

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA EN LA SALUD DE GRUPOS POBLACIONALES EN SU ÁREA DE INFLUENCIA

INFORME FINAL

PRESENTADO A PROACTIVA DOÑA JUANA E.S.P. S.A.

INTERVENTORÍA: UNIDAD EJECUTIVA DE SERVICIOS PUBLICOS

ACOMPañAMIENTO TÉCNICO: SECRETARIA DE SALUD DISTRITAL, BOGOTÁ D.C.

INVESTIGADORES

FABIÁN MÉNDEZ, MD, PhD Epidemiología
OLGA LUCIA GÓMEZ, MD, Mag. Salud Pública
SANDRA GIRÓN, Econ., Mag. Epidemiología
JULIO CESAR MATEUS, MD, Mag. Epidemiología
JANETH MOSQUERA, Trab. Social, Mag. Trabajo Social
PAOLA FILIGRANA, Terapeuta Respiratoria, Cand. Mag. Epidemiología
ROSA MARIA GÓMEZ, Ing. Sanitaria, MSC.
CARMEN OCAMPO, MD, Mag. Epidemiología
LEONEL GULLOSO, MD, Cand. Mag. Epidemiología



GRUPO EPIDEMIOLOGÍA Y SALUD POBLACIONAL
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA
UNIVERSIDAD DEL VALLE

BOGOTÁ, JULIO DE 2006



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

CRÉDITOS

INVESTIGADORES:

Fabián Méndez, Director del Proyecto, Investigador Principal

Olga Lucía Gómez, Co-investigadora, Componente Efectos en la salud (Presencia de síntomas respiratorios, Calidad de Vida, Impacto Auto-percibido)

Janeth Mosquera, Co-investigadora, Componente Relaciones con la comunidad e instituciones e Impacto Auto-percibido

Sandra Girón, Co-investigadora, Componente de Costos en Salud, Componente Efectos en la salud (Presencia de síntomas respiratorios)

Julio Cesar Mateus, Co-investigador, Componente Efectos en la Salud (Crecimiento y Enfermedad Diarreica Aguda)

Paola Filigrana, Co-investigadora, Componente Efectos en la salud (Presencia de síntomas respiratorios, Calidad de vida)

Rosa María Gómez, Co-investigadora, Componente Calidad Ambiental, Atmosférica y del Agua

Leonel Guloso, Co-investigador, Componente Calidad Ambiental, Atmosférica y del Agua

Carmen Ocampo, Co-investigadora, Componente Efectos en la salud (Crecimiento)

EQUIPO DE CAMPO:

Luz Patricia Riaño, Supervisora de Trabajo de Campo

Jenny Patricia Cortes Sánchez, Encuestadora

Mónica Pérez Mesa, Encuestadora

Esnedis Rada Angarita, Encuestadora

Jeannette Josefina Ruiz Castillo, Encuestadora

Ana Beatriz Peralta Barrera, Encuestadora

Cindy Alexandra Romero Sánchez, Encuestadora

Claudia Patricia Malaver Ariza, Encuestadora

Ingrid Maritza Ruiz Castillo, Encuestadora

José Ruiz Rodríguez, Transportador

BASE DE DATOS

Hoover León, Administrador Base de Datos

Alba Liliana Rubiano, Digitación

Nathalie Abrahams, Asistente de Investigación

ASESORES

Gerardo Franco, Laboratorio ASA Franco, Mediciones Ambientales

Alberto Pradilla, Asesor componente crecimiento



TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN TÉCNICO	4
2. PRESENTACIÓN	9
3. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
4. MARCO TEÓRICO	15
4.1. Calidad del aire y el agua	15
4.2. Rellenos sanitarios y efectos en salud	21
5. OBJETIVOS	42
5.1. GENERAL	42
5.2. ESPECÍFICOS	42
6. METODOLOGÍA	43
6.1. Área y población del estudio	43
6.2. Criterios de selección	45
6.3. Tamaño de muestra	45
6.4. Censo y muestreo	49
6.5. Captación y seguimiento	50
6.6. Procedimientos	50
6.7. Actividades de difusión sobre los objetivos y alcances del proyecto.	72
6.8. Selección y capacitación del personal de campo.	73
6.9. Manual de procedimientos operativos.	77
6.10. Instrumentos de recolección de información.	77
6.11. Procedimientos para la administración de los datos.	79
6.12. Análisis de los datos	80
7. ASPECTOS ÉTICOS	89
8. RESULTADOS	91
8.1. Población de estudio	91
8.2. Muestreo, captación y seguimientos	93
8.3. Condiciones atmosféricas y del agua	98
8.4. Eventos adversos en salud en niños de 0 a 3 años	141
8.5. Eventos adversos en salud en niños de 1 a 5 años	165
8.6. Eventos adversos en salud en adultos mayores de 50 años	198
8.7. Impacto auto-percibido en salud y en el ambiente físico y social	228
9. DISCUSIÓN	233
9.1. HALLAZGOS PRINCIPALES	233
9.2. DEBILIDADES Y FORTALEZAS	254
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	259
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	263



1. RESUMEN TÉCNICO

Antecedentes: En el Relleno Sanitario de Doña Juana (RSDJ), ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, se realiza la disposición final de los residuos sólidos de Bogotá. La percepción de la comunidad del área vecina al RSDJ es que éste tiene impactos negativos en la salud de la población, y esta situación se agravó después de la emergencia sanitaria generada por el deslizamiento ocurrido en el relleno en 1997.

Objetivo: Evaluar en el área de influencia del RSDJ el impacto sobre la salud, el ambiente social y los costos en salud de los grupos poblacionales vulnerables.

Metodología: El estudio fue realizado en la población vecina al RSDJ y en un área seleccionada como control, donde se realizaron evaluaciones de la calidad del agua y del aire. Se realizó un estudio de cohorte en grupos considerados “vulnerables” o con mayor probabilidad de presentar efectos adversos por la exposición al RS. En particular, se definieron tres grupos o sub-cohortes: 1) Niños de 0-3 años de edad; 2) Niños de 1-5 años de edad; y 3) Adultos ≥ 50 años. Se exploró además la auto-percepción de las comunidades sobre el impacto en salud y en el ambiente físico y social a través de metodologías cualitativas.

Resultados: Las mediciones en el aire evidencian una mayor contaminación en la zona expuesta. Los niveles de PM_{10} fueron mayores en la zona cercana al relleno, aunque en ambas zonas los niveles promedio estuvieron por debajo de la norma. La mediana de los niveles de PM_{10} en la zona expuesta fue de $31.86 \mu g/m^3$ en comparación con la zona control $23.26 \mu g/m^3$, ($p = 0.036$). La caracterización de las partículas mostró diferencias en el patrón de composición de PM_{10} . En cuanto al benceno, se encontraron niveles más altos en la zona expuesta en comparación con la zona control (mediana de 5.52 ppb y de 4.53 ppb, respectivamente); esta diferencia fue significativa ($p = 0.0001$). Además, con respecto al xileno, los valores más altos para el percentil 90 y el valor máximo se registraron en la vivienda cercana al RSDJ en la zona expuesta y en el barrio Arizona en la zona control (valores máximos de 187.53 y 88.49 ppb, respectivamente).

Se observó que el agua de la zona expuesta presentaba mayor turbiedad (0.65 UNT y 0.4 UNT, en la zona expuesta y control, respectivamente, valor de $p = 0.001$) y mayor color verdadero (20 UPC en la zona expuesta, 5 puntos por encima de la norma y 10 en la zona control, valor de $p = 0.07$), características que si bien pueden no causar efectos en salud, pueden generar una percepción de mayor riesgo entre la comunidad. Además, se encontró un alto nivel de coliformes totales en ambas zonas del estudio, aunque mayor en la zona expuesta. Sólo en una de las 10 mediciones realizadas, en un punto de la red de distribución de la zona expuesta (Mochuelo Alto), hubo evidencia de *E. coli*; sin embargo, esto no se podría atribuir a contaminación generada por el RSDJ sino que puede ser debida a contaminación por otras fuentes.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Así mismo, en los pozos del RSDJ se encontraron hidrocarburos totales y coliformes totales, éstos últimos en niveles que son admisibles para este tipo de aguas. No obstante, es importante continuar su monitoreo ya que existe la posibilidad de que se genere contaminación en la medida que se den prácticas inadecuadas de uso de estas aguas para riego o consumo humano o animal.

Los niños que viven en las comunidades cercanas al RSDJ, cuando se comparan con otros que residen en un área distante o zona control: 1) presentaron valores más bajos en todos sus índices de peso y talla (-0.35 DE; $p = 0.018$; IC95%: -0.64, -0.06), y un deterioro en la velocidad de crecimiento en términos del peso para la talla (-0.03 DE/mes; $p=0.011$; IC95%: -0.06, -0.01); 2) presentan con mayor frecuencia síntomas irritativos oculares y de vías respiratorias (OR= 1.36; $p=0.013$; IC95%: 1.07, 1.74); 3) no tienen mayor ocurrencia de síntomas respiratorios bajos (OR=0.92; $p=0.580$; IC95%: 0.70, 1.23), que son más bien atribuibles a la exposición a las ladrilleras de la zona (OR=1.34; $p=0.047$; IC95%: 1.00, 1.80); 4) la prevalencia e incidencia de EDA es semejante a la encontrada en niños que no residen en la zona de influencia del RSDJ (OR= 0.94; IC95%: 0.74, 1.19) y está probablemente más relacionada con la exposición a contaminantes ambientales en el peridomicilio (OR=1.44; IC95%: 1.10, 1.87) y a factores de comportamiento de la madre; 5) los costos familiares asociados a la resolución de los síntomas respiratorios de los niños fueron menores en la zona expuesta (Diferencia promedio= \$40.129 más en la zona control), y posiblemente reflejan un menor poder adquisitivo en comparación con las familias de la zona control; 6) los costos de transporte generados por la atención de síntomas respiratorios fueron mayores que los generados en la zona control. Los adultos mayores de 50 años que viven cerca del RSDJ al ser comparados con los de la zona control tuvieron: 1) más síntomas respiratorios (Razón de tasas de incidencia (RTI)=1.28; $p=0.001$; IC95%: 1.10, 1.49), y episodios clínicos de enfermedad pulmonar más severos (RTI=1.30; $p=0.006$; IC95%: 1.08, 1.57) y crónicos (correlación intraindividuo de síntomas, sigma de una binomial negativa=4.9; IC95%: 3.9, 6.2); 2) una tendencia a un menor flujo espiratorio pico en los expuestos simultáneamente al RS y a las ladrilleras (diferencia promedio en FEP entre zona expuesta y zona control= -96.8; $p=0.174$; IC95%: -229.6, 36.0) y una tendencia a disminuir su función pulmonar con el tiempo solo en lo expuestos al RS (Delta de FEP en zona expuesta= -1.81 Lt./min/mes; $p=0.042$; IC95%: -3.55, -0.06; y en zona control=0.70 Lt./min/mes; $p=0.99$; IC95%: -0.69, 2.09); 3) deterioro de su calidad de vida en lo concerniente a sus funciones físicas (diferencia de medianas=-9.16; $p=0.000$; IC95%: -11.35, -7.16). Estos efectos están unidos a otras condiciones que afectan negativamente a esta población y que hacen sinergia entre sí.

Las comunidades ubicadas en la zona de influencia del RSDJ, perciben que éste les afecta negativamente su salud y el ambiente físico y social. Dicha percepción está agravada por las relaciones conflictivas que se han establecido entre las comunidades y las entidades administradoras del relleno, así como también por el desconocimiento del manejo que se hace dentro del relleno de los residuos sólidos y por la consideración de que sólo existe un



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

interés económico en el manejo del mismo. Aunque se reconocen los beneficios del empleo que genera el RSDJ, la comunidad también expresa que éste es inestable.

Conclusiones: Está investigación enfrentó una serie de retos; algunos se pudieron enfrentar de manera completa, lo que constituye las fortalezas del estudio; otros fueron enfrentados parcialmente lo que plantea debilidades en la investigación. Tanto las fortalezas como las debilidades deben ser tenidas en cuenta a la hora de interpretar los hallazgos.

Una fortaleza de la investigación fue que el diseño incorporó un amplio espectro de posibles eventos, como efectos biológicos, clínicos y del bienestar de los individuos, y los costos familiares y la auto-percepción de las comunidades sobre el impacto del RS. Se caracterizaron los potenciales contaminantes en los sitios de residencia de la población evaluada, y se verificó que esos mismos contaminantes estuvieran en el RS y que mostraran en algunos casos gradientes de concentración, pues las concentraciones disminuyeron con la mayor distancia al perímetro del relleno.

Además, para la selección del área control se buscó una localidad similar al área expuesta en términos de las características sociodemográficas y de la existencia de ladrilleras, lo que permitió desde el diseño controlar por potenciales confusores. Adicionalmente, durante el estudio y en el análisis se midieron múltiples covariables y exposiciones potencialmente asociadas a los eventos en salud y se controló en los modelos de regresión múltiple por estas variables con el fin de estimar el efecto directo de la exposición al RSDJ.

Por otro lado, el diseño de cohortes permitió incorporar la dinámica de cambio de algunos eventos y evidenció tendencias al deterioro o al no cambio durante las visitas que se llevaron a cabo en los 6 meses del estudio. El seguimiento y la medición repetida de algunas covariables y de los efectos en salud sirvieron además para mejorar el poder estadístico del estudio, cuyo tamaño de muestra había sido fundamentado en la comparación de incidencias acumuladas y no en tasas de incidencia que incorporan la medición de persona-tiempo.

En el análisis de los datos longitudinales, los métodos estadísticos utilizados fueron los apropiados, pues tuvieron en cuenta la correlación de los datos repetidos en el tiempo. Se utilizaron técnicas estadísticas que permitieron determinar la tendencia de cambio e incorporar modificaciones en el tiempo de algunas covariables de interés, como la ocurrencia de otras enfermedades.

Sin embargo, la investigación presenta varias debilidades. Una de ellas fue el número de pérdidas en los grupos expuesto y control, pese a todas las estrategias implementadas para que tales pérdidas no se presentaran (tamaño de muestra con ajustes para incorporar el efecto de las pérdidas durante el seguimiento; explicación clara a la población de estudio de los alcances de la investigación y de las implicaciones de la participación en el mismo; visita repetida, en los fines de semana y en horarios no laborales a los individuos que no se



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

encontraban al momento de las visitas programadas). Sin embargo, esto no afectó la precisión ni la validez de las asociaciones encontradas entre el RSDJ y los eventos de interés.

Otra debilidad de la investigación podría ser la tendencia a sobre-reporte de los eventos adversos entre la población expuesta. Sin embargo, este estudio incluyó mediciones de parámetros biológicos, como el flujo espiratorio pico, el peso y la talla, que no estarían sujetos a ese tipo de sesgos. Adicionalmente, se utilizaron instrumentos estandarizados que fueron aplicados por encuestadoras entrenadas en su diligenciamiento.

Otro aspecto a tener en cuenta en esta investigación fue que en el estudio de los efectos en niños de 0 a 3 años no se midió acceso, disponibilidad y calidad de la dieta. Sin embargo, las asociaciones de interés se muestran ajustadas por ingresos, número de personas en la familia, acceso a servicios de salud, nivel educativo y ocupación de los padres, material predominante del techo y de las paredes de la casa. Estas variables están íntimamente relacionadas con el acceso, disponibilidad y calidad de la dieta, por lo que, aunque no se midieron directamente aspectos de la nutrición, al controlar por estas variables socioeconómicas se controló, al menos parcialmente, las diferencias en la dieta. Específicamente, se ha descrito que la medición de ingresos y el número de personas por familia, es un muy buen indicador de la disponibilidad de recursos para la dieta familiar.

Una limitante del estudio está relacionada con la imposibilidad de establecer asociaciones con efectos que puedan ocurrir a más largo plazo, o en otros grupos poblacionales vulnerables. En particular, el aumento de la incidencia de algunos tipos de cáncer o la ocurrencia de malformaciones congénitas requerirían estudios de más largo plazo, poblaciones expuestas de mayor tamaño y la inclusión de otros grupos de población no evaluados en este estudio (por ejemplo: mujeres embarazadas).

Los resultados de la evaluación realizada muestran impactos en las condiciones ambientales y de salud medidas de manera objetiva y subjetiva. No obstante, estos impactos deben ser comprendidos en el marco de las desventajas históricas socio-económicas en las que viven las poblaciones aledañas al RSDJ. En el estudio se evaluaron y cuantificaron los efectos de la exposición en la salud de la población, encontrándose que ello está en parte mediado por variables relacionadas con la condición socioeconómica (ingreso, afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud, condiciones de la vivienda, nivel educativo) y la presencia de ladrilleras, lo cual muestra una conglomeración de factores de riesgo que hacen a la población residente en la zona de Mochuelo Alto y Bajo más vulnerable frente al RSDJ.

En ese mismo sentido, al parecer el proceso de urbanización no planificado que ha vivido la zona en torno al RSDJ, ha posibilitado la presencia de población en áreas que no fueron concebidas como zonas residenciales. Por lo tanto, la comunidad presenta desventajas en acceso a servicios públicos (teléfono y alcantarillado completo), transporte público,



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

espacios de recreación, etc. lo que contribuye objetiva y subjetivamente a impactar su salud y la percepción que tienen sobre ella.

En el corto plazo, deberían establecerse medidas técnicas efectivas orientadas a monitorear y controlar las emisiones del RSDJ al aire. Por tanto, deberían implementarse medidas para disminuir la emisión de material particulado y gases del RSDJ y generar barreras que disminuyan la dispersión de éstos a las zonas aledañas. Así mismo, es importante incrementar los mecanismos que ya se vienen llevando a cabo orientados a evitar la contaminación del agua subterránea con hidrocarburos.

Es importante, además, que las entidades responsables de la calidad del recurso hídrico y del agua de consumo establezcan mecanismos para impedir la contaminación del agua destinada a uso humano desde la fuente hasta la red de distribución, tales como educación a la población sobre el manejo adecuado del agua, evaluación de los tanques de almacenamiento, revisión y corrección de contaminación por la red de alcantarillado, entre otras.

Además, también es importante implementar acciones orientadas a mejorar las condiciones de vida de esta población en coherencia con los planes de intervención que para tal fin tiene Bogotá. En relación con las ladrilleras, es preciso realizar acciones tendientes a controlar las emisiones al aire que éstas generan. Se recomienda además monitorear de manera regular la percepción de riesgo de la población frente al RSDJ, con el fin de implementar o mejorar los procesos de la comunicación del riesgo.

En el largo plazo, es importante tener en cuenta que muchos de los problemas asociados a los contaminantes de los rellenos sanitarios se eliminarían si su ubicación se estableciera en una zona no habitada y se evitara el poblamiento posterior alrededor de un perímetro de 2 km del mismo. Además, se ha establecido que los rellenos sanitarios clausurados siguen produciendo contaminantes por varias décadas más y la exposición continuaría generando sus efectos sobre la salud.

Por otro lado, la decisión sobre la ubicación de nuevos rellenos sanitarios debe tener en cuenta principios de equidad ambiental, ya que se ha mostrado que cuando se georeferencian problemas ambientales, se encuentra que son las comunidades pobres, rurales y pertenecientes a minorías étnicas las que están mayormente expuestas.

Todas estas recomendaciones implican un trabajo coordinado entre las entidades administradora (UESP) y operadora del relleno (PROACTIVA), los propietarios de las ladrilleras, las autoridades de salud y la comunidad en general.



2. PRESENTACIÓN

El impacto negativo en salud causado por los rellenos sanitarios (RS) es un asunto de creciente preocupación en salud pública. La mayoría de los estudios que evalúan tales efectos sobre las poblaciones vecinas a los RS, se llevan a cabo por solicitud de la comunidad o de las autoridades sanitarias, debido a la preocupación generada por reportes sobre contaminación del agua o del aire o por la percepción de olores desagradables provenientes del RS¹.

La literatura actual menciona que los potenciales efectos de los RS en la salud de las poblaciones expuestas, van desde aumento en la prevalencia de síntomas auto-reportados tales como fatiga, somnolencia, dolor de cabeza y síntomas respiratorios, hasta bajo peso al nacer, malformaciones congénitas y ciertos tipos de cáncer¹.

En poblaciones vulnerables como los recién nacidos, el principal efecto encontrado sobre la salud es un ligero aumento de la incidencia de malformaciones congénitas entre las poblaciones que residen cerca a los rellenos, al ser comparadas con poblaciones que residen, por lo menos, a dos kilómetros de distancia del perímetro del mismo^{2 3}.

En los menores de 5 años se ha documentado que los compuestos potencialmente presentes en los RS como los Bifenil-Policlorinados (BPC's) llevan a déficit de atención^{4 5}. Además, en la población adulta mayor, se ha encontrado que la contaminación ambiental actúa sobre condiciones crónicas ya presentes como la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), con un leve aumento de la demanda de servicios, pero con significativo aumento de los síntomas percibidos^{6 7 8 9 10 11 12 13}.

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible que la mayoría de los efectos de los RS sobre la salud humana, exceptuando las malformaciones congénitas, no se manifiesten de manera predominante en el uso de servicios o en la mortalidad, si no a través de condiciones mórbidas poco severas que a la larga actúan sobre las poblaciones vulnerables. Por tal motivo, actualmente se recomienda que la evaluación de los posibles efectos sobre la salud de los RS, se realice en grupos poblacionales considerados como vulnerables a los contaminantes que dichos rellenos producen^{1 14 15}.

Los desechos sólidos producidos en el Distrito Capital tienen como destino final el Relleno Sanitario Doña Juana (RSDJ), ubicado en la Localidad de Ciudad Bolívar, por la vía a Villavicencio. Allí, los residuos son depositados en un frente de descargue, en el que se encuentra un grupo de máquinas que esparcen, rompen las bolsas, acomodan y compactan las basuras¹⁶.

En 1985 se dispuso la construcción del RSDJ después de que la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) contrató un estudio con la firma Colombo-americana INGESAM / URS, para ubicar y diseñar la disposición final de residuos sólidos generados



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

en Bogotá, Funza, Madrid, Mosquera y Soacha. La ubicación del RSDJ se realizó teniendo en cuenta las características de la zona que la hacían adecuada para la construcción del relleno: 1) gran extensión y, por tanto, gran capacidad para recibir alto volumen de desechos; 2) cercanía con la Autopista al Llano, vía arteria con buenas especificaciones y capacidad de recibir alto tráfico automotor para la llegada de los vehículos que transportan los desechos; 3) densidad poblacional prácticamente nula (al momento de inicio de operación del relleno); 4) baja actividad agrícola; 5) gran espesor de arcillas, con lo que se presumía buena impermeabilidad a bajo costo; 6) buen volumen de material de cobertura cercano al relleno y; 7) factibilidad de recibir residuos peligrosos¹⁷.

Finalmente, el 1 de Noviembre de 1988 se inauguró el RSDJ, en un lote diferente, pero cercano al seleccionado previamente, para lo cual la firma INGESAM / URS adecuó el diseño inicial a las nuevas condiciones del terreno¹⁷.

La característica inicial de baja densidad poblacional aledaña al área de influencia del RSDJ, es un factor que ha cambiado a partir de 1985. En los últimos 20 años, la Vereda de Mochuelo Alto sufrió un proceso de urbanización e incremento de su población que obligó al Departamento Administrativo de Planeación Distrital a la legalización urbanística de la zona. Mediante la Resolución 0017 de 1999 se constituyeron los barrios de Paticos, Lagunitas, La Esmeralda y Barranquitos.

