-HCH	-	-
g-HCH	-	-

Teniendo en cuenta estos resultados, así como los niveles de intervención para HCHs totales establecidos por la normativa holandesa y por la C.A. del País Vasco, de 2 mg/Kg en suelos y de 1,0E-03 mg/l en aguas subterráneas, se estableció que:

- En el caso de los suelos, la concentración de  $\alpha$ -HCH no podrá superar en ningún caso el valor de 1,11E+00 mg/Kg y la concentración de HCH total (suma  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  y  $\gamma$ ) no podrá superar en ningún caso los 2 mg/Kg.
- En el caso de las aguas subterráneas, las concentraciones de los isómeros  $\alpha$ -HCH y  $\beta$ -HCH no podrán superar en ningún caso los valores de 7,41E-05 mg/l y 2,60E-04 mg/l, respectivamente, y la concentración de HCHs totales no podrá superar en ningún caso el valor de 1  $\mu$ g/l.

## RESUMEN DE RESULTADOS

El trabajo de investigación de potenciales puntos de vertido y el estudio de las fotografías aéreas de la zona (vuelos de los años 1.954, 1.976 y 1.985), han detectado zonas, que en principio, podría considerarse que no han sido afectadas por vertidos. Este hecho se constata de forma clara en la denominada PV-2, la cual está ocupada por el campo de fútbol de Porriño. En la fotografía aérea, previa a los vertidos, se comprueba que este campo de fútbol ya estaba construido, habiendo sufrido transformaciones en cuanto a vallados y ampliación de instalaciones, pero no en la pista deportiva.

El resto de zonas fueron estudiadas con posterioridad con el objeto de conocer el alcance real de la contaminación y tomar las medidas oportunas. Para ello la Xunta de Galicia fue licitando diversas investigaciones basadas en el muestreo de suelos y aguas subterráneas mediante la ejecución de calicatas y sondeos mecánicos con posterior

instrumentación piezométrica. Se elaboró además la primera norma autonómica gallega en la que se fijaban límites de concentración de contaminantes en suelos al publicarse el 8 de octubre de 1999 el Decreto 263/1999, de 30 de septiembre, por el que se fija la concentración límite en suelos afectados por vertidos de residuos de HCH. La concentración que se fijaba en este decreto hacía referencia a la suma de isómeros y era de “2 mg/kg (materia

seca en una muestra representativa) para muestras sólidas que representa el límite superior de la aceptabilidad del riesgo de un suelo contaminado”.

La zona PV-1 (Fig. 2) es donde se detectó la presencia del mayor foco de contaminación y es abordada con detalle en un artículo posterior. En ella fue donde se abordó una de las más importantes actuaciones sobre focos de suelos contaminados ejecutadas en Galicia, al