Con el incremento de la población en los alrededores del RSDJ, aparecieron conflictos relacionados con la percepción de la comunidad sobre la ocurrencia de impactos negativos causados por el RSDJ en la salud de la población, situación que se agravó después de la emergencia sanitaria generada por el deslizamiento en la Zona II del RSDJ en el año de 1997.

El Hospital de Vista Hermosa tiene información sobre morbilidad y mortalidad del área de los Mochuelos desde 1995 a la fecha. La Secretaría Distrital de Salud también ha llevado a cabo estudios de morbilidad sentida en la población del área de influencia. Sin embargo, la comunidad rechazó los resultados de dichos estudios debido a que, a su juicio, las cifras sub-estimaban el efecto negativo del RSDJ y, también, a que el método utilizado en dichos estudios no establecía una relación causal entre el RSDJ y los impactos negativos sobre su salud. Como medida de contingencia, la CAR estableció como parte de las obligaciones que se derivan de la licencia ambiental para la operación de la actual zona de disposición en el RSDJ (Zona VIII) el compromiso de realizar una investigación, a través de la cual se pueda dar claridad sobre el tema.

Por tal motivo, PROACTIVA, entidad operadora del RSDJ, en conformidad con la UESP, entidad administradora del relleno, contrató con el Grupo de Epidemiología y Salud Poblacional (GESP) de la Escuela de Salud Pública de la Universidad del Valle, la realización de la investigación “Evaluación del Impacto del Relleno Sanitario Doña Juana en la Salud de Grupos Poblacionales Vulnerables de su Área de Influencia”.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

El propósito general de la investigación fue evaluar el impacto de los contaminantes generados en el RSDJ, sobre la salud de los grupos poblacionales vulnerables ubicados en su área de influencia. Al proveer información sobre los efectos sobre la salud que puede ocasionar la cercanía al RS, los resultados de esta investigación pretenden ser de utilidad para la toma de decisiones de las comunidades, las autoridades sanitarias y la firma encargada de la operación del RSDJ.

El presente documento corresponde al informe final de la investigación desarrollada. En la primera parte se presentan los antecedentes de la investigación, el marco teórico en que se fundamenta la propuesta y los objetivos planteados. Seguidamente, se expone la aproximación metodológica que se llevó a cabo, especificando cada uno de los pasos desarrollados, y se describen y discuten los resultados encontrados para cada uno de los objetivos del estudio. Finalmente, se establecen unas conclusiones y recomendaciones generales, como resultado de la integración de los principales hallazgos del estudio.



3. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el RSDJ, ubicado en la Localidad de Ciudad Bolívar, se realiza la disposición final de los residuos sólidos producidos en Bogotá. En el diseño del RSDJ se tuvieron en cuenta las especificaciones técnicas aplicadas en el ámbito mundial. Las zonas de operación en el RS fueron diseñadas con los siguientes elementos físicos de aislamiento y control¹⁸.

- Una base conformada por suelos y materiales sintéticos de baja permeabilidad para evitar la migración de los lixiviados generados dentro del relleno hacia los acuíferos profundos.
- Un sistema de drenaje en el fondo del relleno para conducir los lixiviados hacia sitios de almacenamiento.
- Un sistema de tratamiento de los lixiviados recolectados.
- Capas o niveles de desechos conformados durante la operación del relleno.
- Capas de suelo que se compactan encima de los desechos con el objeto de evitar los efectos ambientales adversos que producen las basuras expuestas.
- Un sistema de manejo de los gases generados dentro del relleno, que consisten en la instalación de una serie de chimeneas verticales con el propósito de conducir los gases hacia la atmósfera (extracción pasiva) o con tecnologías más modernas como la extracción forzada de gas y su posterior destrucción térmica para controlar los efectos de emisiones.
- Un sistema de impermeabilización en la superficie o cobertura final.

El RSDJ ha tenido varias zonas de funcionamiento desde el inicio de sus operaciones^{17 18}:

- **Zona I (antigua):** Recibió residuos desde septiembre de 1988 hasta septiembre de 1993. Actualmente está clausurada y tiene prado sembrado.
- **Zona I (caja 7):** Estuvo activa entre septiembre de 1993 y febrero de 1995 y funcionó según el diseño original. Tal diseño no incluyó tratamiento de lixiviados ni manejo de residuos peligrosos. En cuanto al manejo de gases, se construyeron chimeneas en piedra en todos los niveles de basura. En la actualidad está clausurada y tiene prado sembrado.
- **Zona Mansión:** Operó entre febrero y octubre de 1995 y contó con un sistema de extracción forzada de gases. Actualmente está clausurada y tiene prado sembrado.
- **Zona II:** Recibió residuos desde octubre de 1995 hasta el 27 de septiembre de 1997, día en que colapsaron aproximadamente un millón de toneladas de residuos de los tres millones que se habían dispuesto. A esta zona se le había calculado una vida útil entre 4 y 5 años, aproximadamente; no obstante, estuvo en operación 1.5 años. El manejo de los lixiviados se realizaba por recirculación dentro de la masa de basura; por lo cual, el



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

sistema dependía del buen funcionamiento del sistema de drenaje que mantenía el equilibrio entre la cantidad de líquido que entraba y que salía. El sistema falló produciendo un aumento de la presión de líquidos y gases en los poros de la masa de basura, lo cual ocasionó cambios en las características del material y, dada la configuración geométrica de diseño, el material se tornó inestable y se produjo el derrumbe de la celda, represando el río Tunjuelito¹⁶.

El plan de acción de la emergencia consistió en: el monitoreo de la estabilidad de la zona rellena y de la zona deslizada; monitoreo de aguas superficiales (lixiviados y río Tunjuelito); monitoreo de gases que producen olores (H_2S y NH_3); monitoreo de gas metano; monitoreo de elementos radioactivos; atención de consultas a la comunidad y; atención del orden público²¹. La firma SCS Engineers diseñó y puso en funcionamiento una nueva zona, la Zona IV. El diseño incluyó el manejo de lixiviados a través de recirculación y el manejo de gases con chimeneas de PVC en todos los niveles de basura¹⁶.

En la actualidad la zona afectada se organizó en tres áreas, así: Área 1, a julio de 1998, restaurada, clausurada y re-vegetalizada. Área 2, dispuesta con parte de residuos comprometidos en el colapso, clausurada, re-vegetalizada y con sistema de extracción forzada de gases. Área 3, dispuesta con un porcentaje de residuos comprometidos en el colapso, clausurada y re-vegetalizada.

- **Zona III:** Inicialmente se planeó que en esta zona se operara el RS de Seguridad de los desechos peligrosos. Sin embargo, se utilizó para la disposición de residuos convencionales y se anexó a la Zona II.
- **Zona IV:** Operó entre el 28 de septiembre de 1997 hasta enero de 1999. Fue utilizada como zona de emergencia cuando ocurrió el deslizamiento en la Zona II. Actualmente está clausurada y re-vegetalizada.
- **Zona V:** No se utilizó para la disposición final de residuos, se construyó la Planta de Tratamiento de Lixiviados.
- **Zona VI:** En la actualidad está adecuada como zona de emergencia, contando con una vida útil calculada a 1 mes.
- **Zona VII:** Operó desde enero de 1999 hasta septiembre de 2002, con una capacidad superior a los 3'000.000 de toneladas de residuos sólidos.
- **Zona VIII:** Inició su operación en marzo de 2002, con una vida útil calculada de 4 años (hasta el 2006). Se localiza en el sector sur-occidental del predio de Doña Juana. Para efectos de garantizar la continuidad en la prestación del servicio de disposición



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

final y con el objeto de utilizar esta zona, el operador del RS adelantó los Estudios de Impacto Ambiental con base en los términos de referencia entregados por la Corporación Autónoma Regional-CAR, y efectuó el diseño a detalle para la nueva zona de disposición final.

- **Zona de Disposición de Residuos Hospitalarios:** Ha operado desde julio de 1988. Cuenta con tres trincheras.
- **Celda de disposición de lodos producidos por la Planta de Tratamiento de Lixiviados:** Se inició en octubre de 2002, para la disposición final técnica de lodos.

En los informes sobre el manejo del RSDJ de 2002, se menciona que el diseño de estas zonas ha contemplado las siguientes actividades: 1) manejo de aguas superficiales y sub-superficiales; 2) impermeabilización de las zonas para evitar la contaminación de las aguas profundas; 3) implementación de sistemas de filtros y conducciones para la recolección de lixiviados en las zonas de disposición de residuos; 4) manejo de los materiales sobrantes de excavación; control de emisiones de polvo, mediante riego periódico de vías destapadas, barrido periódico de la vía pavimentada y revisión de carpas y tolvas de vehículos que ingresan al RS; y 5) monitoreo ambiental (caracterización de residuos sólidos; lixiviados; aguas superficiales; sub-superficiales y de escorrentía; gases y agua potable)^{16 18}.

Sin embargo, la baja densidad poblacional que caracterizó la ubicación del RSDJ en el sector de Ciudad Bolívar cambió desde 1985. En los últimos 20 años, la Vereda de Mochuelo Alto sufrió un proceso de urbanización que llevó a que, según algunas estimaciones, en la zona habitan unas 7.400 personas. Dicho proceso de urbanización sumado a la extensión progresiva del RSDJ ha generado conflictos entre la población aledaña y las entidades administradoras del Relleno.

Dada la exigencia de la CAR de realizar un estudio que diera cuenta del impacto del RSDJ en la salud de la población aledaña, PROACTIVA realizó una convocatoria para evaluar los potenciales efectos del relleno. El Grupo de Epidemiología y Salud Poblacional (GESP) de la Universidad del Valle fue seleccionado por un grupo externo de evaluadores para desarrollar el estudio. La propuesta del GESP estuvo dirigida a investigar con una aproximación integral (i.e.; incorporando criterios biológicos, sociales, económicos y ambientales) los impactos del RSDJ en las poblaciones vulnerables aledañas, haciendo uso de metodologías cuantitativas y cualitativas.



4. MARCO TEÓRICO

4.1. Calidad del aire y el agua

El uso de RS para la disposición de residuos sólidos fue el resultado de la necesidad de proteger el ambiente y a la sociedad de los impactos de los métodos alternativos de disposición. No obstante, y a pesar de que los RS eliminaron muchos de los impactos negativos de las prácticas pasadas, no pudieron controlar de manera completa impactos negativos como la formación de gases y lixiviados.

La generación de gases y lixiviados son consecuencias inevitables del manejo de residuos en rellenos sanitarios. Al disponer los residuos en el RS, se forman espacios vacíos entre ellos ocupados con oxígeno (O_2), que inicia la descomposición aeróbica, o fase corta, de la materia orgánica biodegradable. En esta fase se forman dióxido de carbono, agua y otros subproductos. Cuando el O_2 en el RS se agota, se inicia la fase anaeróbica de la descomposición que es la fase más importante desde la perspectiva de formación de gases. La generación de gas en un sistema anaerobio depende de diversas variables que incluyen las características de los residuos, humedad, temperatura, pH, disponibilidad de nutrientes y microbios y presencia de inhibidores.

Durante el proceso de estabilización de los residuos sólidos dispuestos en un RS se generan desechos líquidos que se filtran a través de ellos extrayendo material disuelto o en suspensión¹⁹, denominados lixiviados. La composición química de los lixiviados varía según la antigüedad del relleno.

La producción de lixiviados tiene su origen en la humedad que traen consigo los residuos y en el agua que ingresa al relleno a través de las lluvias y entra en contacto con los residuos sólidos²⁰, estos compuestos posteriormente pueden dispersarse en el medio ambiente circundante (aguas superficiales, subterráneas y aire). Los mecanismos de dispersión de los lixiviados son la escorrentía dentro de la zona de disposición, la infiltración y la penetración de aguas subterráneas hacia las capas inferiores del relleno.

El transporte a través de las barreras geológicas y técnicas (geomembranas) lo ocasiona el gradiente hidráulico y la difusión molecular en respuesta al gradiente de concentración química de advección y/o difusión. Cuando los residuos quedan saturados, el agua resbala entre ellos por acción de la gravedad y se contamina por contacto con el material dispuesto.

La concentración de una sustancia en el agua dependerá, entonces, de la cantidad de material lixiviado, del residuo, de la capacidad de transporte de su masa y la proporción existente entre la profundidad de la celda y el grado de filtración. Otros factores de importancia son la solubilidad del contaminante, la superficie y tiempo de contacto, y el pH.²¹ En la Tabla 1, se ilustra la composición típica de un lixiviado en un RS.

Tabla 1. Composición Típica de Lixiviados en Rellenos Sanitarios según su edad

PARAMETRO	CONCENTRACION SEGÚN EDAD DEL RELLENO (mg/l)		
	Joven (< 2 años) ^(a)	Maduro (> 10 años) ^(a)	Composición Típica Promedio de ARD ^(b)
pH (unidades)	4.5 - 7.5	6.6 a 7.5	----
DBO ₅ (mg/l O ₂)	2,000 - 30,000	100 a 200	220
COT (mg/l C)	1,500 - 20,000	80 a 160	160
DQO(mg/l O ₂)	3,000 - 60,000	100 a 500	500
SST (mg/l)	200 - 2,000	100 a 400	220
N Orgánico (mg/l)	10 - 800	80 a 120	15
Nitrógeno Amoniacal (mg/l)	10 - 800	20 a 40	25
Nitrato	5 - 40	5 - 10	0
Fósforo Total (mg/l)	5 - 100	5 a 10	8
Alcalinidad CaCO ₃ (mg/l)	1,000 - 10,000	200 a 1,000	100
Dureza Total CaCO ₃ (mg/l)	300 a 10,000	200 a 500	---
Calcio Ca (mg/l)	200 a 3,000	100 a 400	---
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	50 a 1,000	20 a 50	---
Hierro Total Fe (mg/l)	50 a 1,200	20 a 200	---
Coliformes totales (No/100ml)			10 ⁷ - 10 ⁸

ARD: Agua residual doméstica. (a) Tchobanoglous. Gestión integral de residuos sólidos. Vol. I. 1994. (b) Metcalf & Eddy. Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización, Vol I, 1995.

Sin el manejo adecuado, los lixiviados penetran el subsuelo se convierten en una de las fuentes más importantes de contaminación de las aguas subterráneas. Al llegar al fondo o a la capa impermeable, se desplazan lateralmente hasta un punto donde se descargan a la superficie como afloramiento o se mueven a través de la base del RS hacia las formaciones sub-superficiales.

Los gases emitidos a la atmósfera desde un RS se dividen en gases principales, producidos en mayor cantidad y que proceden de la descomposición orgánica y oligogases. También se producen gases como el metano, el cual tiene características de combustión y explosividad en concentraciones que fluctúan entre 5 -15 %, especialmente cuando migra del lugar y se mezcla con el aire. En la Tabla 2 se listan los gases principales típicos de un RS y se señala el porcentaje de los mismos dentro de la composición, este porcentaje depende de la antigüedad del RS.

Tabla 2. Composición de los gases en un RS¹⁹

COMPUESTO GASEOSO	PORCENTAJE (base volumen seco)
Metano (CH ₄)	45 – 60
Dióxido de Carbono (CO ₂)	40 – 60
Nitrógeno (N ₂)	2 – 5
Oxígeno (O ₂)	0,1 -1,0
Sulfuro (H ₂ S), Bisulfuros, Mercaptanos	0,0 – 1,0
Amoniaco (NH ₃)	0,1 – 1,0
Hidrógeno (H ₂)	0,0 – 0,2
Monóxido de Carbono (CO)	0,0 – 0,2
Constituyentes cantidades trazas	0,01 – 0,6

Los oligogases tienen dos orígenes: llegan al relleno con los residuos a depositar o se producen mediante reacciones. Los oligogases más representativos de un RS fueron obtenidos del estudio realizado por la Gestión Integral de Residuos de California utilizando 66 rellenos. En Europa realizaron otro estudio donde se identificaron 154 compuestos²¹. Muchos de los gases encontrados se clasificaron como Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), con concentraciones significativas en los rellenos mixtos más antiguos (usados para disposición de residuos industriales, comerciales y domésticos). La Tabla 3 lista las concentraciones encontradas.

Tabla 3. Concentración típica de oligogases en cantidades trazas en rellenos sanitarios de Residuos Sólidos Urbanos, California

COMPUESTO	CONCENTRACION (ppb ^b)		
	Mediana	Media	Máxima
Acetona	0	6.838	240.000
Benceno	932	2.057	39.000
Clorobenceno	0	82	1.640
Cloroformo	0	245	12.000
1,1 Dicloroetano	0	2.901	36.000
Diclorometano	1.150	25.694	620.000
1,1 Dicloroetano	0	130	4.000
Clorodietileno	0	2.835	20.000
<i>trans</i> 1,2 Dicloroetano	0	36	850
Dicloroetileno	0	59	2.100
Etilbenceno	0	7.334	87.500
Metil-etil-cetona	0	3.092	130.000
1,1,1 Tricloroetano	0	615	14.500
Tricloroetileno	0	2.079	32.000
Tolueno	8.125	34.907	280.000
1,1,2,2, Tetracloroetano	0	246	16.000
Tetracloroetileno	260	5.244	180.000
Cloruro de Vinilo	1.150	3.508	32.000
Estirenos	0	1.517	87.000
Acetato de Vinilo	0	5.663	240.000
Xileno	0	2.651	38.000

^a. Adaptado de la referencia²². ^b. ppb: partes por billón (10^9) de volumen.

En condiciones normales, durante la descomposición, la velocidad medida para la producción de gas es máxima durante los primeros 2 a 5 años cuando se degradan los sólidos rápidamente biodegradables, luego descende y continua así durante 25 a 50 años¹⁹.

Según los estudios realizados a la fecha, los gases emitidos por un RS pueden contener hasta 150 componentes a nivel de trazas los cuales afectan la atmósfera local a través de olores molestos, formación de ozono troposférico (oxidante fotoquímico) y a nivel global contribuyen al efecto invernadero y al adelgazamiento de la capa de ozono²³.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Con base en estudios realizados por la EPA, se encontró que los rellenos sanitarios se ubican como la 26^a fuente de emisión de compuestos peligrosos al aire²⁴, siendo los principales los Compuestos Orgánicos No Metanogénicos (NMOC), que bajo la forma de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)²⁵ representan el 85% de éstos en rellenos mixtos. Otros compuestos de igual importancia son el Metano (CH₄) y el Dióxido de Carbono (CO₂), generados en el RS durante la descomposición anaeróbica de la materia orgánica²⁶.

Otro de los gases emitidos por el RS es el ácido sulfhídrico (H₂S) cuyo principal efecto es la generación de olores desagradables. Este compuesto al entrar en la atmósfera reacciona y produce entre otros el Dióxido de azufre (SO₂) que puede ocasionar efectos adversos en salud como obstrucción severa de las vías respiratorias, hiperreactividad bronquial, conjuntivitis, irritación de las mucosas, tos, incremento en el ritmo cardíaco y exacerbaciones de enfermedades cardiovasculares²⁷.

Del total de gases emitidos a la atmósfera por un RS el Metano (CH₄) representa entre el 45 al 50%¹⁹ y hace parte de los hidrocarburos cuya presencia además de ser uno de los causantes del efecto invernadero, actúa sobre la salud humana generando problemas en el sistema nervioso central, irritación ocular, visión borrosa y dificultad respiratoria. La exposición a bajos niveles ocasiona sensación de hormigueo, mareo, convulsiones y coma²⁶.

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) son aquellos líquidos o sólidos orgánicos con presión de vapor a temperatura ambiente superior a la de la atmósfera (0.01 psi), que se evaporan a razones significativas. Probablemente constituyen la segunda clase más extendida y diversa de emisiones después de las partículas.²⁸

Dentro de los COV más comunes en los rellenos sanitarios se encuentran el Benceno, el Tolueno, el Etilbenceno y el Xileno (BTEX), los cuales se forman a partir de la degradación biológica en condiciones aeróbicas. El origen de estos compuestos en los rellenos se debe a su amplia utilización en la industria como solventes y agentes desengrasantes, procesos de refrigeración, agentes espumantes y propelentes que son recibidos en los rellenos como desechos industriales. Una investigación realizada en Estados Unidos con los gases emitidos a través de 23 rellenos sanitarios mostró que el 85% de ellos contenían benceno²⁹.

La inhalación aguda o la exposición oral a altos niveles de benceno causan síntomas y signos de toxicidad en el sistema nervioso central en humanos y animales. Efectos como mareo, vértigo, temblores, narcosis y arritmias cardíacas se han observado después de exposiciones agudas letales y no letales. La hemotoxicidad es el efecto sistémico más notorio y característico de la exposición intermedia y crónica a benceno, todos los tipos principales de células sanguíneas son susceptibles (eritrocitos, leucocitos y plaquetas). Un hallazgo clínico común es la citopenia que se manifiesta en el descenso de varios elementos celulares como anemia, leucopenia o trombocitopenia en humanos³⁰.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Los efectos en el sistema nervioso humano por inhalación de tolueno están bien documentados. Estudios con voluntarios bajo condiciones controladas de exposiciones entre 75-150 ppm, muestran daño neurológico leve detectable en la mayoría de los sujetos, concentraciones entre 200-800 ppm pueden producir excitación y obnubilación, mientras que exposiciones a más de 800ppm causaron inhabilidad intelectual, sicomotora, neuromuscular y narcosis. Exposiciones crónicas inducen narcosis y euforia, daño neurológico residual o permanente, cambios estructurales en el cerebro, temblores, psicosis paranoica, alucinaciones recurrentes, deterioro en el habla, escucha y visión³⁰.

Los efectos en salud causados por la mezcla de orto, meta y para-xilenos parecen ser similares, aunque los isómeros individuales no son necesariamente iguales. Estudios en humanos y animales indican que el sistema nervioso central es el mayor y más sensible objetivo de la intoxicación por inhalación o vía oral del xileno. Estudios experimentales en humanos indican que la exposición aguda por inhalación a xileno produce deterioro en la memoria a corto plazo, deterioro en el tiempo de reacción, disminución en el desempeño en habilidades numéricas y alteraciones en el equilibrio y el balance corporal³⁰.

Los gases y las partículas en el aire tienen dos orígenes el antropogénico y el natural. El antropogénico se genera a través de la combustión industrial (madera, carbón y combustibles derivados del petróleo), procesos productivos como el realizado en ladrilleras y los procesos de transporte, disposición, cubrimiento y estabilización de los residuos sólidos, entre otros (169). En el origen natural participan procesos como los incendios forestales, la erosión eólica y las erupciones de los volcanes.

Las partículas con diámetros menores a 10 micrómetros (PM_{10}) más comunes en la troposfera están compuestas por elementos inorgánicos como los metales de los cuales se destacan el Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti y el V y Pb que provienen de la combustión en vehículos a motor. En zonas urbanas contaminadas es común encontrar los compuestos de sales de nitrato, de sodio, de bromo y yodo, ácidos, sulfatos y óxidos de nitrógeno³¹.

Los componentes orgánicos de las partículas son complejos, ya que parte de ellos proviene de los procesos de combustión y otros de fuentes naturales. En la zona urbana se tienen compuestos orgánicos mucho más complejos procedentes de los procesos antropogénicos: aromáticos, aldehídos, ácidos n-alcanóicos, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs), óxidos del HAPs y sus derivados, estirenos y otros¹⁹.

Independientemente de la composición de la partícula y basados solo en su diámetro, la exposición a ellas puede incrementar los trastornos cardíacos y pulmonares existentes e incluso contribuir a la muerte en los sujetos susceptibles (mujeres en embarazo y/o lactantes, bebés, infantes, enfermos crónicos, adultos mayores e inmunocomprometidos). Desde el punto de vista de los síntomas agudos, se ha observado que producen alergias e irritación de las vías aéreas superiores e inferiores. Su acumulación en las vías respiratorias inferiores puede producir enfermedades del tipo de la silicosis y la fibrosis pulmonar³².