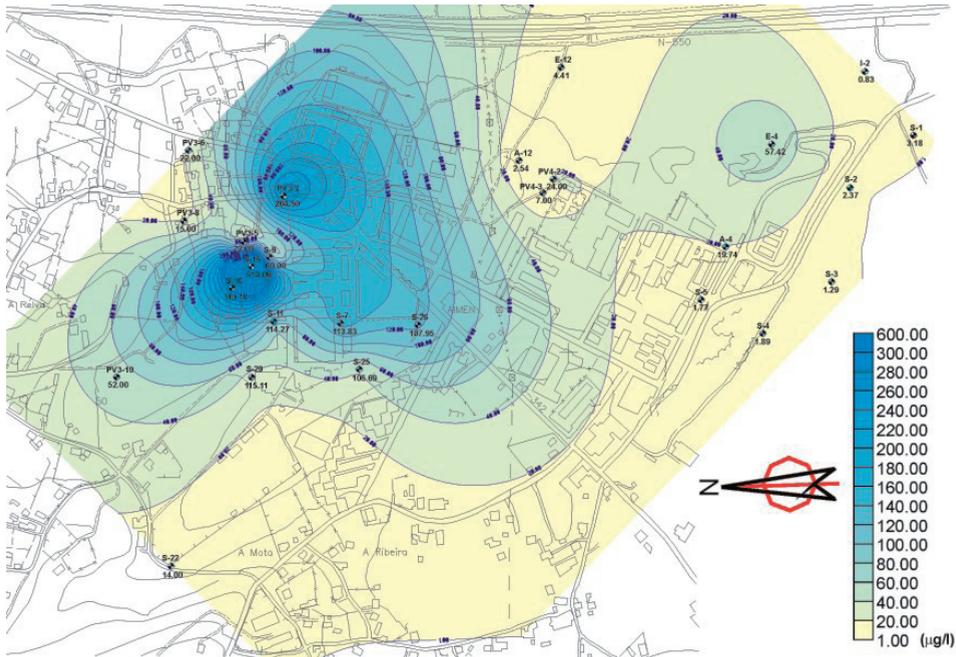


Figura 3 Distribución de la contaminación en aguas subterráneas (Crespo *et al.*, 2001)

construirse una celda de seguridad in situ.

La zona PV-4 se investigó en 1999 y en ella se encontraron algunas trazas de contaminación que no superaban en general el valor de 2 mg/kg establecido en el citado decreto. La única excepción es una muestra correspondiente a una zona donde se detectó la presencia de restos de residuos de HCH dispersos superficialmente en un relleno de escaso espesor, entre 0,40 y 0,80 m. Estos residuos se encuentran inmersos en un relleno antiguo constituido por una arena limosa de

color negruzco, donde se observan dispersos algunos cantos gruesos de un compuesto cristalino, característico de las sustancias contaminantes existentes en la zona. Este relleno aparece superficial en algunas zonas, y cubierto por otro más moderno en algunos puntos, pero que en ningún caso supera el metro de espesor. En esta zona se están trabajando diversos grupos de investigación evaluando alternativas de biodegradación in situ.

La zona denominada PV-3 también fue

estudiada en el año 1999, y en ella se detectó la presencia de ciertas trazas de contaminación, que tras la elaboración de un análisis de riesgos motivaron ciertas recomendaciones de usos entre las que destaca la clausura de los pozos de agua de las viviendas empleados para abastecimiento humano.

En los emplazamientos industriales nº1 y nº2 fueron detectados algunos focos de contaminación que en algún caso llegaron a motivar la declaración de suelos contaminados. En estos emplazamientos se realizaron con posterioridad nuevas investigaciones de detalle y actuaciones de descontaminación y confinamiento de residuos de HCH.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Crespo González, N., Rega Piñeiro, J., Martínez Lozano, F., González Rodríguez, M.O. (2000): Investigación de suelos y aguas subterráneas contaminadas por hexaclorociclohexano en el polígono de viviendas de Torneiros -O Porriño- (Pontevedra). En: *Jornadas hispano-lusas sobre las aguas subterráneas en el noroeste de la Península Ibérica*, A Coruña. 323-330
- Crespo González, N., Pan-Montojo González, F., Rega Piñeiro, J., Casas, J.L. (2001): HCH polluted soils in highly populated areas in "O Porriño" (Galicia, Northwest Spain). En: *6<sup>th</sup> International HCH and Pesticides Forum*, Poznan, Poland, 175-180.
- EPA (1986): Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I, Human Health Evaluation Manual (Part A).
- Eptisa Servicios de Ingeniería S.A. (1999): Informe-resumen de los trabajos realizados con relación a la investigación de detalle de la contaminación por HCH en el entorno del polígono de Torneiros -O Porriño- (Pontevedra). Consellería de Medio Ambiente. Xunta de Galicia.
- Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente (1997): Primeira Fase do Programa Operativo de Solos Contaminados de Galicia (POSC).
- Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente (1999): Zonas de actuación dentro del marco de la investigación de suelos contaminados por residuos de lindano en el polígono de Torneiros - O Porriño (Pontevedra)