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Se ha sugerido que el poder tóxico de las partículas en los ambientes urbanos proviene de su alta composición en partículas ultrafinas (diámetro $< 10\mu\text{m}$). Aunque gravimétricamente su concentración no sea muy alta, estas partículas pueden ocasionar la exacerbación de los problemas respiratorios e incrementar la coagulación plasmática³³.

Los olores son el principal resultado de la presencia de pequeñas concentraciones de compuestos (ésteres, sulfuro de hidrógeno, organosulfurados, alquillbencenos, limoneno y otros hidrocarburos) en los gases del RS emitidos a la atmósfera. Los olores pueden variar ampliamente desde relativamente dulces hasta amargos y ácidos dependiendo de la concentración de los constituyentes del gas. Estas concentraciones varían con la composición del residuo y su edad, el estado de descomposición y velocidad de generación de gas y la naturaleza de la población microbiana, entre otros factores.

Las concentraciones bajas de olor influyen en el desarrollo normal de la vida humana, su importancia se basa más en la tensión psicológica que en el daño que pueda causar sobre el organismo. Los olores molestos pueden reducir el apetito, inducir a menor consumo de agua, producir desequilibrio respiratorio, náuseas y vómito y crear perturbaciones mentales. En condiciones extremas pueden conducir al deterioro de la dignidad personal y comunitaria, inferir en las relaciones humanas, desanimar la inversión de capital, hacer descender el nivel socioeconómico y reducir el crecimiento.¹⁹ La distancia a la cual se dispersan los olores desde los límites del RS depende principalmente de las condiciones meteorológicas (viento, temperatura, presión, humedad).

La calidad del agua es uno de los factores más influyentes en la mortalidad y morbilidad en países en vías de desarrollo. Tradicionalmente, la calidad microbiológica del agua de consumo ha sido la principal preocupación, sin embargo, dado el avance en el conocimiento sobre los peligros en la exposición a sustancias químicas, también se ha tornado importante para la opinión pública y en particular para el sector salud, el control de su calidad química³⁴.

El origen de los contaminantes en el suelo y aguas superficiales, varían desde la infiltración de sustancias del suelo, escorrentías de actividades agrícolas, descargas controladas de tratamiento de aguas residuales de plantas industriales y descargas no controladas de lixiviados de RS³⁵.

Al hablar sobre el grado de calidad del agua ha de referirse a los usos a que se destina. Los criterios establecidos para determinar la calidad del agua destinada a consumo humano son de tipo organoléptico, químicos, físicos y microbiológicos buscando como fin último la protección de la salud. Estos criterios son descritos con detalle en el Manual de Procedimientos Estandarizados³⁶.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Dentro del marco teórico de calidad del agua, es importante tener en cuenta las características de las fuentes de abasto utilizadas por la comunidad y el agua de consumo proviene de aguas superficiales que abastecen los acueductos veredales de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo.

Mochuelo Alto: Esta comunidad se abastece de la quebrada “la Porquera”. El afluente llega a un rebosadero donde parte del agua es dirigida a sus beneficiarios sin ser tratada; la otra parte pasa por un desarenador y posteriormente es tratada con cloro para su desinfección. Esta situación no garantiza que el agua llegue tratada a toda la población. El acueducto es administrado directamente por la comunidad.

La quebrada “La Porquera” se extiende sobre una altura superior a los 3.025 metros mientras que el relleno sanitario de Doña Juana zona VIII se ubica bajo la cota 2.950 y 2.825 metros. La zona presenta un terreno con baja permeabilidad (1×10^{-8} cm/s), la pendiente y el tipo de suelo corresponden a la estratigrafía de la formación Bogotá¹⁵⁵.

El asentamiento habitacional de Mochuelo alto se ubica entre los 3.025 y 2.975 metros sobre el nivel del mar, mucho más alto que la Zona VIII del relleno.

Mochuelo Bajo: La fuente de suministro de agua para consumo humano corresponde a las quebradas “El Ajo” y “Aguas Calientes”. El agua se toma a través de una bocatoma, se lleva a un desarenador y de ahí al tanque de almacenamiento donde se realiza la desinfección. Este acueducto también se ubica en una cota de terreno superior al del relleno sanitario de Doña Juana.

Sin embargo, el asentamiento poblacional de Mochuelo Bajo se encuentra en cotas de terreno entre los 2.900-2.825 metros sobre el nivel del mar, inferiores e iguales a la de la Zona VIII del Relleno.

Es importante anotar que la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá realiza de manera sistemática procesos de vigilancia de la calidad del agua que abastece los acueductos veredales de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo.

4.2. Rellenos sanitarios y efectos en salud

El manejo de los residuos sólidos genera interés creciente a nivel mundial, debido a las dificultades que implican su procesamiento y disposición final; la estrategia más utilizada ha sido la disposición de estos desechos en RS^{37 38}. Sin embargo, a pesar de contar con todas las especificaciones técnicas, los rellenos no son completamente inocuos para la salud humana. Varias investigaciones han detectado un incremento del riesgo de problemas de salud, entre las poblaciones que habitan cerca a los RS^{39 40 41 2 42 43}.



La relación entre contaminantes ambientales y la salud humana es un proceso complejo. Las exposiciones son de dosis bajas y los efectos en salud tienen lugar después de tiempos relativamente largos de exposición, lo cual contribuye a que esta asociación sea difícil de establecer^{44 15}. En consecuencia, el riesgo relativo por la exposición continua es posiblemente bajo, pero el riesgo atribuible en la población puede llegar a ser alto si la cantidad de personas expuestas es grande, lo que convierte este problema en un hecho muy importante en salud pública.

Hasta el momento la mayoría de los estudios acerca del impacto en salud producido por los RS han sido llevados a cabo a petición de las comunidades habitantes en su área de influencia, lo que puede haber introducido sesgos en la medición de los resultados. Además, dichas investigaciones han sido retrospectivas, con falencias en la medición de la exposición, dando lugar a la posibilidad de mala clasificación no diferencial y a la potencial dilución de los efectos en las medidas de asociación^{40 37}.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) actualmente recomienda que las mediciones del impacto de los rellenos sanitarios sean hechas en poblaciones vulnerables como mujeres embarazadas, en neonatos, en niños o en adultos mayores³⁷. La población infantil, por su constitución fisiológica y anatómica, sumada a patrones de comportamiento particulares, constituye una población especialmente susceptible al efecto de agentes externos, como son los contaminantes producidos por los rellenos^{45, 46, 47, 48, 49}.

4.2.1. Peso y Talla

Factores determinantes. La velocidad de crecimiento y la talla y peso definitivos, son determinados en parte por factores genéticos, evaluados generalmente por la estatura de los padres, en especial por la talla materna⁵⁰. La ingesta adecuada de macro y micro nutrientes, es un determinante importante de la velocidad de crecimiento. Esta ingesta a su vez es determinada por múltiples condiciones sociales, culturales y económicas propias de cada grupo poblacional^{51 52 53}.

Un estudio realizado en 1999 por la Sociedad Americana de Ciencias de la Nutrición, examinó factores ecológicos asociados con cambios longitudinales en peso y talla en niños con bajo nivel de ingreso y con y sin falla para crecer (127 y 98 niños respectivamente), determinada por estar por debajo del percentil 5 y por encima del percentil 10 de las tablas de crecimiento del National Center for Health Statistics (NCHS). Se realizaron mediciones repetidas de peso y talla durante 2 años y se utilizaron modelos multinivel para el análisis. En los niños con falla para crecer se realizaron intervenciones y aunque presentaron repunte en sus medidas antropométricas, ganaron peso y talla a menor velocidad que los niños sin falla para crecer. Los factores genéticos contribuyeron al patrón de crecimiento de ambos grupos, los hijos de los padres más altos y pesados tuvieron un mayor peso y talla en la línea de base y un incremento mayor. Sin embargo, independiente de la talla de los padres, otros factores también jugaron un papel importante en el patrón de crecimiento. En



el grupo de la comunidad, el buen estado de salud del niño percibido por la madre y la historia de lactancia materna, fueron factores asociados con mayor velocidad de ganancia de peso y talla, en el grupo con falla para crecer no se encontró esta asociación. La edad materna fue un factor protector en la línea de base, pero no influyó en los cambios de peso y talla. La densidad de habitantes por vivienda y la educación materna sirvieron como índices de pobreza, pero no se relacionaron a la línea de base o al patrón de crecimiento⁵¹.

La presencia de comorbilidad, determina la velocidad de crecimiento, el peso y talla finales del individuo. Los episodios de enfermedad respiratoria y diarrea, por ejemplo, pueden disminuir temporalmente la velocidad de crecimiento, en particular la ganancia de peso, y si estos episodios son muy frecuentes, es posible que el niño no alcance a recuperarse lo que afectaría su talla y peso definitivos.

En un estudio realizado en Bangladesh, se siguieron 92 niños y 90 niñas de 5 a 11 años de edad durante 1 año cada 4 meses, se tomó como variable exposición el número de infecciones respiratorias y diarreicas que presentaron en el mes anterior, como variable resultado se utilizó la pendiente de regresión de peso y talla de cada niño en el tiempo. Se incluyeron variables sociodemográficas (sexo, tenencia de tierras) y mediciones nutricionales con recordatorio de 24 horas cada 2 meses. La incidencia de diarrea (coeficiente = -0.085 kg/episodio, $P = 0.001$) y el total de días con diarrea (coeficiente = -0.010 kg/día, $P = 0.0002$) se asociaron significativamente con una reducción de la ganancia de peso durante el año. No se encontró asociación significativa entre incidencia o duración de infección respiratoria con la ganancia de peso, y tampoco hubo asociación estadística significativa entre la ganancia de talla y las dos variables independientes⁵².

Se ha encontrado que la lactancia materna es en particular uno de los factores más influyentes en el crecimiento y desarrollo corporal y neurológico de los niños. Un estudio realizado en Kenya muestra que niños seguidos durante 1 año, con mayor duración de la lactancia materna medida durante el segundo año de vida, tienen una ganancia de talla mayor (5.3 cm vs. 4 cm) con una $p=0.001$, y que el efecto era mayor en bajas condiciones sanitarias. No se demostró sin embargo un efecto significativo sobre el peso⁵³.

Contaminación y crecimiento. El crecimiento pondo-estatural es un proceso biológico complejo, susceptible de ser afectado por diversos factores. En los últimos años, se han realizado diversas investigaciones que relacionan las alteraciones en el crecimiento con los niveles de contaminantes ambientales.

Un estudio realizado en Alemania evaluó el efecto de la concentración sanguínea de diclorodifenil dicloroetano (DDE) y bifenil policlorinados PCB, en 343 niños quienes vivían cerca de un incinerador de desechos industriales e industrias químicas. Se evaluó el crecimiento desde el nacimiento hasta los tres años de edad y su asociación con concentraciones sanguíneas de los compuestos mencionados tomados a los 8 años de edad. Se tomaron mediciones de talla de manera prospectiva y retrospectiva, de los carnes de



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

salud, y se aplicaron modelos de regresión lineal para medidas repetidas, encontrándose una reducción de 1.8 cm con $p < 0.0275$ para las niñas en el cuartil más alto de DDE (> 0.44 microgramos/litro en sangre completa) comparado con niñas en el cuartil más bajo (0.08-0.2 microgramos/litro). Los PCB no se asociaron significativamente a la reducción del crecimiento en los niños ni en las niñas, luego de ajustar por factores como la educación y la talla de los padres, el tabaquismo durante el embarazo y la duración de lactancia materna. Los análisis de los modelos transversales y de medidas repetidas, indicaron que la talla de los padres y el peso al nacer eran predictores significativos de la talla; en el análisis de medidas repetidas se mostró que los hijos de mujeres con menos de 10 años de escolaridad eran en promedio 1.9 cm más bajos que los hijos de madres con educación universitaria. Sin embargo, la adición de las tallas de los padres al modelo hizo que este factor perdiera significancia⁵⁴.

En un estudio realizado en niños preadolescentes, se evaluó el impacto de la calidad del aire en la ganancia de talla, ajustando por talla parental y otros confusores. Durante 2 años se evaluaron 1.044 niños en una cohorte prospectiva, se hicieron 2 mediciones de talla, se midieron los niveles de material particulado y dióxido de azufre (SO₂) en 4 puntos de monitoreo, se midió además contaminación al interior de sus viviendas y se ajustó por género, talla al nacimiento, educación y talla de los padres. En el seguimiento, utilizando un modelo de regresión lineal, ajustando por las variables confusoras, se encontró que los niños y las niñas del área más contaminada fueron 0.26 cm y 0.14 cm más bajos ($p < 0.01$) comparados con el área control. La talla de los padres y su nivel de educación no fueron significativos en el modelo⁵⁵.

Algunas investigaciones han detectado un incremento del riesgo de diversos problemas de salud entre las poblaciones que habitan cerca a los rellenos sanitarios^{39, 40, 41, 2, 42}. Uno de los sitios más estudiados en cuanto a contaminación causada por un RS ha sido el Love Canal en New York. La ruta de exposición de ese sitio no pudo ser bien determinada. El agua potable no estaba contaminada y los químicos detectados fueron principalmente solventes orgánicos, ácidos clorinados e hidrocarburos, incluyendo benceno, vinil clorado, bifenil policlorinados, dioxinas, toluenos, tricloroetileno y tetracloroetileno. Se estudiaron 493 niños que vivían cerca al canal y se aparearon con 428 que residían fuera del área de influencia. Se tomaron medidas antropométricas, la talla de los padres, otras variables sociodemográficas e información acerca del estado de salud. Los grupos eran similares en cuanto a talla de los padres y la mayoría de las variables sociodemográficas. Los niños nacidos y que habían pasado al menos 75% de sus vidas en el área cerca al canal ($n=172$) tenían una talla para la edad en percentiles menores que el grupo control ($n=404$) (percentil $46.6 \pm SE 2.2$ vs. $53.3 \pm SE$) con una $p=0.004$. La diferencia no pudo ser explicada por otras variables como diferencias en la talla de los padres, estrato socioeconómico, nutrición peso al nacer o enfermedades crónicas. El peso promedio para la edad en percentiles fue de $50.1 \pm SE 2.2$ para expuestos compararlo con $53.1 \pm SE 1.4$ para los controles, aunque esta diferencia no fue significativa⁴⁰.



Medición de peso y talla. Durante la gestación y los primeros doce meses de vida extrauterina, el ser humano presenta la mayor velocidad de crecimiento de su periodo vital. A los cuatro meses de edad gestacional, el feto desarrolla la máxima velocidad, creciendo a 11 centímetros (cm) por mes. Durante los primeros tres años de vida extrauterina, la velocidad desarrollada es mucho mayor que en los años subsiguientes. Así, en el primer año, el niño crece a una velocidad promedio de 25 cm anuales; en el segundo año, la velocidad promedio es de 12 cm por año; y a partir de los tres años, la velocidad está entre 5 y 7 cm anuales. A medida que la velocidad de crecimiento es mayor, también es mayor el riesgo de que ésta se vea afectada por factores externos⁵⁰.

El uso y la interpretación de las mediciones del crecimiento, pueden variar según se refieran al individuo o a la población. En este último caso, se hace énfasis en el uso de la talla y el peso. Con estas mediciones y basados en curvas de referencia, se construyen los índices de talla para la edad (ha), peso para la edad (wa) y peso para la talla (wh), cada uno de los cuales tiene un significado específico en términos de la evolución o los resultados del deterioro del crecimiento⁵⁶. La distribución de estos índices puede ser expresada en términos del score-z, de los percentiles y del porcentaje de la mediana. A nivel poblacional, los score-z (haz, waz y whz, respectivamente) son los más usados porque tienen una distribución normal en la población de referencia y esto facilita el análisis estadístico⁵⁷.

Los estudios realizados hasta el momento acerca del efecto de la contaminación en el crecimiento, no han utilizado medidas estandarizadas como el score-z para el análisis de las variables antropométricas. En particular, el estudio más conocido acerca de rellenos sanitarios y su efecto en el crecimiento pondo-estatural⁴⁰ tuvo en cuenta una sola medición de peso y talla, por lo que no se tomó en cuenta el posible efecto de los RS en la velocidad de crecimiento.

Este estudio pretende medir el efecto del RSDJ en la velocidad de crecimiento en niños de 0 a 3 años durante 6 meses, realizando mediciones prospectivas de peso y talla y ajuste por los correspondientes confusores. También se tendrá en cuenta la estandarización de las variables resultado en el análisis, de modo que los resultados sean comparables con los resultados de otras investigaciones relacionadas.

4.2.2. Síntomas respiratorios en niños

La ocurrencia de síntomas respiratorios bajos y irritativos en niños se ha encontrado asociada a factores individuales, familiares, intradomiciliarios y ambientales^{58 59 60 61 62 63}. Entre los factores individuales se ha encontrado un mayor riesgo de ocurrencia en niños en edad preescolar, con privación de la lactancia materna y falta de vacunación^{64 65 66 67}.

Como parte de las características familiares, la tenencia de mascotas en la casa, específicamente el tener perros durante la infancia, se ha asociado con dificultad



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

respiratoria, sin importar las diferencias por sexo, edad, exposición a tabaco y nivel educativo⁶⁸.

Con relación a la educación de los padres y el estado socioeconómico de la familia, un estudio realizado en Latinoamérica, reportó menor morbilidad por síntomas respiratorios a mayor estrato socioeconómico; mientras que, respecto a la educación materna, se reportó mayor riesgo de enfermedad respiratoria en niños cuya madre tiene alguna educación comparados con niños cuya madre no tiene ningún nivel de escolaridad. Sin embargo, la protección que brinda el nivel educativo de los padres se manifiesta principalmente en estratos socio-económicos con mayor poder adquisitivo⁶⁹.

Entre las características del domicilio, la exposición a moho se ha asociado con la presencia de tos con flema, tos crónica, dificultad respiratoria y sibilancias⁶⁸. Así mismo, la exposición en edades tempranas a la presencia de humedad en la vivienda se ha encontrado asociada a la presencia de sibilancias, asma (OR 1.80; IC 95%:1.41, 2.30), rinoconjuntivitis (OR 1.46; IC 95%: 1.17, 1.82) y tos persistente con flema⁷⁰.

Actualmente las investigaciones sobre factores causales de enfermedad respiratoria han enfatizado la evaluación del papel de la contaminación ambiental como causa de alteraciones en la salud respiratoria^{71 101}. Entre los factores ambientales, el PM₁₀ se ha encontrado asociado a una mayor prevalencia de tos, producción de esputo y rinorrea en niños^{72 73}, así como a efectos acumulativos que se manifiestan en la edad adulta⁷⁴.

Así mismo, se han reportado asociaciones entre los niveles de PM₁₀ y consultas médicas (RR = 1.11; IC 95%:1.04–1.19) y entre NO₂ y tos (RR = 1.05, IC 95%:1.00–1.10), sin importar factores meteorológicos y el nivel ambiental de polen⁷⁵.

Algunos autores han relacionado la ocurrencia de síntomas respiratorios con la cercanía a rellenos sanitarios. Así, en estudios de carácter retrospectivo, se ha sugerido una relación entre los niveles de sulfuro de hidrógeno encontrados en el aire de comunidades residentes cerca de rellenos sanitarios y el reporte consistente de dolores de cabeza, de garganta y de irritación en los ojos^{2 11}.

En la conducción de estudios orientados a establecer los efectos de los rellenos sanitarios sobre la ocurrencia de síntomas respiratorios, se ha sugerido tener en cuenta varias recomendaciones metodológicas.⁷⁶ Entre estas recomendaciones, se ha hecho énfasis en tener especial cuidado con el auto-reporte de síntomas, dado que se ha encontrado una notificación más consistente de síntomas respiratorios en quienes percibían como una amenaza la contaminación, que en aquellos que no se percibían amenazados, tanto en las zonas cercanas a rellenos sanitarios como en los residentes en zonas de control⁹. Así mismo, se ha dilucidado que el reporte de síntomas por parte de los padres tiende a seleccionar los síntomas más severos, mientras que los reportados por los niños tienden a hacer énfasis en síntomas leves a moderados¹⁰⁴. De esta manera, para establecer el efecto



del RSDJ sobre la ocurrencia de síntomas respiratorios en niños, es preciso tener en cuenta dichas recomendaciones y los efectos independientes que sobre la salud respiratoria, tengan características individuales, familiares, intradomiciliarios y ambientales.

4.2.3. Costos familiares por síntomas respiratorios

Los síntomas respiratorios no solo tienen un impacto sobre la salud infantil, sino que también se reflejan sobre la economía de las familias, los servicios de salud y la sociedad en general^{77 78 79 80 81}.

En relación con los costos familiares, se ha reconocido que las enfermedades generan consecuencias económicas sobre los hogares, entendidos éstos como unidades con funciones económicas inseparables⁸². Esta característica tiene tres implicaciones en el estudio de los efectos de las enfermedades.

La primera, considera que la respuesta a las enfermedades no se da de forma aislada por los individuos afectados, sino de forma colectiva afectando por tanto el funcionamiento del hogar al que pertenece el individuo. La segunda, plantea la necesidad de considerar el hogar como una unidad de producción y no sólo de consumo, donde los individuos comparten los recursos disponibles, tanto monetarios como no monetarios, para configurar el ingreso total del hogar y propiciar así el bienestar individual y familiar. La tercera, al concebir el hogar como una unidad de consumo, producción y reproducción de la fuerza de trabajo, plantea la conservación de la salud como una condición necesaria del hogar, donde la enfermedad afecta no solamente el consumo y la producción, sino también el mantenimiento de la capacidad laboral.

De esta manera, la presencia de enfermedad en al menos uno de los miembros del hogar afecta el bienestar total del mismo. A través de tres vías, parte del ingreso del individuo afectado, y por tanto del hogar, se orienta a la búsqueda de diagnóstico y tratamiento; se hace necesario que al menos otro miembro de la familia dedique parte de su tiempo a su cuidado y se produce una pérdida de ingresos debido a los días de incapacidad que pierde el individuo enfermo.

Por tanto, para lograr una visión global de las consecuencias económicas de la enfermedad en el hogar, debe tenerse en cuenta no solamente sus efectos en la interacción social y en las actividades productivas para el mercado y para el hogar, sino también sus repercusiones en actividades de tipo reproductivo tales como el trabajo doméstico y el estudio. Siendo considerado este último como un factor fundamental en la formación de capital humano, al cual dedican gran parte del tiempo niños y jóvenes.

El estudio de las consecuencias económicas de las enfermedades y, en este caso, de los costos familiares debido a la presencia de síntomas respiratorios en niños, puede ser abordado a partir de un análisis de costos, entendido como un tipo de evaluación económica⁸³, el cual ha sido ampliamente usado en la estimación de las consecuencias económicas de enfermedades y de comportamientos en salud.

De acuerdo con la literatura, las evaluaciones económicas se definen como el análisis comparativo de acciones alternativas, tanto en términos de sus costos como de los resultados que producen^{83 84}. De acuerdo con esta definición, las evaluaciones económicas comprenden la identificación, cuantificación, valoración y comparación de los costos y resultados de las alternativas en estudio.

En el sector salud, la literatura sobre evaluación económica en salud ha venido aumentando, por lo cual se ha hecho un esfuerzo por clasificarla y estandarizar su metodología⁸³. Dicho esfuerzo ha llevado a una primera clasificación en la que se definen las evaluaciones económicas completas y las evaluaciones parciales. En la Tabla 4 se presenta la clasificación que se ha realizado de los diferentes tipos de evaluaciones.

Tabla 4. Clasificación de las evaluaciones de atención en salud

		¿Se examinan los costos y los resultados de las alternativas?	
		No	SI
¿Hay comparación de dos o más alternativas?	No	Se examinan sólo los resultados	Se examinan sólo los costos
		Evaluación Parcial	Evaluación Parcial
		Descripción de resultado	Descripción de costos y resultados
	SI	Evaluación Parcial	Evaluación Económica Completa
		Evaluación de eficacia, efectividad.	Análisis de minimización de costos
			Análisis de costo-efectividad
			Análisis de costo-utilidad
			Análisis de costo-beneficio

Fuente: Drummond et al, 1991⁸³.

Dentro de las evaluaciones económicas completas se encuentran los análisis de minimización de costos, los análisis costo-efectividad, los análisis costo-beneficio y los análisis de costo-utilidad. La diferencia entre estos análisis radica en el tratamiento dado a la medida resultado o medida de efectividad de las alternativas⁸⁴.

Dentro de las evaluaciones clasificadas como parciales, se encuentran los análisis de costo, en el cual se comparan los costos de dos o más alternativas, en este caso la comparación de dos estados de salud, tener o no síntomas respiratorios.

Al igual que cualquier tipo de análisis económico, la realización del análisis de costos requiere la definición de la perspectiva desde la cual se realiza. Esto es, si se realiza desde



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

el punto de vista del sistema de salud, de los proveedores, de los empleadores, la familia, u otra perspectiva en particular.

Existen diferentes formas de clasificar los costos⁸³. Una de ellas corresponde a la división entre costos directos e indirectos. Se denominan costos directos a los directamente relacionados con la producción de un servicio o en la ejecución de determinado comportamiento. A su vez, se han denominado costos indirectos a los que se generan como producto secundario de la producción o ejecución de la decisión en estudio.

Así, desde el punto de vista familiar y con respecto a la atención de síntomas respiratorios, se generan costos directos en función de tres clases, principalmente: pago de consultas a trabajadores de salud, formales o informales; compra de medicamentos o realización de remedios caseros y pago de transporte, ya sea para la búsqueda de atención o para adquirir los productos formulados.

Con respecto a los costos indirectos relacionados con síntomas respiratorios, se encuentra la pérdida de ingresos por el tiempo dedicado al cuidado del menor y los días de escolaridad perdidos⁷⁸. Sin embargo, dar un valor a los días de escolaridad no asistidos es un tema todavía controversial.

El identificar, cuantificar, medir y valorar los costos familiares generados ante la presencia de síntomas respiratorios en niños, permite hacer explícitos los efectos sobre la economía familiar de dicha morbilidad.

4.2.4. Enfermedad Diarreica

La ocurrencia de enfermedad diarreica aguda se ha asociado a factores individuales, familiares y de la vivienda principalmente^{85 86 87 88 89 90 91}.

La disposición final de las basuras se ha convertido en un problema ambiental de grandes proporciones en muchos países^{37 92}. En algunos sitios se ha determinado que 5% de los residuos sólidos son pañales desechables y papel utilizado para aseo personal⁹³. Este tipo de contaminación, ha generado una hipótesis sobre el rol que juegan los residuos sólidos contaminados con materia fecal en la permanencia y la transmisión de patógenos entéricos (virus, bacterias, parásitos, etc)⁸⁸. Aún así, se han planeado pocos estudios para comprobar dicha hipótesis, hasta el momento los estudios que han encontrado relación entre el manejo de residuos sólidos y enfermedades intestinales no han sido diseñados con dicho objetivo y casi siempre están dirigidos al manejo intra-domiciliar de la basura y no como una exposición de tipo ambiental^{88 94 90}.

En consecuencia, no se han construido marcos de trabajo para aproximarse a la relación entre manejo ambiental de los residuos sólidos y la producción de enfermedades gastrointestinales. Por tal motivo, es necesario aproximarse al estudio de dicha relación desde marcos teóricos más generales como el de las rutas de exposición a contaminantes de



rellenos sanitarios de la CEPIS³⁷. Bajo este marco de trabajo, las rutas de exposición por agua y por suelo, serían las rutas más plausibles para la transmisión de entero-patógenos a los seres humanos.

De esta manera, para esclarecer si los contaminantes de un RS están relacionados con la ocurrencia de enfermedad diarreica aguda en una población es necesario establecer y diferenciar los efectos de las variables individuales, familiares y de la vivienda de los potenciales efectos de la contaminación ambiental generada por un RS.

4.2.5. Síntomas respiratorios en adultos

La ocurrencia de eventos adversos en la salud respiratoria de la población adulta mayor puede enmarcarse en el modelo del “Campo de la Salud”, propuesto por Marck Lalonde (Ver Figura 1). Dado que en términos generales, el estado de salud de una población es producto de la interacción de múltiples factores que la incrementan, la preservan o la deterioran. De acuerdo a este modelo, se proponen 4 grandes categorías de factores determinantes de la salud como son: los estilos de vida, el medio ambiente, la biología humana y la organización de los servicios de salud^{95 96 97}.

Con un entendimiento amplio de estas cuatro categorías de factores, se entiende que la determinación de la situación de salud no es un proceso simple, mecánico, con claras relaciones de causa efecto como se aceptaba en anteriores modelos epidemiológicos, sino, más bien, un proceso complejo, dinámico, cambiante de una realidad a otra, en que los factores determinantes actúan en forma de red de interacciones y no en forma lineal; y para lograr un estado de salud es necesario que estos factores estén en equilibrio.

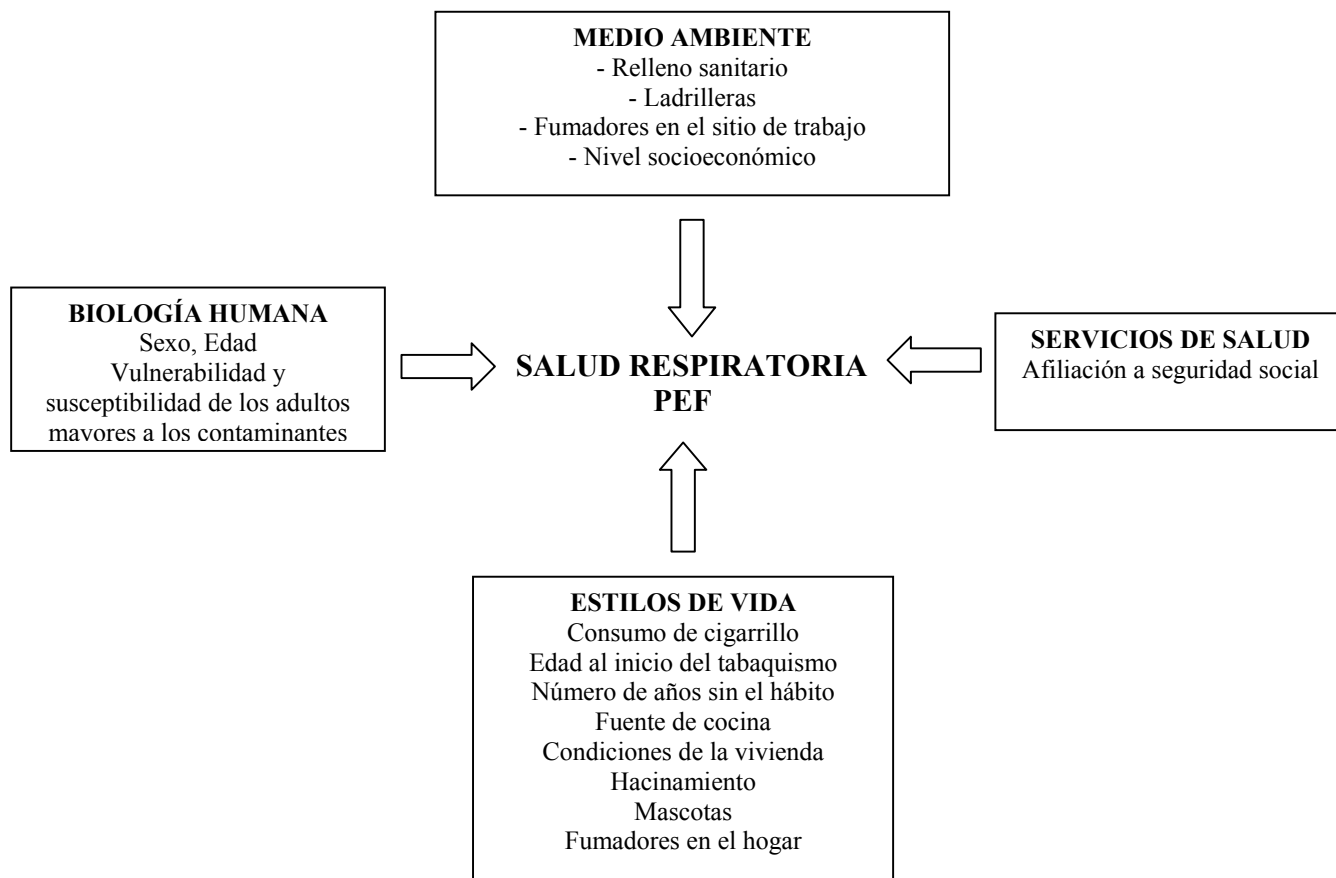
La proporción en que cada una de estas grandes categorías de factores determinantes, afectan la situación de salud de la población, se ha intentado cuantificar y las cifras propuestas en este sentido corresponden a un 43% para el estilo de vida, la biología humana con un 27%, el medio ambiente y el entorno un 19% y finalmente la organización de los servicios de salud con un 11%^{95 96 97}.

Lo importante es que estos factores son modificables, al menos teóricamente, y por ello las acciones de salud pública deben dirigirse hacia esa modificación.

Figura 1. Modelo del Campo de la Salud de Marc Lalonde 1974 aplicado a los factores asociados a la ocurrencia de síntomas respiratorios y alteraciones en el Flujo Espiratorio Pico



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final



Como se ha descrito anteriormente la literatura menciona como efectos potenciales de los rellenos sanitarios sobre las poblaciones que residen en su área de influencia problemas de salud generales como son un incremento en las tasas de cáncer de hígado, leucemia y linfoma, aumento del riesgo de bajo peso al nacer en niños expuestos durante la edad gestacional, muerte neonatal, aborto espontáneo y malformaciones congénitas. Igualmente un número importante de síntomas autorreportados que incluyen síntomas respiratorios, irritaciones en piel, nariz y ojos, problemas gastrointestinales, fatiga, dolores de cabeza, desordenes psicológicos y alergias, entre otros^{12 98 99 3 100}.

En general los efectos en salud producidos por los contaminantes atmosféricos característicos de rellenos sanitarios se han establecido de acuerdo al tiempo de exposición a éstos. Los efectos agudos producidos por exposiciones a cortos periodos, se han encontrado principalmente en estudios de series de tiempo. Tal impacto en salud corresponde a incrementos en la mortalidad por enfermedad respiratoria y cardiaca e incremento en las admisiones hospitalarias, también se evidencian efectos sobre la función respiratoria, incremento en los síntomas característicos de vías respiratorias inferiores y en el uso de medicamentos en pacientes asmáticos^{100 14 101 102 103 104 105 27 15}.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

En poblaciones vulnerables como los ancianos, se ha reportado incremento en las admisiones hospitalarias por Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) y asma. También se han documentado cambios presentes en la prevalencia de condiciones respiratorias como tos y expectoración crónica, dificultad respiratoria diurna y nocturna y disnea de esfuerzo, asociados a incrementos en las concentraciones promedio anual de contaminantes como NO₂, SO₂, TSP, PM₁₀ y O₃, que de igual forma están presentes en los rellenos sanitarios^{100 14 101 102 105 106 107 108}.

Estudios adicionales acerca de los efectos sobre las admisiones hospitalarias, reportaron asociaciones entre incrementos de 100mcg en los valores diarios de PM₁₀ y todas las admisiones por alteraciones respiratorias, neumonía, EPOC y muertes por EPOC^{100 14 101 102 104 105 15 106 107}.

Los estudios realizados acerca de los contaminantes e infección respiratoria aguda (IRA) o síntomas respiratorios en general en niños y adultos, sugieren una relación con dichas infecciones no confirmadas microbiológicamente, sino basadas en criterios clínicos, síntomas y uso de los servicios de salud. En consecuencia poco se sabe del espectro de agentes infecciosos involucrados o si esos contaminantes incrementan la susceptibilidad a las infecciones o exacerban las condiciones mórbidas preexistentes resultando en infección¹⁰⁹.

Es claro que todos los efectos mencionados arriba actúan principalmente sobre los grupos poblacionales vulnerables (niños y ancianos); sin embargo las características específicas que hacen vulnerables a dichos grupos no han sido claramente identificadas. No obstante existe evidencia de que las personas con limitaciones sociales, los ancianos y personas con preexistencia de síndromes respiratorios, cardíacos o diabetes son más susceptibles a los efectos en salud producidos por la contaminación del aire^{103 37}.

En menor medida se han estudiado los efectos de exposiciones crónicas a los contaminantes. Los principales efectos calculados se han basado en 2 estudios de cohorte americanos. Los efectos estimados sobre la salud general de las poblaciones, se han asociado con incrementos de 10 mcg/m³ en la concentración de los contaminantes. Se ha estimado un incremento de casi dos veces el riesgo de muerte para elevaciones de 10 µg/m³ en las concentraciones promedio anual de los contaminantes^{103 37}.

Adicional a los contaminantes descritos, en los rellenos sanitarios los daños en la salud de las poblaciones también se producen por otras sustancias liberadas en ellos, tales como cadmio, arsénico, cromo, níquel, dioxinas, PAHs, las cuales son consideradas potentes carcinogénicos, efecto evidenciado en experimentos con animales, o en estudios de personas expuestas a altos niveles. Además de su alta carcinogenicidad, dichos contaminantes pueden producir otros efectos tóxicos (de acuerdo al nivel de exposición y de la duración) sobre el sistema nervioso central (SNC), hígado, riñones, corazón,



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

pulmones, piel y efectos reproductivos. Adicionalmente las sustancias químicas como las dioxinas y organoclorados que son lipofílicos, pueden acumularse en los tejidos grasos y producir desórdenes endocrinos y reproductivos¹¹⁰.

Las altas concentraciones de Partículas inhaladas (IP) y de Partículas Respirables (RP), encontradas en las zonas de depósito de basura con incineración son altas, es improbable que estas partículas alcancen los alvéolos pulmonares, pero pueden causar irritación e inflamación no específica de la vía aérea superior al actuar sinérgicamente con sustancias oxidantes o microorganismos¹¹⁰.

Entre los contaminantes mencionados producidos en los rellenos sanitarios se encuentra el Ozono (O_3), el cual es uno de los oxidantes fotoquímicos, que se produce secundariamente a partir de otros contaminantes por la radiación solar, principalmente del NO y VOC¹¹¹.

Los principales efectos sobre la salud de este contaminante, han sido evaluados a partir, de exposiciones experimentales controladas y por estudios epidemiológicos, en donde se han establecido principalmente los efectos de la exposición a cortos periodos de tiempo. Tales efectos incluyen incremento en la mortalidad, en las admisiones hospitalarias de origen respiratorio, en los síntomas respiratorios, cambios en la función pulmonar, hiperreactividad bronquial e inflamación de la vía aérea. En el proyecto APHEA (Air Pollution and Health: a European Approach)⁴⁰, se encontró un incremento del 2.9% en la mortalidad asociada con elevaciones en 50 mcg/m^3 en los niveles diarios de O_3 ^{104 112}.

Estudios de campo hechos en niños y jóvenes indican que disminuciones en la función pulmonar pueden ocurrir con niveles de $120 - 240 \text{ mcg/m}^3 O_3$ en el aire, igualmente existe evidencia de que las exposiciones a incrementos importantes en los niveles de O_3 produce daño del epitelio pulmonar^{104 111}.

Otros de los contaminantes es el Dióxido de Azufre (SO_2), los efectos sobre la salud producidos por este incluyen disminución de la función pulmonar, incremento en la resistencia de la vía aérea y síntomas respiratorios, siendo los pacientes asmáticos el grupo más sensible a este contaminante^{104 112}.

Los estudios epidemiológicos realizados en el pasado no pudieron distinguir los efectos en salud producidos por el SO_2 del producido por otras partículas. Sin embargo han demostrado consistentemente los efectos sobre la mortalidad e incremento en las admisiones hospitalarias por causa general, enfermedad respiratoria y cardiovascular.

Se ha documentado que la exposición a altas concentraciones de SO_2 provoca broncoconstricción aguda en sujetos normales, mientras la exposición a bajas concentraciones provoca efectos similares en sujetos asmáticos. No obstante los resultados de estudios de cohorte que evalúan los efectos del SO_2 sobre la salud, muestran que éstos



parecen corresponder más a la exposición a partículas ambientales^{103 104}. Algunos de los efectos mencionados para el SO₂ son presentados en la Tabla 5^{103 104}.

Tabla 5. Niveles promedio a 24 horas de SO₂ y partículas en suspensión y sus efectos sobre la salud

SO ₂ mcg/m ³	PARTÍCULAS mcg/m ³	EFFECTOS	GRADO DE CALIFICACIÓN DE EFECTOS
200	200 (gravimetría, PTS)	Disminución ligera y transitoria en la función pulmonar (FVC, FEV ₁) en niños y adultos que puede durar 2 – 4 sem	Moderados
250	250 (humos negros)	Aumento de la Morbilidad respiratoria en los adultos susceptibles y posiblemente entre los niños	Moderados
400	400 (humos negros)	Mayor incremento en la Morbilidad respiratoria	Graves
500	500 (Humos negros)	Aumento de la Morbilidad entre los ancianos y enfermos crónicos	Graves

Fuente OMS 1990

Algunos de los efectos encontrados para las exposiciones a material particulado (PM₁₀) son presentados en la Tabla 6.

Tabla 6. Estimación de los efectos asociados a los niveles medios diarios de contaminación atmosférica por partículas en suspensión

INDICADOR DEL EFECTO SOBRE LA SALUD	% DE CAMBIO DEL INDICADOR DE EFECTO ASOCIADO A UN INCREMENTO DE 10 mcg/m ³ de PM ₁₀
Incremento de la mortalidad diaria	
- Muertes por todas las causas	1.0
- Muertes por causas respiratorias	3.4
- Muertes por causas del S. circulatorio	1.4
Incremento de la demanda de atención hospitalaria (Enf. Respiratorias)	
- Ingresos	0.8
- Urgencias	1.0
Exacerbación del asma	
- Crisis asmáticas	3.0
- Uso de broncodilatadores	2.9
- Visitas a urgencias	3.4
- Ingresos hospitalarios	1.9
Disminución de la función pulmonar	
- Volumen espiratorio máximo por segundo	0.15



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

- PEF	0.05
-------	------

Fuente Dockey y Pope 1994

Recientes estudios mencionan una asociación existente entre exposiciones prolongadas a contaminación del aire y deterioro en la función pulmonar, tanto en sujetos con síntomas respiratorios como en sujetos libres de ellos y la magnitud del efecto encontrado ha sido similar tanto en población fumadora como en no fumadora^{14 107 109 37 113}.

Los principales efectos encontrados sobre la función pulmonar en un estudio transversal, consisten en una reducción menor al 10% en el promedio diario de medidas como la capacidad vital forzada (CVF), volumen espiratorio forzado en un segundo (VEF₁), flujo espiratorio forzado (FEF_{25-75%}) y flujo espiratorio pico o máximo (FEP). Los autores aclaran la debilidad del diseño del estudio, y resaltan las fortalezas que tendría un diseño longitudinal, con mediciones repetidas en los sujetos, lo que permitiría determinar cambios en la función pulmonar.^{14 107 109 37 111}

Mediciones en niños y estudios de cohorte en adultos sintomáticos han encontrado asociaciones entre exposición a contaminantes por cortos periodos de tiempo y reducción en los niveles en el FEP o VEF₁. Adicionalmente, muchos estudios experimentales han encontrado efectos de cortas exposiciones a altos niveles de O₃ o NO₂ sobre varios parámetros de la función pulmonar y sobre la reactividad bronquial. Sin embargo, los efectos a corto plazo de la contaminación sobre la CVF y el FEV₁ no han sido sistemáticamente estudiados en muestras poblacionales representativas de adultos^{14 107 109 37 111}.

Recientes estudios han encontrado disminución en la función pulmonar en adultos con largos periodos de exposición a altas concentraciones de partículas. Se ha encontrado que el FEP es un indicador sensible de los efectos agudos del SO₂ en sujetos con EPOC^{14 103 107 109 37 111}.

El FEP es una medida de la función pulmonar y corresponde a la máxima cantidad de aire que una persona puede espirar durante una espiración forzada. Valores por debajo de lo esperado para cada persona de acuerdo a factores como la edad, el sexo y la talla indican una obstrucción de las vías aéreas de mediano y gran calibre^{114,115}.

El FEP es considerado como una medida que refleja factores tales como la fisiología de los pulmones, de las vías aéreas y neuromusculares, que incluyen las propiedades elásticas del pulmón, el calibre de las vías aéreas medianas y grandes, el volumen pulmonar, el nivel de esfuerzo respiratorio y la integridad neuromuscular. Por tanto, las mediciones en la variación del FEP en el tiempo se han considerado en el diagnóstico y control clínico del asma, el asma ocupacional y el EPOC¹¹⁶.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Se ha documentado que la sensibilidad de valores anormales del FEP para detectar pacientes con EPOC en cualquier grado de severidad es del 91% y para detectar personas con EPOC moderado a severo es del 100% respecto al diagnóstico clínico. La especificidad de valores anormales del FEP fue de aproximadamente 80%. Por tanto, estos hallazgos sugieren que los valores del FEP son adecuados para detectar pacientes con EPOC a nivel comunitario. Estudios similares mostraron que el VEF₁ y el FEP son importantes indicadores clínicos del deterioro del estado de salud de adultos mayores en la población general, así como del riesgo de muerte. Adicionalmente, varios estudios han mostrado una relación entre la contaminación del aire y cambios en el FEP, específicamente en población adulta >50 años de edad disminuciones en los valores diurnos del FEP fueron asociados con incremento en las concentración de partículas en el aire^{117, 118, 119, 120}.

Con relación a otros determinantes de la función pulmonar, se han encontrado inconsistencias en la asociación con el sexo, que pueden ser debidas a marcadas diferencias por sexo en la exposición ambiental a PM₁₀ y O₃, secundario a la exposición ocupacional; o a una fuerte evidencia de mayor efecto del trabajador sano en mujeres, encontrado en algunos estudios¹⁰³.

Las posibles explicaciones biológicas al deterioro en la salud respiratoria de las personas expuestas a la contaminación del aire están dadas por una respuesta inflamatoria de la vía aérea, mecanismos tóxicos, alteraciones en el aclaramiento mucociliar y cambios estructurales de las vías respiratorias, que en conjunto desencadenan los procesos respiratorios mencionados¹¹¹.

La mayor cantidad de hallazgos del impacto de los RS sobre la salud de las poblaciones encontrados en la literatura, han sido realizados, a partir de comparaciones geográficas, análisis de datos rutinarios, estudios transversales y retrospectivos. Estos diseños están influenciados por debilidades metodológicas, generando poca precisión en la medición de la exposición y de los eventos, igualmente no han controlado por el efecto potencial de los factores de confusión, no han establecido las rutas de exposición completa a los contaminantes presentes en los rellenos y los excesos de riesgos no significativos encontrados pueden estar relacionados a sesgos del estudio por mala clasificación y al uso de grupos de comparación no representativos^{96 111 112}.

Teniendo en cuenta lo anterior, actualmente se recomienda que la evaluación de los posibles efectos sobre la salud que pueden tener los RS, se haga en grupos poblacionales vulnerables a los contaminantes que dichos rellenos producen, se realice una caracterización de los contaminantes específicos producidos en el relleno y descripción de las rutas de exposición de las comunidades que habitan en el área de influencia del relleno^{96 112}.

4.2.6. Calidad de vida relacionada con salud



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

La literatura actual menciona que los efectos potenciales de los RS en la salud de las poblaciones expuestas van desde aumento en la prevalencia de síntomas auto-reportados como fatiga, somnolencia, dolor de cabeza y síntomas respiratorios, hasta bajo peso al nacer, malformaciones congénitas y ciertos tipos de cáncer¹.

En población anciana, la contaminación ambiental actúa sobre condiciones crónicas ya presentes con un leve aumento de la demanda de servicios, pero con significativo aumento de los síntomas percibidos^{2 3 121 5 6 7 8 9}. Así mismo, se ha encontrado que las condiciones adversas en el ambiente influyen de manera negativa en la calidad de vida relacionada con salud (CVRS) de manera directa y a través de su influencia en la salud física de estas poblaciones.

Varios estudios han evaluado la relación entre las condiciones del ambiente y la calidad de vida^{122 123 124 98 125 126 127 128 129}. Además de las condiciones de la vivienda, el acceso a servicios de transporte y la seguridad en el barrio, para las personas el ambiente puede constituir una amenaza para su calidad de vida a través de problemas de contaminación del agua o del aire¹²².

Se ha encontrado que una de las vías por las cuales el ambiente puede afectar de manera negativa la calidad de vida en general y la CVRS es a través de la generación de eventos estresantes y su vínculo con la aparición de problemas somáticos¹²³.

En un estudio de panel realizado en 10 países de Europa se encontró que la polución del aire influía de manera negativa en los puntajes de bienestar¹²⁴. Por otro lado, McCarron et al.¹²⁴ compararon la CVRS, medida a través del instrumento SF-36 en individuos que viven cerca de un área contaminada por cromo en comparación con un grupo control, y no encontraron diferencias entre ellos; sin embargo, entre los expuestos, aquellos que percibieron que el cromo podía afectar de manera adversa su salud tuvieron puntajes bajos en todas las dimensiones de calidad de vida evaluadas. No obstante, en este estudio, solo se ajustó por edad y sexo y no por otros factores como comorbilidad, escolaridad, ocupación e ingreso.

Existen encuestas genéricas y específicas para medir la CVRS. Las encuestas genéricas son apropiadas para la investigación en Servicios de Salud ya que pueden ser aplicadas en una amplia gama de condiciones de salud, en diferentes grados de severidad de la enfermedad, tipos de intervención y grupos culturales y demográficos¹²².

Se han producido muchos instrumentos genéricos, que han pasado por el proceso de traducción y adaptación cultural para su uso válido en el contexto específico¹²³. La versión española del SF-36 es un instrumento que mide Estado de Salud desde la perspectiva del paciente. La versión original en inglés surgió del Estudio de los Resultados Médicos (Medical Outcomes Research-MOS). A través de múltiples investigaciones, se ha



comprobado la validez y confiabilidad de la versión española^{124 98 125 126}. (Ver anexo 1). Este instrumento aborda las siguientes dimensiones:

- Función Física: percepción de limitación en las actividades físicas debido a problemas de salud.
- Salud General: percepción del estado de salud general global y comparativo con otros y consigo mismo en el año anterior.
- Papel Físico: percepción de limitación en las actividades usuales, según el papel que lleve a cabo en la cotidianidad, debido a problemas en la salud física.
- Salud Mental: percepción del estado general de salud mental, incluyendo estrés psicológico y bienestar.
- Vitalidad: percepción del grado de energía o fatiga.
- Papel Emocional: percepción de limitación en las actividades usuales, según el papel que lleve a cabo en la cotidianidad, debido a problemas emocionales.
- Papel Social: percepción de limitación en las actividades sociales debido a problemas en la salud física o problemas emocionales.
- Dolor Corporal: percepción de dolor corporal, su intensidad y el grado en que afecta su vida cotidiana.

4.2.7. Impacto autopercebido en salud y en el ambiente físico y social

Un conjunto de estudios en diversos ámbitos han mostrado la relación entre el ambiente físico y social y la salud de las poblaciones^{130 131 132}. En ellos se ha enfatizado que las características de los lugares que habitan las personas tienen influencia sobre su salud, independientemente de las particularidades de la gente que vive en ellos¹³³.

Macintyre et al¹³⁴ han clasificado las características de los barrios o zonas de residencia (contexto) que influyen la salud de las personas, así:

- Características físicas del ambiente compartidas por todos los residentes (por ejemplo: calidad del aire y del agua).
- Disponibilidad de ambientes saludables en el hogar, en el trabajo y en los espacios públicos (por ejemplo: áreas seguras para que los niños jueguen).
- Provisión de servicios (educación, transporte, servicios de aseo, iluminación de las calles y seguridad).
- Las características socio-culturales (por ejemplo: la historia política, económica, étnica y religiosa y grado de integración comunitaria).
- La reputación del sector (por ejemplo: cómo es percibido el barrio por sus pobladores, por las personas de otros vecindarios, por los inversionistas, los planificadores).

Esta relación, entre el ambiente y la salud, ha sido establecida, entre otros, en los temas de actividad física, obesidad y violencia. Por ejemplo, aspectos como la percepción de seguridad y la estética de los entornos han sido indicados como promotores de la actividad



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

física¹³⁵. Así mismo, se ha planteado que la disponibilidad de alimentos saludables en las tiendas tiene influencia sobre las prácticas individuales de consumo de frutas y verduras, indicando la relación existente entre factores individuales y contextuales en el control de riesgos cardiovasculares¹³⁶.

La clasificación de Macintyre¹³⁴, antes mencionada, fue usada para estudiar hábitos de dieta en barrios de Glasgow y se encontró que en aquellos barrios donde había malos hábitos de dieta, existían menos espacios o estructuras físicas para la realización de actividad física recreativa y menos lugares para compra de comida saludable.

Adicionalmente, teniendo en cuenta los acelerados procesos de urbanización es necesario conocer mejor la relación ambiente y urbanización. Por ejemplo, la población urbana de la mayoría de las ciudades de América Latina representa actualmente entre 50% y 70% del total en cada país. Específicamente, el manejo de los residuos sólidos en los contextos urbanos es un asunto que se torna problemático debido al crecimiento demográfico, la concentración de población en centros urbanos y los patrones de consumo.

Los residuos sólidos constituyen un problema de salud y ambiental urbano por su cantidad y por la falta de espacio para su disposición. Aunque la cantidad de residuos sólidos que se genera en las zonas urbanas de los países industrializados es mayor que la de los países periféricos, en estos últimos el manejo de las basuras sigue siendo un problema sin resolver¹³⁷.

Se ha insistido que las infraestructuras para el manejo de los residuos sólidos deben ser ambientalmente amigables, económicamente razonables y socialmente aceptables, esto último para evitar los conflictos con las comunidades que se oponen a ellos, cuando se ubican cerca a zonas residenciales¹³⁸.

Las investigaciones que han estudiado el impacto de los rellenos sanitarios usualmente han evaluado una sola dimensión del impacto, ya sea el auto-percibido, ya sea el biológico-clínico. Se ha aducido que el aumento de la prevalencia de síntomas auto-reportados no puede ser concluyentemente atribuible a los tóxicos presentes en el RS y que pueden estar mediados por alguno de los siguientes fenómenos: a.) efecto del estrés y el temor relacionado con el relleno; b) efecto de sesgo de memoria (la tendencia de las personas expuestas de recordar y reportar más síntomas que las personas no expuestas); c) efecto de las sustancias químicas presentes en el relleno¹³⁹. Es decir, los efectos de los ambientes sobre la salud pueden ser directos, pero otros están mediados por aspectos cognitivos o emocionales¹³⁴.

En el campo de la psicología ambiental se ha mostrado que variables objetivas, como la construcción de un incinerador de basuras, por ejemplo, tiene influencia sobre la calidad de vida de la población expuesta, dado que las personas sienten molestias que asocian con la calidad del aire y con el ruido. Sin embargo, la relación entre niveles objetivos de



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

exposición y la percepción subjetiva está mediada por factores cognitivos como la impresión que se tiene de la fuente de molestia¹⁴⁰. En un estudio en Portugal se encontró relación entre la distancia y la percepción de riesgo: a menos distancia del incinerador de basuras los niveles de percepción de riesgo fueron mayores¹⁴⁰.

A su vez, las mujeres participantes en un estudio realizado en Brasil expusieron que la basura es un problema porque, una vez se ha acumulado, produce olor desagradable, es un foco de atracción de animales (gatos, ratas, cucarachas, insectos y culebras); además, es causante de enfermedades en niños y adultos y, reportaron que el mal olor provoca malestar, pérdida de apetito, cefalea, náuseas y vómitos¹⁴¹.

En el estudio de Rahardyan et al¹³⁸ se encontró que la mayor preocupación de la población de tres localidades, respecto a la infraestructura para el manejo de residuos sólidos fue la polución y los efectos sobre la salud; además, la actitud de los participantes respecto a las instalaciones de disposición final se relacionaba con la experiencia de haber visitado una de estas instalaciones: la actitud negativa disminuía cuando se había visitado una instalación de disposición final.

Con respecto al impacto de los rellenos en la salud de los trabajadores en la investigación comparativa (caso-control), se reportó que los trabajadores del RS presentaron más síntomas respiratorios, neuromusculares, neurológicos y, dermatológicos que el grupo control (trabajadores de una universidad), aunque se plantea que la investigación tuvo limitaciones debido al tamaño de la muestra y al uso sólo del autoreporte de síntomas¹⁴².

En relación a la contaminación del aire los participantes de un estudio realizado para conocer las percepciones de los habitantes de dos distritos del Noreste de Inglaterra de los efectos de la polución del aire sobre la salud, mostró que éste fue relacionado con alergias, asma y bronquitis¹⁴³ y se señaló que la relación entre la polución ambiental y la salud está mediada por la percepción de la exposición y por factores individuales y contextuales; más allá de lo que generan las sustancias contaminantes por sí solas.

En ese marco, los estudios sobre la percepción de riesgo ambiental, entendida como los sentimientos que se generan en las personas cuando perciben un asunto ambiental como peligroso o amenazante para sí mismo, la comunidad o la sociedad en general, han sido sugeridos porque se observa que más que por el conocimiento, las personas tienden a actuar guiadas por sus impresiones, representaciones o sensaciones aunque ellas sean imprecisas¹⁴⁴.

Adicionalmente, al reconocimiento de que los problemas ambientales afectan la salud y al reconocimiento de la importancia de evaluar la autopercepción de riesgo, se ha planteado que dicho impacto no es socialmente igual ya que los grupos humanos más marginados están expuestos a múltiples factores de riesgo ambiental y son más susceptibles para sufrir sus consecuencias¹⁴⁵, lo cual fue mostrado en la revisión sistemática de la literatura



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

realizada por Brown¹⁴⁶ (1995), sobre la relación entre raza, clase y salud ambiental, en donde se concluye que efectivamente existe una distribución inequitativa de los problemas ambientales debido a que la exposición a tóxicos (entre ellos rellenos, incineradores y pesticidas) es preponderante en comunidades no blancas de bajo nivel socioeconómico.

Además, en dicha revisión se plantea la necesidad de medir el impacto de dicha exposición en enfermedades respiratorias, defectos congénitos, problemas de piel e impactos psicológicos, y no sólo en mortalidad por cáncer como se ha venido haciendo.

A su vez, el estudio de Maantay¹⁴⁷, corrobora lo anterior, al mostrar que cuando se georeferencian problemas como la polución o la degradación ambiental, se encuentra que son las comunidades pobres, rurales y pertenecientes a minorías étnicas las que están mayormente expuestas. Por ejemplo, en los Estados Unidos al georeferenciar las infraestructuras existentes para el manejo de residuos tóxicos se muestra que estas están concentradas en áreas donde reside mayormente población Afroamericana, Latina o Indígenaamericana (nativa). Este fenómeno es lo que se ha venido llamando injusticia ambiental.

En Colombia se espera que en el 2025 la concentración de la población en el área urbana sea del 90%. En la actualidad la producción de basura por 100.000 habitantes está entre 0,8 y 1,3 Kg/habitante día, es decir, 27 mil toneladas al día (35 ciudades). Existen 350 rellenos, de los cuales 50% funcionan de forma inadecuada, y aunque el 90% de las basuras son susceptibles de reciclaje, sólo se recupera el 10%. Por todo lo anterior, los estudios de impacto en salud y ambiental de estas tecnologías son requeridos.



5. OBJETIVOS

5.1. GENERAL

Evaluar en el área de influencia del RSDJ el impacto sobre la salud, el ambiente social y los costos en salud de los grupos poblacionales vulnerables.

5.2. ESPECÍFICOS¹

1. Describir las condiciones atmosféricas y del agua en el área de influencia del RSDJ y en un área control.
2. Determinar la ocurrencia de eventos adversos en salud en los niños de 0 a 3 años; de 1 a 5 años; y en los adultos mayores de 50 años residentes en el área de influencia del RSDJ y en un área control.
3. Establecer el efecto de la contaminación atmosférica y del agua en la salud de los niños de 0 a 3 años; 1 a 5 años; y en los adultos mayores de 50 años residentes en el área.
4. Determinar los costos directos e indirectos generados por la presencia de síntomas respiratorios en las poblaciones de 1 a 5 años expuestas y no-expuestas a los contaminantes generados por el RSDJ.
5. Describir el impacto auto-percibido en salud y en el ambiente físico y social del RSDJ.

Específicamente, los eventos adversos en salud de interés para este estudio fueron:

- a. En niños menores de 3 años de edad: la evaluación de parámetros de crecimiento (peso y talla);
- b. En niños entre 1 y 5 años de edad: enfermedad respiratoria y enfermedad diarreica aguda;
- c. En mayores de 50 años: enfermedad respiratoria, flujo espiratorio pico y calidad de vida relacionada con salud.

De manera adicional, el estudio incluyó el análisis de los costos directos e indirectos generados por la presencia de enfermedad respiratoria en niños de 1 a 5 años, y un componente cualitativo sobre el impacto auto-percibido por la comunidad en salud y en el ambiente físico y social.

¹ Algunos de los objetivos específicos del estudio fueron ajustados antes del inicio del trabajo de campo en común acuerdo con las organizaciones que participaron en la interventoría. En particular, se modificaron y ampliaron los grupos de edad de la población objeto del estudio para poder completar el tamaño de muestra y para tener correspondencia con los eventos en salud que se decidió evaluar en esta investigación. Estos ajustes no provocaron ningún detrimento de los propósitos del estudio, y por el contrario buscaron ampliar los alcances de la investigación y aumentar la probabilidad de encontrar resultados concluyentes.



6. METODOLOGÍA

6.1. Área y población del estudio

El estudio fue realizado en la población vecina al RSDJ y en un área seleccionada como control. En el mes de enero de 2005 se realizaron varias visitas a la zona de influencia o expuesta (Mochuelos) y a los varios barrios de Usme para la selección de la zona control. Dada la existencia de ladrilleras en la zona de influencia del RSDJ, fue necesario buscar una zona control que presentara este tipo de fuentes contaminantes y fuera similar en otros aspectos sociales, económicos y ambientales. Se elaboró y diligenció la siguiente matriz con los criterios utilizados para esta selección.

Tabla 7. Criterios utilizados para la selección de la zona control

Barrio	Presencia de ladrilleras	Número de ladrilleras	Nombre de las ladrilleras	Percepción de olores RSDJ	Percepción de problemas con moscas	Grado de urbanización del barrio*	Distancia estimada al RSDJ
La Fiscala (portal de Usme)	Sí	1	Santafé	Sí, ocasional	No	Alto	4 km
Santa Librada (parte baja)	Sí	2	Yomasa	Sí, ocasional	No	Alto	4 km
			Alemana	Sí, ocasional	Sí	Alto	6 km
Santa Librada (parte alta)	Sí	1	Tejares	Sí, raras veces	No	Alto	8 km
Vereda-Barrio Santa Isabel	Sí	2	Gresque Santa Isabel	Sí, muy raras veces	Sí, hay caños de aguas servidas y basura	Bajo	8 km
Barrio Arizona	No (a 4 km de alguna ladrillera)	0	----	No	No	Alto	8 km

* Se refiere a características de las construcciones y densidad de las viviendas.

En la visita a estos barrios, se encontró que sus características en cuanto a cercanía a ladrilleras, grado de urbanización y características socioeconómicas eran similares con la zona cercana al RSDJ. Además, se estableció que la distancia al RSDJ era mayor a 4km. Con base en esto y teniendo en cuenta la dirección predominante del viento, se decidió seleccionar las siguientes localidades como zona control: Santa Librada (parte alta) Vereda-Barrio Santa Isabel y Barrio Arizona.

Diseño

El estudio en la población tuvo dos componentes: uno cuantitativo y otro cualitativo. En el primer componente, se realizó un *estudio de cohorte* por las razones que se indican más adelante, y para ello se utilizó una encuesta estructurada con preguntas dicotómicas,



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

abiertas y de selección múltiple. El segundo componente, un **estudio cualitativo**, se orientó a explorar la auto-percepción del impacto del RSDJ en la salud y en el ambiente social y físico, para lo cual se usó como técnica el grupo focal.

Adicionalmente, se realizaron evaluaciones de la calidad del agua y del aire en las zonas del estudio con el fin de identificar diferencias en los parámetros de interés entre los expuestos y los residentes en la zona control.

Dado que el propósito de este estudio fue determinar de manera válida y precisa la asociación causal entre las exposiciones generadas por el RS y la salud poblacional, se descartaron los estudios de prevalencia ya que estos no permiten establecer relaciones de temporalidad claras y están afectados por factores que modifican la duración del evento de salud que se esté estudiando. Por tal motivo, se consideró que los diseños de casos-controles y los de cohorte, tanto retrospectivos como prospectivos, serían los más apropiados.

Los estudios retrospectivos, de casos y controles y de cohorte, presentan limitaciones para establecer asociaciones entre las exposiciones generadas por un RS y la salud humana por varias razones:

1. Como la clasificación de la exposición en estos estudios se realiza teniendo en cuenta la distancia que separa el relleno de las poblaciones a estudiar, los individuos estudiados pueden permanecer fracciones de tiempo expuestos y fracciones de tiempo no expuestos al relleno porque pueden movilizarse de una zona a otra por razones laborales, o de recreación, etc. Esto produce entonces un error en la medición de la exposición en los estudios retrospectivos porque esta movilidad no puede conocerse desde las fuentes secundarias que dichos estudios utilizan.
2. Como la medición de la exposición se basa en datos secundarios, no se puede obtener la medición de otros tipos de exposición, no generadas por el relleno, que pueden tener efectos sobre la salud de las poblaciones a estudiar. Esto hace que las asociaciones entre la exposición a los contaminantes generados por estos rellenos y los efectos de salud estudiados, tengan alta probabilidad de ser ilegítimas porque no se puede determinar qué cantidad de dichos efectos fueron aportados por las exposiciones no medidas o por la existencia de confusión.

Por todo lo anterior y dado el nivel de inferencia que se deseaba alcanzar en las asociaciones, se decidió llevar a cabo un estudio de cohorte prospectivo con la justificación de que:

1. En estos estudios se puede medir la movilidad poblacional y por tanto, medir con mayor precisión la exposición.
2. Se pueden medir múltiples exposiciones, esto proporciona la oportunidad de controlar por potenciales confusores y estimar, mediante análisis múltiple, la cantidad de efecto sobre la salud que tiene cada exposición. Esto hace que las asociaciones que se



establezcan tengan menos probabilidad de ser ilegítimas.

Como población objetivo de este estudio se seleccionaron grupos considerados “vulnerables” o con mayor probabilidad de presentar efectos adversos por la exposición al RS. En particular, se definieron tres grupos o sub-cohortes de estudio: 1) Niños de 0-3 años de edad; 2) Niños de 1-5 años de edad; y 3) Adultos ≥ 50 años. En cada grupo se identificaron unos eventos de interés a evaluar con base en la revisión de la literatura y la discusión con las instituciones locales y la comunidad. Estos eventos de interés se presentan más adelante en la descripción de procesos de cada uno de estos grupos.

6.2. Criterios de selección

6.2.1. Criterios de selección del grupo expuesto

Para establecer si un grupo vulnerable estaba potencialmente expuesto o no a los contaminantes emitidos por el RSDJ se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: 1) distancia al perímetro del relleno; 2) condiciones meteorológicas; 3) condiciones topográficas; y 4) tiempo de permanencia en el lugar de residencia.

Los individuos pertenecientes a un grupo poblacional vulnerable se consideraron expuestos si cumplían todas las siguientes características:

- Su lugar de residencia estaba a 2 o menos kilómetros del perímetro del relleno.
- Las condiciones meteorológicas y topográficas indicaban una alta probabilidad de que los contaminantes emitidos desde el relleno estuvieran llegando a su lugar de residencia.
- Permanencia en el área de residencia de por lo menos el 80% del tiempo de seguimiento.

6.2.2. Criterios de selección del grupo control

Los grupos en edades “vulnerables” fueron considerados como no-expuestos o grupo control para el análisis de efectos del RS si su lugar de residencia estaba a más de 2 kilómetros de distancia del perímetro, las condiciones meteorológicas y topográficas indicaban que dicho grupo no estaba sometido a los contaminantes emitidos desde el relleno y que permanecían en su área de residencia por lo menos 80% del tiempo de seguimiento. Los subgrupos de no-expuestos fueron seleccionados de la zona control que se caracteriza además por tener un nivel socio-económico similar al de la zona expuesta.

6.3. Tamaño de muestra

Para determinar el efecto de la exposición al RSDJ en la salud de la población de su área de



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

influenza se compararon individuos expuestos y no expuestos en cada uno de los grupos seleccionados: 0-3 años; 1 a 5 años; y mayores de 50 años. Los parámetros de interés en el cálculo del tamaño de muestra fueron, entonces, múltiples e incluyeron: diferencias de proporciones (i.e.; prevalencias a la captación e incidencias acumuladas durante el seguimiento de enfermedad respiratoria y EDA), diferencias de tasas de incidencia (de los mismos eventos incluyendo como denominadores las unidades de persona-tiempo) y diferencias de promedios en indicadores de interés (por ejemplo: diferencias en indicadores de crecimiento, en flujo espiratorio pico y en puntajes de los componentes del instrumento de medición de la calidad de vida).

Para las evaluaciones de crecimiento, la variable de interés fue el score-z del índice de peso para la talla, por considerar que éste sería el que probablemente se vería más afectado de manera aguda. La hipótesis nula correspondió a que el parámetro de interés, es decir la diferencia entre los promedios de los score-z de los grupos expuesto y control (d), fuera cero versus la hipótesis alternativa de que esta diferencia es menor que cero (i.e.; que el grupo expuesto tiene un valor esperado más bajo). En todos los cálculos se utilizó un nivel de significancia de 0.05, poder del 80% y un coeficiente de correlación entre las mediciones de 0.8¹⁴⁸

En la literatura revisada solo se encontró un estudio que evaluara el efecto de vivir cerca de un relleno en el crecimiento medido en términos estandarizados contra una población de referencia. El estudio mencionado se realizó en niños que habían estado expuestos al relleno del Canal Love de New York y encontró diferencias en percentiles de talla para la edad de aproximadamente 6 DE (p=0.004) más en los controles y una diferencia en percentiles de peso para la edad de 3 DE (p>0.05), pero no reportaron mediciones de peso para la talla.

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó mediante la formula para hallar diferencias entre promedios de medidas repetidas en un grupo expuesto y un grupo control:

$$n_1 = \frac{2(z_{1-\alpha} + z_{1-\beta})^2 \sigma^2 (1 - \phi)}{m s_x^2 d^2}$$

Donde:

σ = varianza de los promedios

ϕ = correlación entre las observaciones

m = número de observaciones

s_x^2 = varianza entre las observaciones de los sujetos

d = diferencia de los promedios de interés

Tabla 8. Cálculo del tamaño de muestra para diferencias en promedios de score-z entre los grupos expuesto y control

Promedios de score-z de peso para la talla		n
Control	Expuestos	
0.00	-0.30	53
0.00	-0.25	76
0.00	-0.20	118
0.00	-0.15	210
0.00	-0.10	471

Para diferencias iguales o mayores a 0.15 desviaciones estándar, y teniendo en cuenta un ajuste por no respuesta (15%) y por pérdidas (15%), se determinó un tamaño de muestra de 300 individuos en cada grupo. En resumen, en el presente estudio, una muestra de 300 individuos en cada grupo permitiría encontrar diferencias tan pequeñas como de 0.15 DE de score z de peso para la talla y estas diferencias podrían igualmente evaluarse para otros indicadores de crecimiento⁴⁰

Para determinar el efecto de la exposición al RSDJ en enfermedad respiratoria, los parámetros de interés utilizados fueron las proporciones P_0 y P_1 , que corresponden a la incidencia de síntomas respiratorios en el grupo de expuestos y no expuestos respectivamente. La hipótesis nula fue que P_1/P_0 (riesgo relativo RR) fuera igual a 1, versus la hipótesis alternativa de que P_1/P_0 fuera > 1 . La estimación del tamaño de muestra es equivalente a la comparación de dos proporciones.

Los cálculos se basaron en la siguiente formula:

$$n = \left[\frac{Z_{1-\alpha} \sqrt{p_o(1-p_o)} + Z_{1-\beta} \sqrt{p_A(1-p_A)}}{p_o - p_A} \right]^2,$$

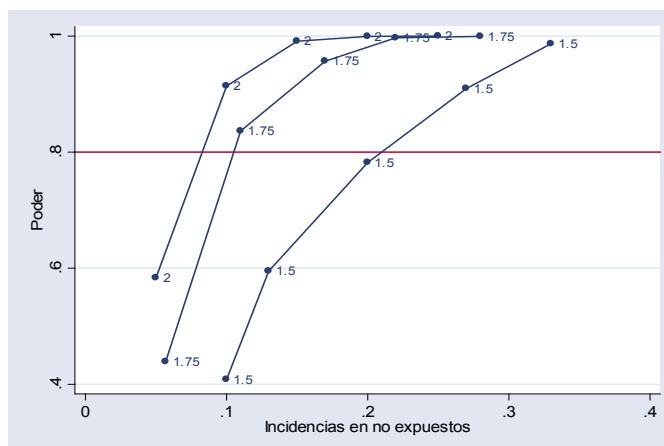
De acuerdo a lo encontrado en la literatura internacional la proporción de síntomas respiratorios en la población adulta no expuesta a los contaminantes generados por los RS es para tos entre 12% a 17%, dificultad respiratoria 7%, síntomas asmáticos 14% a 19.2%, síntomas bronquíticos 14% y en no fumadores 6.8%^{149, 150, 151, 152}. Para el cálculo del tamaño de muestra se asumió, entonces, una proporción de síntomas respiratorios en no expuestos entre 10, 15 y 20% como valores plausibles para la ocurrencia de estos eventos. La Tabla 9 resume los cálculos del tamaño de muestra necesarios por grupo para diferentes valores de p_0 y RR, con un nivel de significancia de 0.05 y un poder del 80%.

Tabla 9. Tamaño de muestra estimado por grupo, según incidencia esperada entre los controles (p_0) y riesgo relativo (RR) por exposición al RS

		RR		
		1.5	1.75	2.0
P_0	10%	725	356	219
	15%	450	219	133
	20%	313	151	91

Con base en esta estimación, se estableció un tamaño de 300 individuos para cada uno de los grupos expuestos y control, de manera que con p_0 de 10, 15 y 20% se tendría un poder de 80% para estimar RR de 1.8, 1.6 y 1.5, respectivamente. Efectos de mayor magnitud permitirían que con menos de 300 individuos se alcanzara significancia. La siguiente gráfica muestra las curvas de poder para RR de 1.5, 1.75 y 2.0 y diferentes valores de incidencia de síntomas respiratorios en no expuestos con un tamaño de muestra por grupo de 300 individuos:

Figura 2: Curvas de Poder para razones de riesgos de 1.5, 1.75 y 2.0



Teniendo incidencias de síntomas respiratorios en no expuestos entre 8% y 20% se tiene un poder igual o superior al 80% para encontrar razones de riesgos de 1.5, 1.75 y 2.0.

De otra parte, con base en la revisión de la literatura, en el cálculo del tamaño de muestra para estimación del cambio promedio del FEP se asumió una reducción aproximada en el valor de las medidas de la función pulmonar de aproximadamente 10% en la población expuesta en comparación con la población de la zona control^{108, 102, 153, 154, 113}. El cálculo de tamaño de muestra, en este caso, correspondió a una comparación de promedios entre 2 poblaciones (expuesta y control). Teniendo en cuenta que son medidas correlacionadas, un



poder del 80% y una confiabilidad de 0.05, los posibles tamaños de muestra se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10. Cálculo del tamaño de muestra para diferencias en promedios de Flujo espiratorio pico (FEP) entre los grupos expuesto y control

	Promedio FEP L/min	Delta PEF L/min	n
Control	300	10	704
Expuesto	290		704
Control	300	20	176
Expuesto	280		176
Control	300	30	79
Expuesto	270		79
Control	300	40	44
Expuesto	260		44

Con el tamaño de muestra de 300 individuos para cada uno de los grupos expuesto y control, con un porcentaje de cambio del 10% del valor predicho del FEP se tuvo un poder muy superior del 80% para estimar cambios promedios del FEP de 20, 30 y 40 L/min.

El tamaño final estimado fue, entonces, de 300 individuos expuestos y 300 no expuestos en cada uno de los tres grupos, para un total de 1.800 individuos a incluir en el estudio. Como se mostrará en el apartado siguiente sobre el censo, en el grupo de 0 a 3 años, el universo de niños de esta edad fue menor de 300. En el apartado de resultados se verá que la muestra final obtenida fue en la cohorte de 0 a 3 años de 237 niños en la zona expuesta y 207 en la zona control; en la cohorte de 1 a 5 años 268 en la zona expuesta y 268 en la zona control; y en la cohorte de mayores de 50 años 256 en la zona expuesta y 200 en la zona control.

6.4. Censo y muestreo

Con el propósito de establecer un marco muestral para la selección de la población a incluir en el seguimiento, se desarrolló un censo poblacional en la zona expuesta y control. Para este censo se utilizaron mapas de las zonas del estudio, y se desarrollaron visitas casa a casa para recolectar información de todos los habitantes.

Luego de realizar el trabajo de campo del censo se llevó a cabo el procesamiento de los datos recogidos, en una base de datos diseñada para dicho objetivo. Se realizó la generación de los códigos de identificación para cada uno de los individuos y se desarrolló limpieza de la base de datos por medio del desarrollo de rutinas automatizadas para identificar



inconsistencias (como la duplicación de algunos códigos) y realizar su inmediata corrección por medio de la verificación de datos con la supervisora del trabajo de campo.

El código de identificación de cada individuo se definió de la siguiente manera: Segmento, Orden Vivienda, Número de Hogar, Número de Orden. Estando seguros de no hallar más duplicados u otras inconsistencias, se procedió a generar los códigos de cada individuo, quedando finalmente este con una longitud de 8 dígitos.

De los listados de la población objetivo se seleccionó al azar la muestra del estudio utilizando algoritmos automatizados del software utilizado en el análisis de los datos (Stata 8.0).

6.5. Captación y seguimiento

Los individuos seleccionados fueron visitados para solicitar su participación en el estudio. Luego de explicar en detalle los propósitos y procedimientos del seguimiento y de obtener la firma del documento de consentimiento informado, se aplicaba un cuestionario de captación y se acordaba el cronograma de visitas mensuales, por un periodo de 6 meses.

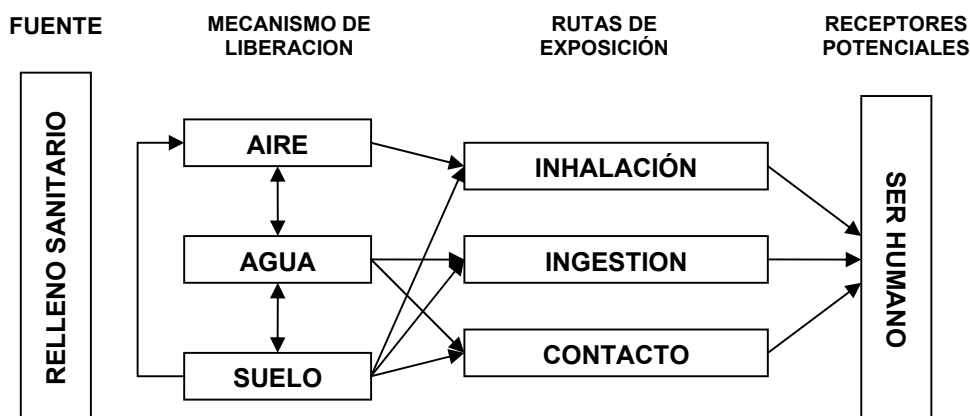
6.6. Procedimientos

Se presenta a continuación la metodología usada para alcanzar cada uno de los objetivos específicos planteados. Detalles particulares de cada uno de los procedimientos son presentados además en el manual de procedimientos que se anexa al final de este informe.

6.6.1. Objetivo 1. Describir las condiciones atmosféricas y del agua en el área de influencia del RSDJ y en el área control

Los contaminantes generados durante el proceso de estabilización de los residuos sólidos en un RS pueden contaminar las aguas (superficial y subterránea), el aire, el suelo (superficial y subsuelo), para luego ingresar al hombre ya sea por vía oral, aérea o por contacto. Un esquema de las potenciales rutas de exposición se muestra en la Figura 3:

Figura 3. Ruta de exposición a la contaminación generada en un RS



Con base en la ruta de exposición y los efectos causados por la contaminación en salud, se elaboran unas normas ambientales, cuyas valores máximos permitidos garantizan que no se presenten problemas de salud. Las normas establecidas para tal fin son:

1. Decreto 1594 de 1984: aplica para uso del recurso hídrico y para la disposición final de lixiviados ya sea a una fuente superficial o a un alcantarillado.
2. Decreto 475 de 1998: aplica para agua potable.
3. Decreto 02 de 1982 y Resolución 1208 de 2003 del DAMA: norma de calidad del aire – inmisión: aire respirable.

Con base en la normatividad y en los reportes en la literatura sobre los contaminantes más comunes encontrados en un RS, se determinaron los siguientes parámetros a monitorear:

1. Aire: PM_{10} , SO_2 , CH_4 y los siguientes compuestos orgánicos volátiles: Benceno, Tolueno y Xileno.
2. Agua: Sólidos suspendidos totales (SST), pH, temperatura, grasas y aceites, nitratos, nitrato amoniacal, metales mercurio (Hg) y plomo (Pb), conductividad, color verdadero, turbiedad, oxígeno disuelto, dureza total, hidrocarburos, alcalinidad total, sulfatos, hierro total, fenoles totales, cianuro total, pesticidas organoclorados, coliformes totales, e. coli, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y cloro residual

6.6.1.1. Selección de la zona de estudio

Con base en el diseño epidemiológico realizado para estudiar la exposición de la población a la contaminación generada por el RSDJ, se escogió como marco muestral dos comunidades una expuesta y otra no expuesta o control. Los criterios de selección fueron establecidos teniendo en cuenta las condiciones ambientales, las rutas de exposición, lo descrito en la literatura y la información existente en PROACTIVA y en las entidades gubernamentales relacionadas con el relleno como la Unidad Ejecutiva de Saneamiento,



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), Universidad Nacional de Colombia (UNAL).

Teniendo en cuenta la información disponible sobre tipo de suelo, topografía, corrientes superficiales, drenaje, ubicación de sus fuentes de abasto, red de distribución, diseño y operación del relleno, se identificaron las posibles rutas de ingreso de la contaminación al recurso hídrico.

Los criterios utilizados para establecer la exposición a contaminación aérea y para seleccionar la población a estudiar fueron meteorológicos (dirección y velocidad del viento), topográficos (sin barreras físicas), distancia al relleno (mayor o igual a 2 km), climatológicos (verano e invierno). Con el objetivo de minimizar los sesgos e identificar interacción al realizar el análisis de los efectos ambientales y en salud se tuvo en cuenta la existencia de otras fuentes importantes de emisión como son las ladrilleras.

Adicionalmente, con el objeto de identificar claramente el comportamiento del mecanismo de liberación a través del suelo como receptor principal de la contaminación y el que permite su paso al aire y al agua, se obtuvo información a partir de un estudio de impacto ambiental realizado por Gestión y Desarrollo S.A. y Proactiva que se resume en la Tabla 11¹⁵⁵.

Tabla 11. Características del Suelo en la zona de estudio.

SECTOR	Hidrogeología	Perfil Geológico	Asociación de Suelos
Los Paticos	<u>Cit L.</u> Acumulación de material rocoso en laderas cercanas a la pendiente. Sin cuerpos alóctonos. Permeabilidad baja.	<u>Oco.</u> Deposito reciente. Coluvial, acumulación de detritos producto de la meteorización y transporte gravitacional.	Consociación Robles. Uso actual cultivo y ganadería, suelos desarrollados a partir de ceniza volcánica, en relieve ligero a fuertemente quebrado, suelos profundos, se encuentran en sectores altos de las laderas de montaña con influencia coluvial. Estructura: bosques subangulares moderados. Altitud: 2100-2900 msnm. Pendiente: 7-12-25%. Erosión ligera localizada, bien drenado. Textura franca, pH muy ácido.
Lagunitas	<u>Cit 5.</u> Amplias áreas de arcillositas grises y rojas con esporádicas capas delgadas de arenitas.	<u>Tpc.</u> Terciario. Formación Cacho: intercalación de areniscas gruesas a conglomeráticas separadas con capas de arcillositas rojizas.	Consociación Techo. Uso actual urbanístico y área de explotación minera, suelo superficiales limitados por horizontes argílicos y condiciones sodicos.. Altitud: 2500-2650 msnm Pendiente: 1-3-7-12%. Erosión: algunos sectores moderada. Drenaje moderado. Textura franca, pH alcalino a ligeramente ácido.
Barranquitos-Esmeralda	<u>Cit 6.</u> Predomino de arcillositas rojas en grandes	<u>Tpb.</u> Terciario. Formación Bogotá: secuencia de	Área urbanizada: Barranquitos, Esmeralda, Paticos y Lagunita.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

	espesores. Impermeable.	arcillolitas gruesas de areniscas conglomeráticas.	
Mochuelo Alto	<u>Caq. 3.</u> Acuíferos locales de poca extensión por ocurrencia de lentes arenosos en niveles arcillosos. Aguas de regular calidad. Permeabilidad baja.	<u>Qa.</u> Cuaternario. Depósitos fluvioglaciares, compuestos por arcillas con bloques de areniscas.	Asociación Cabrera. Uso actual: cultivo de papa, maíz y ganadería extensiva de pasto quicuyo, suelos desarrollados a partir de lutitas y cenizas volcánicas con afloramientos locales y areniscas; ocupa la posición de laderas de montaña, suelo moderadamente profundo a profundo. Estructura: bloques subangulares. Altitud: 2300-3200 msnm Pendiente: 25-50-75%. Erosión hídrica localizada (desplazamiento en pata de vaca). Drenaje: bien drenado, textura franca. pH extremadamente ácido.
Zona VIII	<u>Caq. 3.</u>	<u>Tpb</u>	Consociación Robles.

Fuente: Estudio de impacto ambiental realizado por Gestión y Desarrollo S.A. y Proactiva, 2000

Debido a que en la selección de la zona control se tuvo en cuenta la existencia de ladrilleras para obtener dos áreas similares que se diferenciaran en la vecindad del relleno como fuente importante de contaminación, las áreas con presencia de ladrilleras ubicadas en ambas zonas son las siguientes:

Tabla 12. Localización de ladrilleras en zona expuesta y control

LADRILLERA	ZONA EXPUESTA	ZONA CONTROL
Las Tapias, a 100 m del CED Mochuelo Bajo	N 4° 30' 32.81" W 74° 9' 9.34"	
Ladrillera Congressa. Kilometro 5 vía a Pasquilla. 700m del Mochuelo Bajo	N 4° 30' 18.2" W 74° 9' 7.26	
Ladrillera Gressqui		N 4° 31' 11.1" W 74° 6' 31.4"
Ladrillera Santa Isabel		N 4° 31' 11.7" W 74° 6' 31.7"
Ladrillera Tejares		N 4° 31' 3.1" W 74° 6' 35.7"

6.6.1.2. Metodología del estudio de calidad del agua

Para determinar si los lixiviados generados en el RSDJ afectan de alguna forma la calidad de las aguas utilizadas para consumo humano en la comunidad de la zona expuesta, se realizó el monitoreo de calidad del agua considerando los tipos de fuentes superficial y subterránea y su destinación para consumo humano, e igualmente se evaluó la red de distribución. Con base en el origen de cada muestra se compararon los resultados con estándares nacionales establecidos para proteger el recurso natural y la salud humana.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

La metodología para desarrollada para el monitoreo de agua, es la establecida en los Métodos Estándar indicados por la American Public Health Asociation (APHA), Air Waste Water Asociation (AWWA) y Water Pollution Control Federation (WPCF) de los Estados Unidos y aceptada en Colombia y promulgada en los Decretos reglamentarios que además establecen los niveles máximos admisibles de contaminantes en el agua.

Cuando el agua para consumo es tomada de fuente superficial y distribuida a través de la red de abastecimiento, los resultados obtenidos se confrontaron con el Decreto 475 de 1998. Pero si el agua es extraída de aguas superficiales o de pozos y destinada para consumo humano, los datos arrojados por el muestreo en las diferentes fuentes analizadas se confrontaron con el Decreto 1594 de 1984.

La Tabla 13 detalla los parámetros medidos, la norma Colombiana y la establecida como guía por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tabla 13. Valores para Contaminantes Según la Fuente y Uso del Recurso Agua.

PARAMETRO	UNIDADES	DECRETO 475-98	DECRETO 1594-84*	OMS 1995
Conductividad	micromhos/cm	50-1000		-
Color real	UPC		20	
Color Verdadero	UPC	< 15		15 UCV
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	--		
Turbiedad	UTN	< 5	10 UJT	5
Oxígeno disuelto	mg/l	--		
pH	Unidades	6.5 – 9.0	6.5-8.5	-
Nitritos	mg/l	0.1	10	3
Dureza Total	mg/l	160		-
Plomo	mg/l	0.01	0.05	0.01
Temperatura	°C	--	< 40	-
Hidrocarburos				
Sólidos Totales	mg/l	< 500		
Alcalinidad Total	mg/l	100		-
Sólidos suspendidos	mg/l			
Sulfatos	mg/l	250	400.0	250
Hierro Total	mg/l	0.3		0.3
Fenoles Totales	mg/l	0.001	0.002	
Cianuro Total	mg/l	0.1	0.2	
Mercurio	mg/l	0.001	0.002	0.001
Pesticidas organoclorados	mg/l		0.05	
Grasas y aceites		Ausente	No se admite.	
Coliformes Totales	UFC/100 cm ³	0	1.000 NMP	0
Coliformes Fecales	UFC/100 cm ³	0	2.000 NMP	0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l	-		



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	-		
Cloro Residual	mg/l	0,2-1,0		-

*requiere desinfección; MO. Microorganismo; UFC cuando se utiliza la técnica de filtración por membrana: agua potable.

Estos valores representan la máxima concentración permitida en una fuente para uso humano y se basan en niveles tolerables para la salud del usuario durante su tiempo de vida, por tanto han sido calculados para proteger a la población.

Las comunidades seleccionadas como “expuestas” son abastecidas a través de fuentes superficiales de agua a saber: la quebrada “la Porquera” abastece a Mochuelo Alto y las quebradas “El Ajo” y “Aguas Calientes” abastecen Mochuelo Bajo. La comunidad seleccionada como “control” es abastecida por el acueducto de Bogota. En los acueductos rurales de las comunidades denominadas “expuestas” se realiza un tratamiento primario, constituido por captación o bocatoma, des-arenador y tanque de almacenamiento, y en este último se agrega cloro como desinfectante. Ambos acueductos son administrados por la comunidad.

6.6.1.3. Selección de contaminantes

Con base en el listado indicado en la Tabla 13 y el Decreto 475-98 en su aparte: “Norma para Contaminantes Según la Fuente y Uso del Recurso Agua”, se seleccionaron algunos compuestos cuya presencia pudiese indicar contaminación proveniente del relleno. Los parámetros seleccionados se midieron en bocatoma y en red de distribución, estos son: Alcalinidad total, coliformes totales, coliformes fecales, conductividad, dureza total, hierro total, nitritos, pH, sólidos totales, sulfatos, turbiedad, y aunque no esta reglamentado en este decreto se midió también color, nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos y temperatura por su importancia como indicadores de contaminación por aguas residuales.

Para aguas superficiales y subterráneas se incluyeron los parámetros relacionados en el Decreto 1594 de 1984, como son color, nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos totales, temperatura, hidrocarburos, oxígeno disuelto, hierro total, cianuro total, pesticidas organoclorados, grasas y aceites, metales (Hg y Pb), DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y la DQO (Demanda Química de Oxígeno), para un total de 23 parámetros en tres tipos de fuente de agua en la zona de estudio.

6.6.1.4. Ubicación de los puntos de monitoreo

Se seleccionaron sitios de mionitoreo en las zonas expuesta y control. En la zona control se monitoreó la red de distribución cuya fuente de abastecimiento es el acueducto de Bogotá, en la Tabla 14, se enumeran dichos puntos



Tabla 14. Ubicación puntos de Monitoreo - Calidad del Agua, 2005-2006.

PUNTO No.			DESCRIPCIÓN	COORDENADAS		ALTITUD
				NORTE	OESTE	Msnm
Zona Expuesta						
1			Bocatoma la Porquera, Mochuelo Alto	4°29´04.1”	74°10´05.3”	3220
2			Casa en Mochuelo Alto	4°28´53.8”	74°09´35.4”	--
3			Centro Educativo Distrital, Mochuelo Alto	4°29´29.3”	74°09´05.3”	3015
4			Centro Educativo Distrital, Mochuelo Bajo	4°30´39.62”	74°10´14.85”	2925
5			Entrada tanque almacenamiento y desinfección. Mochuelo Bajo.	4°30´43.3”	74°9´32.1”	3020
6			Vivienda en Mochuelo Bajo	4°30´35.1”	74°9´3.70”	2920
10			Nacedero Finca Corralejas, Mochuelo Bajo	4°30´48”	74°9´27.9”	2980
Zona Control						
7			Barrio Villas de Santa Isabel	4°31´10.2”	74°06´32.8”	2980
8			Centro Educativo Distrital Tejares	4°30´57.7”	74°06´42.6”	2780
9			Casa Vecinal Olivares	4°30´58.2”	74°06´35.9”	2800
10			Villas de Santa Isabel, casa. Nacedero.	4°31´10.1”	74°6´24.3”	2830
Relleno Sanitario Doña Juana, Zona VIII. Pozos de Monitoreo						
11	2	Costado oeste zona VIII.Profundidad 16.65 m		4°29´59.9”	74°9´3.6”	2970
12	3	Costado Norte. Profundidad 16 m		4°30´18.7”	74°8´57.3”	2915
13	4	Costado Nororiental 450 m zona VIII. Prof.: 14 m		4°30´29.45”	74°8´35.4”	2875
14	5	Costado Nororiental. Profundidad 16.65 m		4°30´14.56”	74°8´40.8”	2917

6.6.1.5. Número de muestras

El número de muestras se determinó con base en las recomendaciones de la OMS que señala una frecuencia mínima de 1 muestra/mes. El tipo de muestreo fue instantáneo y la recolección se llevó a cabo en agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2005 y enero de 2006.

Inicialmente se programó la toma de muestras en nueve puntos diferentes de las zonas estudiadas, sin embargo con base en los resultados del primer muestreo, se eliminó uno y se incluyeron 2 puntos más para un total de 10, estos últimos puntos fueron dos fuentes de agua superficial (nacimientos) que posiblemente pudieran ser utilizados por la comunidad. Posteriormente, se incluyeron cuatro pozos al interior del relleno para un total de 14 puntos evaluados.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

El monitoreo se inició en agosto de 2005 y terminó en enero de 2006 con frecuencias mensuales. Se buscó abarcar en estos períodos de tiempo las variaciones climatológicas de verano, invierno e intermedio, con el fin de identificar algún cambio que relacionara las variables climatológicas (precipitación, humedad, temperatura) con su efecto en la contaminación generada por la descomposición de los residuos sólidos al interior del relleno.

6.6.1.6.Procedimiento para toma de muestras

Agua Potable

Estas muestras fueron colectadas directamente en grifos y se procedió de la siguiente manera:

Ensayos Microbiológicos

- Se flameó el grifo
- Se procedió a abrir la llave
- El agua se dejó correr por unos segundos
- Se efectuó el llenado en un recipiente de vidrio ambar hasta las $\frac{3}{4}$ partes del volumen
- Sin tocar la boca del frasco se colocó la tapa
- Se rotuló
- Se colocó en la nevera con hielo para mantener refrigerada la muestra a 4°C.

Ensayos físico-químicos

- **Ensayos generales.** El recipiente se purgó con agua del grifo tres veces y luego se realizó el llenado. La muestra se identificó y se colocó el recipiente refrigerado a 4 °C
- **Compuestos Fenólicos.** El recipiente de un litro de capacidad se purgó tres veces con agua del sitio, posteriormente se realizó el llenado y se preservó adicionando Acido Sulfúrico hasta valor de pH menor a 2 Unidades. Esto se verificó con el potenciómetro. Se consignó la información pertinente en el rótulo. La muestra se colocó en la nevera de icopor con hielo para mantenerla a 4 °C.
- **Nitrógeno Amoniacal.** Se utilizó un recipiente de polietileno el cual se purgo con agua del sitio, enjuagando tres veces y se lleno. La preservación se efectuó adicionando Acido Sulfúrico hasta un valor de pH menor a 2 Unidades, lo cual se verifico realizando la medición con el potenciómetro y la muestra se identificó y mantuvo a 4 °C.
- **Grasas y Aceites.** Se lleno el recipiente de vidrio boca ancha de un litro de capacidad con el agua del sitio. Se preservó adicionando Acido Clorhídrico hasta un



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

valor de pH menor a 2 Unidades. La verificación del valor de pH se realizó con un potenciómetro marca Hanna. Se identificó y la muestra se refrigeró a 4°C

- **Hidrocarburos Totales.** El recipiente de vidrio ambar, se lleno con el agua del sitio y rotulo consignado la información necesaria para identificación y se mantuvo a 4 °C.
- **Pesticidas Organoclorados.** Se utilizó un frasco ambar de un litro de capacidad el cual se lleno en el sitio de toma de muestra, se rotulo y se refrigeró a 4 °C.

Todas las muestras se mantuvieron refrigeradas hasta su llegada al laboratorio.

6.6.1.7. Monitoreo calidad del aire

Con base en la revisión de estudios previos sobre el RSDJ y en el comportamiento meteorológico de la zona, se realizó el monitoreo de la calidad del aire identificando algunos compuestos químicos que pueden ser emitidos por un relleno, además se consideró la rosa de vientos, los periodos climatológicos y la normatividad existente en Colombia y de la OMS para comparar los resultados obtenidos e identificar qué tan afectado está el recurso y su posible efecto sobre la salud de las personas expuestas.

Las normas Colombianas o foráneas empleadas como herramienta de comparación para identificar los efectos sobre la salud fueron el Decreto 02 de 1982, con vigencia nacional que incluye además de los métodos aceptados para el monitoreo, los estándares de calidad del aire y la resolución 1208 de 2003, promulgadas por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente para el Distrito capital (DAMA) con vigencia en la ciudad de Bogotá. Estos incluyen los valores máximos y las técnicas aprobadas para las diferentes mediciones de la calidad del aire.

Además se establecieron los criterios para la selección del laboratorio con el cual se realizaron los análisis.

La Tabla 15 lista los valores máximos permitidos en la legislación regional y los establecidos como guía por la OMS. La norma local hace referencia a las condiciones propias del sitio en estudio considerando la presión y la temperatura, valores utilizados para modificar el valor de la norma. Para el cálculo del estándar local, se asumió la temperatura mínima registrada durante el tiempo de monitoreo: 14 °C y la presión promedio para Bogotá. En el caso de la presión atmosférica, se tomó el valor reportado por el altímetro a 2800 msnm, altitud promedio de los sitios monitoreados, el dato fue de 544.62 mmHg.

Tabla 15. Normas para Contaminantes Según la Fuente y Uso del Recurso Agua.

COMPUESTO	PERIODO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NORMA ²	NORMA	NORMA	OMS
-----------	---------	-------------	--------	--------------------	-------	-------	-----

² Resoluciones DAMA: No. 1208 del 2003². a 25 °C y 1 atm de presión.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

					LOCAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ³	LOCAL (ppb)	
SO₂	Anual	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días.	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	70.0	54.76	20.96	100-150
PM₁₀	Anual	Promedio aritmético de las concentraciones medias diarias en 365 días	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	55	43.02	--	40-60
CH₄		No tiene norma					
COV (BTEX)	30 min a 1 hora	Benceno	Anual	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4.0	3,13	(4,4-7,5) $\times 10^{-3}$ ⁴
		Tolueno	Anual	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	300	234,67	0.26 ⁵
		Xileno	24 horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	--	3,75 ⁶	0.87

³ Presión 544.62 mmHg y temperatura 14 °C.

⁴ (OMS) Unidad de riesgo, clasificación IARC: 1.

⁵ Norma OMS semanal.

⁶ La norma local de xileno se calculó a partir de la norma de la OMS.

Además de las concentraciones permitidas de contaminantes se incluyen los valores guía recomendados por la OMS para contaminantes no tradicionales, no cancerígenos y los niveles umbrales de efectos observables. Los contaminantes cancerígenos para los cuales no existen niveles umbrales se usaron las unidades de riesgo que permiten comparar el potencial cancerígeno con diferentes contaminantes como es el caso del Benceno.

6.6.1.8. Metodología del monitoreo de calidad del aire

El área de estudio se dividió en sub-áreas homogéneas buscando que los valores de la concentración medida de contaminantes fueran representativas de la situación existente en un radio fluctuante entre los (0.5 y 5.0) km, considerando entonces una escala local¹⁵⁶. Se ubicaron los equipos de tal forma que se pudiera identificar los efectos por la fuente de emisión y la presencia de otras fuentes como ladrilleras en las zonas expuesta y control, en ésta se buscó reproducir similares condiciones con la única diferencia de no exposición al relleno.

La orientación de los sitios de monitoreo la determinó la dirección predominante de los vientos que para el sector en estudio, según datos históricos (1998 al 2003) fue de sur-norte (56%) y sur-oeste (12%). En la Figura 4 se puede identificar el comportamiento del viento que fue similar para los 5 años analizados.

Tabla 16. Estadística sobre Velocidad y Dirección del Viento, Relleno Sanitario Doña Juana.

AÑO	Dirección Ppal.	Frecuencia (%)	Dirección 2ª.	Frecuencia (%)
1998	SUR	60%	SO	15
1999	SUR	66%	SO	11
2000	SUR	52%	SO	22
2001	SUR	61%	SO	18



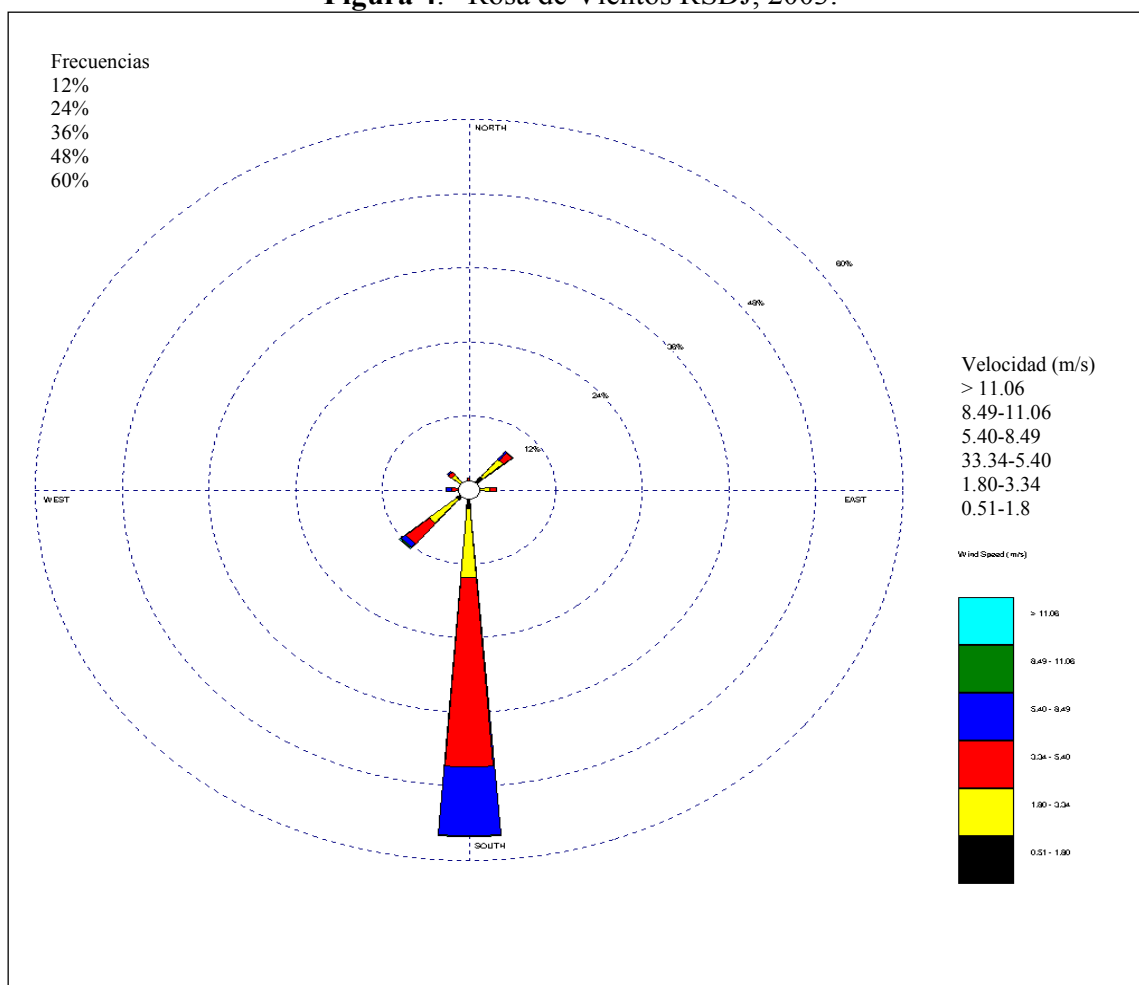
Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

2002	SUR	66%	SO	12
2003	SUR	56%	SO	12

Fuente: Proyecto monitoreo de gases, Universidad Nacional, 2004¹⁵⁷.

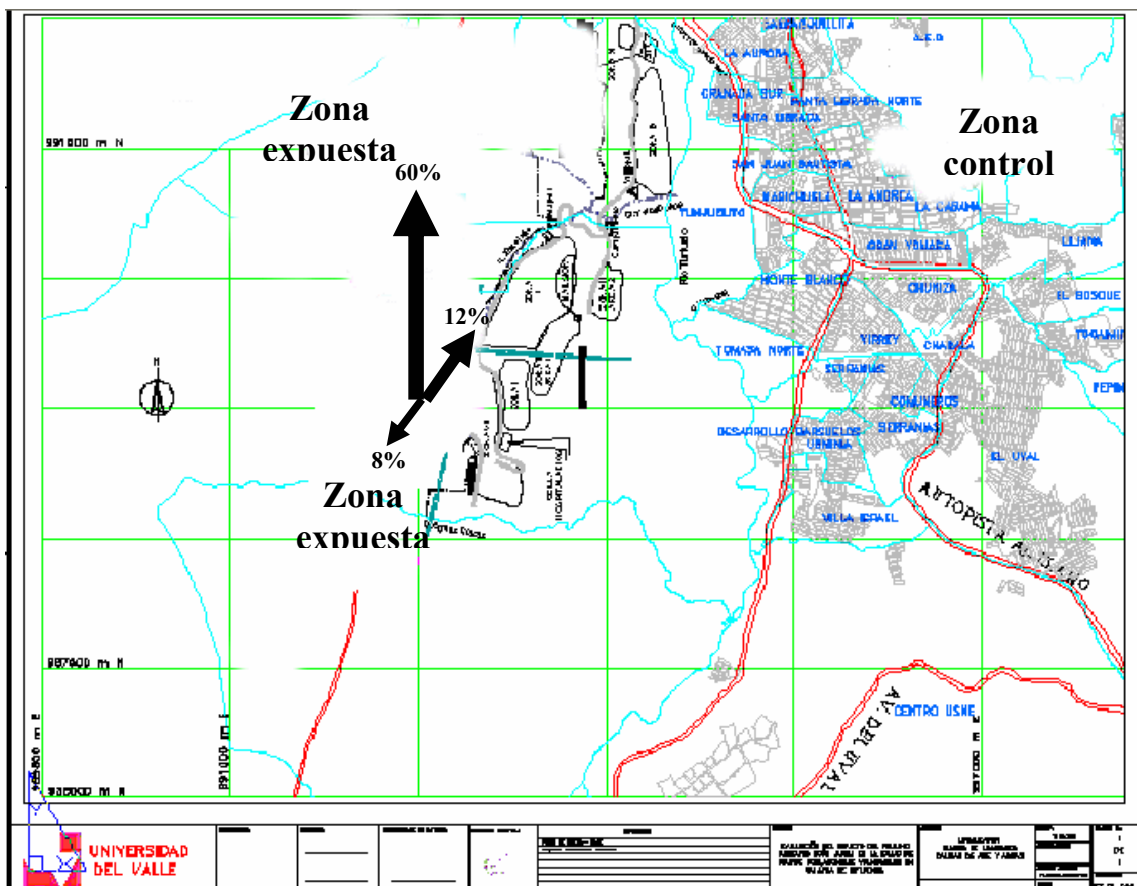
Con base en la literatura revisada respecto al monitoreo de calidad del aire para eventos que tengan relación con salud, se programó entonces realizar las mediciones durante un periodo de 6 meses, dado que los cambios estacionales en el área de estudio no son muy marcados.

Figura 4. Rosa de Vientos RSDJ, 2003.



Fuente: Universidad Nacional. Estudio de Vientos 2004. PROACTIVA.

Figura 5 Dirección Predominante de los Vientos en la Zona de Estudio



Considerando los costos del monitoreo discontinuo, se optó por realizar un monitoreo confirmativo, a través del cual se pudiera determinar los niveles de contaminación existentes en la zona de estudio en dos épocas críticas del año que incluyera verano e invierno y además se midió para una etapa climatológica intermedia.

El monitoreo se realizó en forma simultánea tanto en las zonas expuesta y control, con el fin de contrastar los resultados. En la selección de la zona control se tuvo en cuenta que su ubicación fuera en dirección contraria de los vientos predominantes.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Dado que en la zona expuesta existe la influencia de otra fuente importante de emisión como son las ladrilleras, se buscó en la zona control un sitio con presencia de ladrilleras para permitir en los análisis comparaciones validas entre las dos zonas.

6.6.1.9. Selección de los contaminantes a monitorear

La selección de contaminantes a monitorear, se hizo con base en los reportes publicados en la literatura acerca de los principales contaminantes generados en un RS y sus efectos sobre la salud, por tanto se seleccionaron los siguientes:

- Dióxido de azufre (SO₂)
- Metano (CH₄)
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV): representados en BETX (Benceno, Xileno y Tolueno).
- PM₁₀

La medición de los parámetros anteriores se efectuó tanto en zona expuesta como en zona control.

6.6.1.10. Ubicación de los puntos de monitoreo

Con base en las consideraciones mencionadas y a través de visitas de campo, los sitios escogidos para realizar el monitoreo de la calidad del aire en las zonas expuesta y control se incluyen en la Tabla 17, en ella se indican sus coordenadas, su altitud, su distancia del centro y de la Zona VIII del RSDJ.

La Zona Expuesta la conforman los sitios denominados: CED Mochuelo Bajo próximo a ladrilleras, CED Mochuelo Alto, vivienda anexa a la Zona VIII, sin embargo debido a problemas administrativos no se midió al interior del relleno.

En la zona control los sitios seleccionados fueron:

1. Santa Isabel: una vivienda en un sector donde hay presencia de ladrilleras.
2. Arizona: Jardín Infantil Casa Vecinal Olivares.
3. Betania: Colegio Tejares

Tabla 17. Ubicación de los puntos de monitoreo de Calidad del Aire Zona Expuesta y Zona Control.

PUNTO N°	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS		ALTITUD (msnm)	DISTANCIA (m)
		NORTE	OESTE		
1	Centro Educativo Distrital Mochuelo Alto	4°29'29.3"	74°09'05.3"	3015	1200
2	Centro Educativo Distrital Mochuelo Bajo	4°31'39.62"	74°10'14.85"	2925	1050



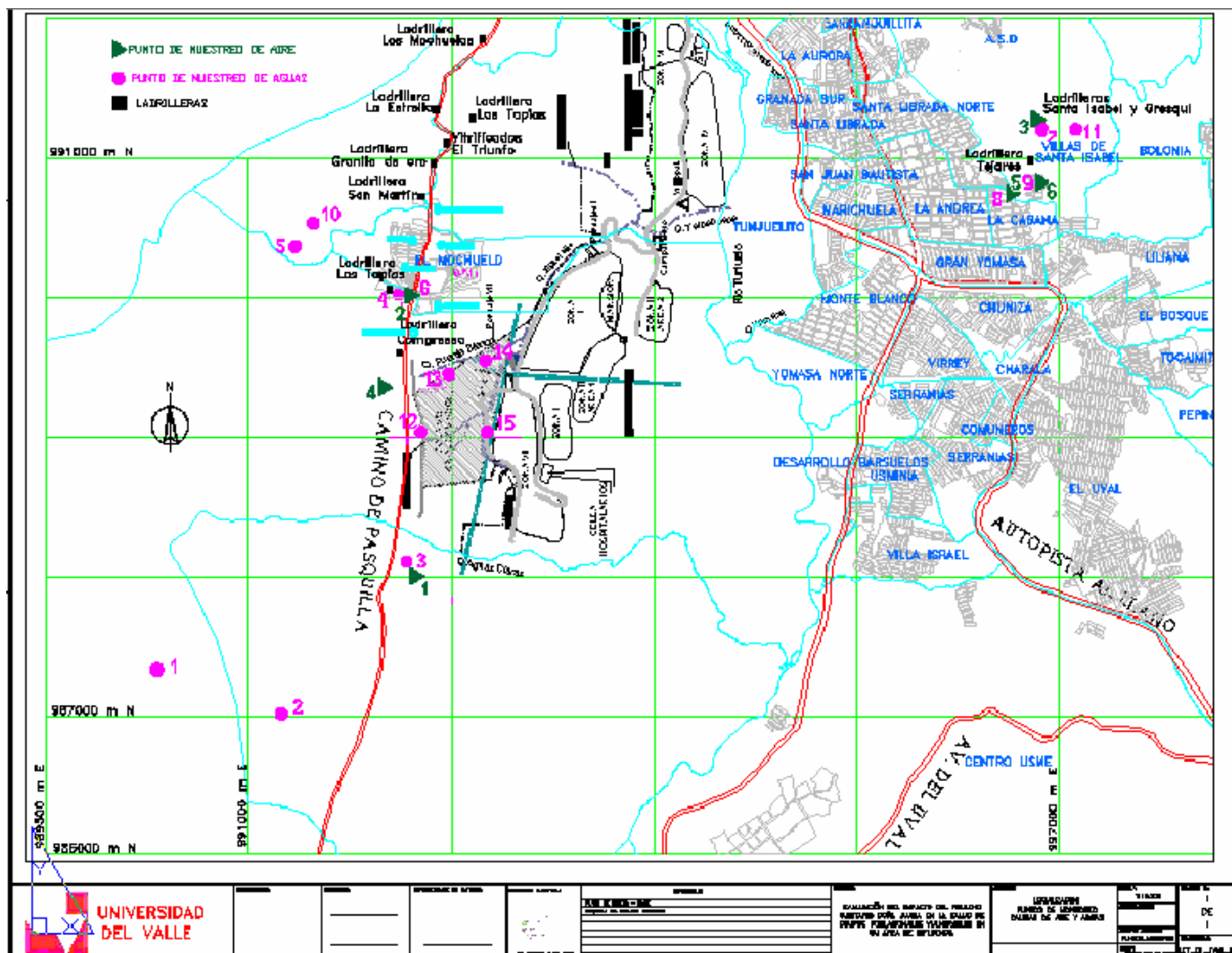
Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

3	Casa ubicada en el barrio Villas de Santa Isabel (Kr 5 este N° 74F-05 sur Int. 4)	4°31'10.2"	74°06'32.8"	2805	4875
4	Casa de José Ignacio Rivera (Mochuelo Bajo)	4°30'10.10"	74°09'10.89"	2960	600
5	Centro Educativo Distrital Tejares, Arizona	4°30'57.7"	74°06'42.6"	2780	4500
6	Casa Vecinal Olivares (Kr 4B este N° 75B-80 sur) Betania.	4°30'58.2"	74°06'35.9"	2800	4650

En la Figura 5, se visualizan los sitios donde se realizaron los monitoreos de la calidad del aire en las zonas Expuesta y Control” y la Zona VIII del RSDJ.

En el mapa los puntos de color fucsia indican los sitios de monitoreo de aguas, los verdes los sitios para muestreo de aire. La zona coloreada en gris representa la Zona VIII del relleno de Doña Juana.

Figura 6. Ubicación de los sitios de monitoreo de calidad del agua en la zona de estudio.



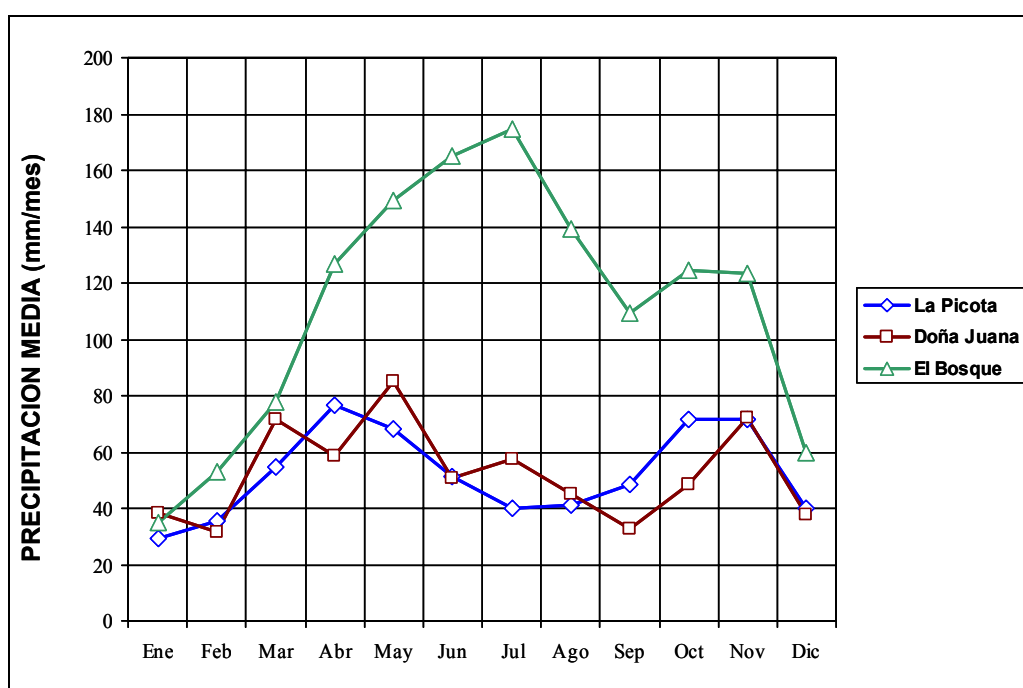
6.6.1.11. Número de muestras

El número de muestras se estableció con base en la ubicación de la población respecto a la dirección predominante del viento, similar topografía y uso del suelo (rural, urbano, industrial), fuentes de emisión de contaminantes (existencia de ladrilleras) y condiciones meteorológicas y climatológicas similares. Con base en lo anterior fueron seleccionados seis (6) puntos para monitoreo, dos en la zona expuesta (Mochuelo Alto y Bajo con

ladrillera) y un punto cerca de la zona VIII del RS, para un total de 3 puntos en zona expuesta; mientras en la zona control se ubicaron tres (3) puntos de muestreo uno en cada sector escogido.

Para determinar el periodo climatológico durante el cual tomar las muestras, se empleó la información sobre pluviosidad descrita en el “Estudio de Impacto Ambiental Relleno Sanitario Doña Juana, Zona VIII. Sep. 2000”, cuyos resultados se indican en la Figura 6.

Figura 7. Precipitación media en la Estación Meteorológica de Doña Juana, 2000.



Con base en esto, los periodos identificados para realizar los monitoreos de calidad del aire correspondientes a las épocas de transición o intermedia (invierno a verano) fueron los meses de agosto, para el invierno Octubre a Noviembre y para el verano el mes de Enero de 2006.

La captura de muestras tuvo una duración de 10 días continuos en periodos de 24 horas para PM_{10} y SO_2 , mientras que para COV (BTEX) y CH_4 fluctuó entre 30 minutos a 1 hora. Se buscó obtener información sobre el comportamiento de los contaminantes con base en las variaciones meteorológicas y los días de la semana, debido a su influencia en los patrones de emisión, y a las variaciones dentro de las actividades productivas en sus diferentes procesos y épocas del año.



La frecuencia del monitoreo indica el número de muestras que se tomaron en el intervalo de tiempo seleccionado. Dado que el monitoreo fue discontinuo y con el objetivo de obtener representatividad se requirió reproducir promedios diarios efectuando por lo menos 5 mediciones al mes en diferentes días de la semana. Entre los 6 meses programados para el estudio epidemiológico, se seleccionaron tres meses y se tomaron 30 muestras por sitio de monitoreo, obteniendo 180 muestras para el área de estudio.

6.6.1.12. Procedimiento para la toma de muestras

- **Material Particulado PM₁₀**

Este muestreo se realizó con un medidor calibrado de PM₁₀, que succiona el aire exterior y lo pasa a través de un filtro de fibra de cuarzo capaz de retener partículas entre 0.1 y 10 micras a una tasa de flujo oscilante entre 1.13 y 1.7 m³/min. La concentración de partículas se determina por gravimetría y los registros del volumen de aire succionado, corregido a las condiciones de presión y temperatura del sitio. El monitoreo se realizó durante 24 horas continuas.

- **Dióxido de azufre**

El método de determinación es el colorimétrico con pararosanilina. Para la evaluación se utilizó un equipo muestreador de gases que se dispuso en el punto de muestreo, a una temperatura no mayor a 20 °C. El límite de detección es de 5 µg/m¹⁵⁸.

Los equipos utilizados para los muestreos consisten en una bomba de succión, burbujeadores de polipropileno con soluciones absorbentes, dispositivos de control de flujo mediante orificios críticos debidamente calibrados, filtros de retención de partículas para protección de regulador de flujo. El monitoreo se realizó durante 24 horas continuas.

- **Metano y Compuestos orgánicos volátiles**

Se realizó la toma de muestra mediante una bomba de vacío en una bolsa tedlar de 24 litros de capacidad, a una tasa de flujo constante de 0.4 l/min, durante una hora. La muestra compuesta se deposita en otra bolsa tedlar de 1 litro de capacidad, con el contenido de la muestra homogenizada de la bolsa anterior. Esta nueva bolsa se rotula y se envía al laboratorio para su análisis con el cromatógrafo de gases. Estas muestras se tomaron diariamente alternando los horarios entre las 6:00 y las 09:00 horas, las 10:00 y las 13:00 horas y las 15:00 y las 18:00 horas, para lograr una cobertura completa de las horas diurnas a través de los 10 días de monitoreo, para determinar la probable influencia de los cambios de la temperatura ambiente.

6.6.2. Objetivo 2: Determinar la ocurrencia de eventos adversos en salud en niños de 0 a 3 años; de 1 a 5 años; y adultos mayores de 50 años residentes en el área de influencia del RSDJ y en un área control.



Objetivo 3: Establecer el efecto de la contaminación atmosférica y del agua en la salud de niños de 0 a 3 años; 1 a 5 años; y adultos mayores de 50 años residentes en el área.

Para el cumplimiento de estos dos objetivos se seleccionaron eventos en salud potencialmente asociados a la exposición al RS de acuerdo a la literatura y según los 3 grupos de población “vulnerable”. A continuación, se presenta la metodología desarrollada en los dos grupos de niños y en el de adultos:

Niños de 0-3 y 1-5 años

Variables resultado:

En estos 2 grupos se midieron 3 variables que miden efectos sobre la salud: a) Crecimiento b) Enfermedad Diarreica Aguda y c) Presencia de síntomas respiratorios.

- a. Crecimiento. Se evaluaron el peso y la talla al momento de la captación y posteriormente cada 3 meses durante los 6 meses de seguimiento en los niños entre 0 y 3 años.
- b. Enfermedad Diarreica Aguda. Se evaluó la incidencia de diarrea en las zonas expuesta y control en los niños entre 1 y 5 años. Se estableció la presencia o ausencia de EDA durante el seguimiento y el número de episodios entre los niños expuestos y no-expuestos.
- c. Presencia de síntomas respiratorios. Se determinó la ocurrencia de síntomas respiratorios en niños entre 1 y 5 años a través del auto-reporte mensual de los padres y/o adultos responsables del menor. Se estableció la ocurrencia de síndromes respiratorios específicos (asmatiformes, bronquíticos, de vías aéreas superiores) y el número de síntomas presentes por cada episodio de enfermedad durante los 6 meses de seguimiento.

Variables independientes:

- a. Familiares
 - Identificación
 - Ocupación de los padres
 - Nivel educativo de los padres
 - Número de personas a cargo
 - Número de personas en la familia
 - Número de personas que trabajan
 - Tabaquismo en padres
 - Número de habitaciones en el hogar
 - Tiempo de residencia en la zona
 - Servicios públicos



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Características de la vivienda

Estrato socioeconómico

b. Ambientales

Calidad del aire

Cercanía a ladrilleras

c. Individuales

Edad

Sexo

Etnia

Peso y talla al nacer

Duración de la lactancia exclusiva

Duración de la lactancia no exclusiva

Recolección de datos:

Las variables resultado se midieron siguiendo procedimientos estandarizados:

- a. Crecimiento. Las variables talla y peso se recolectaron de manera prospectiva y por seis meses. Se utilizó un tallímetro de madera para medir en decúbito supino la estatura de los niños de 18 o menos meses mientras que en los mayores de 24 meses la medición se hizo de pie. El peso se midió en una balanza mecánica debidamente calibrada.
- b. Enfermedad diarreica aguda. La ocurrencia de episodios de EDA se determinó según criterios estándares (aumento en el número de deposiciones y/o cambio en la consistencia).
- c. Síntomas respiratorios. Esta variable se midió prospectivamente durante seis meses utilizando un cuestionario estandarizado, previa prueba piloto del mismo¹⁰⁴.

Las variables independientes sobre características familiares e individuales se midieron mediante entrevista cara a cara utilizando un cuestionario estructurado y después de ser validado por una prueba piloto.

Los detalles de los procedimientos, se anexan al final de este documento en el Manual de Procedimientos, que fue construido para tal fin antes de iniciar el trabajo de campo, y que sirvió de guía para el desarrollo de todas las actividades en terreno.

Adultos > 50 años

Variables resultado



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

En este grupo de edad se midieron 3 variables que miden efectos sobre la salud: a) Síntomas respiratorios auto percibidos b) Volumen espiratorio forzado medido por flujo espiratorio pico y c) Calidad de vida relacionada con salud.

- a. Síntomas respiratorios auto-percibidos. Esta variable midió la ocurrencia de síntomas respiratorios en los mayores de 50 años a través de un auto-reporte mensual durante seis meses. Se evaluaron diferencias en la incidencia y en el número de síntomas respiratorios entre adultos expuestos y no-expuestos.
- b. Flujo espiratorio máximo o pico medido con Pocket Peak Hudson®. Esta variable se midió de manera repetida durante el seguimiento para determinar este parámetro de la función pulmonar de cada individuo y evaluar diferencias entre los adultos expuestos y no-expuestos.
- c. Calidad de vida relacionada con salud. Utilizando un instrumento estandarizado (SF36) se estableció el grado de bienestar percibido por los individuos, específicamente el bienestar generado desde factores relacionados con la salud. Esta medición se ejecutó al inicio y en dos ocasiones más durante el seguimiento, con el fin de evaluar su asociación con la exposición y con los cambios posibles en el estado de salud.

Variables independientes

- a. Individuales
 - Edad
 - Sexo
 - Nivel educativo
 - Ocupación
 - Etnia
 - Co-morbilidad
 - Tabaquismo
 - Tiempo de residencia en la zona
 - Número de personas a cargo
- b. Familiares
 - Número de habitaciones en el hogar
 - Número de personas en la familia
 - Número de personas que trabajan
 - Servicios públicos
 - Características de la vivienda
 - Estrato socioeconómico
- c. Ambientales
 - Calidad del aire
 - Cercanía a ladrilleras

Recolección de datos



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Las variables resultado se midieron siguiendo procedimientos estandarizados en el grupo expuesto y en el grupo control:

- a. Síntomas respiratorios auto-percibidos. Para la medición de esta variable se utilizó un cuestionario estructurado y validado en una prueba piloto.
- b. Flujo espiratorio máximo o pico medido con Pocket Peak Hudson®. Se utilizó un medidor de pico-flujo portátil para medir el Flujo Espiratorio Máximo de manera ambulatoria.
- c. Calidad de vida relacionada con salud. Se utilizó la versión en español validada para Colombia del instrumento SF-36¹⁵⁹.

Las covariables familiares e individuales se midieron mediante entrevista cara a cara utilizando un cuestionario estructurado y después de ser validado por una prueba piloto.

Todos los detalles de los procedimientos desarrollados en los adultos mayores de 50 años se describen en detalle en el Manual de Procedimientos.

La variable “cercanía a ladrilleras” se construyó basada en una cercanía aproximada del barrio a la ladrillera, con base en esta aproximación se consideraron como barrios altamente expuestos aquellos en los cuales tuvieran una o más ladrilleras en su área; medianamente expuestos los barrios cuya ladrillera más cercana se encontrara en el barrio contiguo y baja exposición a ladrilleras aquellos barrios cuya ladrillera más cercana se ubicara a 2 o más barrios contiguos.

6.6.3. Objetivo 4. Determinar los costos directos e indirectos generados por la presencia de síntomas respiratorios en poblaciones de 1 a 5 años expuestas y no-expuestas a los contaminantes generados por el RSDJ.

Se realizó un análisis de los costos directos e indirectos en el grupo familiar de los individuos incluidos en la cohorte. Se obtuvieron los costos generados por la presencia de síntomas respiratorios en las poblaciones expuestas y no-expuestas durante cada visita de seguimiento, disminuyendo así la posibilidad de sesgos de memoria.

Variables de costos

Estas variables se midieron en el nivel familiar y correspondieron a los costos directos e indirectos, generados por la presencia de síntomas respiratorios, en los grupos de 1 a 5 años.

Como costos directos se consideraron los asumidos por las familias para la compra de medicamentos, la realización de remedios caseros, el pago de consultas y exámenes y el transporte generado en este proceso de solución de los síntomas. Como costos indirectos se consideraron el ingreso perdido por los días dedicados al cuidado del menor por parte de un



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

adulto. Se incluyeron además los días de escolaridad perdidos, aunque a éstos no se les asignó un valor económico en particular. La suma de los costos directos e indirectos correspondió a los costos totales generados por la presencia de síntomas respiratorios.

Variables independientes

Como variables independientes se incluyeron el nivel de ingresos familiares, medido en rangos de \$100.000; el tamaño de la familia; el número de personas de la familia que generan ingresos y el régimen de afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS).

Teniendo en cuenta que la co-morbilidad podía introducir un sesgo en la comparación de los costos generados, entre expuestos y no-expuestos, esta variable fue medida y utilizada en el análisis para controlar al realizar la medición de los costos.

Adicionalmente, el acceso diferencial a los servicios de salud entre expuestos y no-expuestos, podría inducir un sesgo en la medición de los costos asociados a los síntomas respiratorios. Para controlar este potencial sesgo se controló en el análisis estratificando y con modelos de regresión múltiple, incluyendo variables de necesidad percibida de atención en salud y de uso efectivo de los servicios de salud.

Recolección de información

Para recolectar la información, se diseñó un cuestionario, el cual fue validado antes de su aplicación.

Las variables de costos se midieron mensualmente durante 6 meses en el grupo expuesto y en grupo control. Los cuestionarios fueron administrados por encuestadoras previamente capacitadas y entrenadas, con el objetivo de asegurar la estandarización del proceso de recolección de los datos. Los datos de costos fueron obtenidos por auto-reporte, tanto de los menores como de sus adultos responsables.

Con el fin de captar posibles variaciones en los niveles de ingresos y en la afiliación a los SGSSS, estas variables fueron recolectadas en cada una de las mediciones realizadas mensualmente. Las variables de características socio-económicas se recolectaron al momento del ingreso al estudio, mientras que las variables de necesidad percibida de atención en salud y de uso efectivo de los servicios de salud se midieron mensualmente.

6.6.4. Objetivo 5. Describir el impacto auto-percibido en salud y en el ambiente físico y social del RSDJ.

Se realizó un estudio de caso de tipo cualitativo ¹⁶⁰ con el fin de indagar acerca de cómo la población que habita la zona aledaña (expuestos) al RSDJ, evalúa su propia salud en



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

relación a otros de su misma edad, o bien con su propio estado anterior o habitual de salud, y el ambiente físico y social en el que residen.

Dado que se buscaba confirmar o verificar hipótesis siguiente: Los residentes aledaños al RSDJ consideran que el Relleno les afecta de manera negativa su salud y el ambiente físico y social, se profundizó en explorar cómo y por qué perciben que el RSDJ les afecta su salud y el ambiente físico y social. Por lo tanto, se indagaron aspectos relacionados con:

- Características del ambiente físico
- Disponibilidad de ambientes saludables
- Provisión de servicios públicos
- Características socio-culturales del sector
- Reputación del barrio
- Estado de salud y razones de ellos

Para la recolección de la información se usó la técnica de grupo focal. En total participaron 25 personas residentes de las zonas de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo. Para el análisis de la información fue necesaria la transcripción textual de las grabaciones de los grupos focales y posteriormente se procedió a la codificación y organización de los datos; la identificación y codificación de categorías emergentes y; la explicación y exposición de los hallazgos.

La codificación de la información se hizo de forma manual y con un programa de computador para análisis de datos cualitativos. Se realizó la triangulación de investigadoras y la validación y complementación de los hallazgos con los participantes.

6.7. Actividades de difusión sobre los objetivos y alcances del proyecto.

Se realizaron las siguientes actividades:

6.7.1. Reuniones con la comunidad:

Con el fin de orientar las reuniones con las comunidades expuestas al RSDJ, se diseñó una guía para la presentación de los objetivos del estudio y, de manera detallada, los momentos a desarrollar en cada reunión. La guía, además de que permitió tener claridad sobre la información que se divulgaba a la comunidad, también fue útil para apoyar las reuniones comunitarias que la supervisora de campo del estudio desarrolló. Se diseñaron dos formatos de reporte de esta actividad.

6.7.2. Talleres con líderes comunitarios:

Para el trabajo con líderes comunitarios se diseñó una guía de taller, en la cual se buscó profundizar en los aspectos metodológicos de la investigación que la Universidad del Valle estaba desarrollando en el RSDJ. En este caso, interesaba que los líderes fueran “voceros”



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

del proyecto ante las comunidades. Los talleres también fueron espacios para negociar o discutir propuestas, con quienes poseen la representación formal o no formal de las comunidades involucradas en el desarrollo del proyecto.

En cada taller se entregó a los líderes un texto que presentaba de manera sencilla el proyecto.

Los talleres se desarrollaron de manera satisfactoria siguiendo la guía diseñada para tal fin. Hubo buen nivel de participación y se entregó copia del texto resumen del proyecto a los asistentes.

Los participantes solicitaron disminuir la edad de los adultos que entraran en el estudio (incluir personas de 50 años en adelante), e incluir niños y niñas menores de un año en la muestra para las mediciones de síntomas respiratorios. Se enfatizó que en el estudio serán incluidas personas que tienen residencia de mucho y poco tiempo en la zona.

6.8. Selección y capacitación del personal de campo.

Para el desarrollo de las actividades de recolección de información del proyecto se seleccionaron los miembros del equipo encargados del trabajo en terreno.

Se contrató una trabajadora social que planificó y supervisó la ejecución de la recolección de información y apoyó las actividades con la comunidad. Para la recolección de la información se seleccionaron y capacitaron 8 auxiliares de enfermería con experiencia en el desarrollo de trabajo comunitario y encuestas. Ellas recibieron entrenamientos en cada uno de los procedimientos del trabajo de campo.

Las auxiliares de enfermería seleccionadas para conformar el equipo de campo recibieron un entrenamiento en cada uno de los procesos del proyecto. La capacitación se realizó entre los días 4 y 7 de abril en jornada continua, en donde se contó con la participación de las siguientes personas:

- Epidemiólogos del Equipo investigador
- Supervisor del trabajo de campo
- Coordinadora del trabajo de campo
- 9 encuestadoras

Las encuestadoras recibieron entrenamiento en la aplicación y ejecución de los siguientes instrumentos y mediciones:

- Encuesta Síntomas Respiratorios (IRA) y Costos en población Pediátrica
- Encuesta Peso y Talla en población Pediátrica
- Encuesta Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) en población Pediátrica
- Encuesta Síntomas Respiratorios y Calidad de Vida en adultos mayores



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

- Medición de Flujo Espiratorio Pico en población adulta
- Medición de Peso y Talla en niños y adultos

Las actividades desarrolladas durante la jornada de capacitación consistieron en:

Capacitación en los Instrumentos de recolección de Información:

- Presentación al equipo de trabajo de campo los objetivos de la investigación.
- Se resaltó la importancia de la recolección de información y de las funciones de las encuestadoras, como insumo básico de la investigación.
- Presentación y discusión de los aspectos generales del consentimiento informado.
- Discusión del modo de presentación a los participantes antes de iniciar la encuesta y la finalización de la misma con establecimiento de hora y fecha de la siguiente visita.
- Discusión detallada del instrumento de recolección de información que incluyó:
 - Presentación de la intención de cada pregunta y distinción de cada una respecto a la evaluación de exposición, las covariables y el principal evento de interés.
 - Presentación de las posibles situaciones que pueden presentarse al formular cada una de las preguntas y las posibles soluciones.
 - En las preguntas que hacen referencia a eventos en salud síntomas respiratorios, se definió para cada uno que es aceptado como respuesta correcta (o que mejor se acerca a la identificación del mismo) por parte del participante.
 - Se hicieron correcciones inmediatas que surgieron durante la presentación de las preguntas.
 - Se confirmó el uso del lenguaje apropiado para la zona usado en el fraseo de las preguntas.
- Se hizo presentación general y de los puntos relevantes del Manual de Procedimientos Operativos Estandarizados establecido para las encuestas.
- Se desarrolló la metodología Juego de Roles con el objetivo de recrear situaciones hipotéticas problemáticas que pudieran presentarse durante la recolección de información, con el objetivo de plantear las posibles soluciones.
- Se realizó co-evaluación y evaluación a cada una de las encuestadoras en relación con su desempeño en el juego de roles, resaltando debilidades y fortalezas en la aplicación del instrumento.
- Finalmente se hizo una discusión de preguntas adicionales.

Capacitación en Medición de Flujo Espiratorio Pico:

Durante la jornada se realizó la capacitación en la medición de Flujo Espiratorio Pico (PEF), las actividades desarrolladas consistieron en:

- Presentación al equipo de trabajo de campo los objetivos de la investigación en la medición de FEP en la población > 50 años.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

- Introducción general a la espirometría y a los resultados medidos a partir de ésta, definición del Flujo espiratorio pico o máximo, a que medida de la función pulmonar corresponde, cuáles son las principales patologías que pueden alterarlo, cómo identificar sus alteraciones.
- Se definió cuál es el equipo y material necesario para realizar la medición, el funcionamiento del mismo y se explicaron las partes del medidor.
- Se discutió el Manual de Procedimientos Operativos Estandarizados diseñado para medición de PEF, que incluye descripción de los procedimientos paso a paso necesarios para una adecuada medición de PEF.
- Se realizó metodología Juego de Roles para la aplicación práctica de la medición con el procedimiento detallado, recreando situaciones hipotéticas problemáticas durante el trabajo de campo, contando con la participación de cada una de las encuestadoras.
- Se realizó co-evaluación y evaluación a cada una de las encuestadoras en relación con su desempeño en el juego de roles, resaltando debilidades y fortalezas en la aplicación de la medición.
- Finalmente se hizo una discusión de estrategias adicionales a tener en cuenta durante la medición con los participantes.

El día viernes 7 de Abril se realizó la misma actividad de medición PEF en una zona de la ciudad, en donde se hizo un entrenamiento con comunidad, en total se contó con la participación de 6 personas > de 50 años, a los cuales se les realizó la medición. Dicha actividad permitió identificar situaciones adicionales presentes durante la medición y se plantearon las soluciones a tales problemas.

Con esta práctica adicional se definió la necesidad de un entrenamiento individual de cada una de las encuestadoras con la colaboración de la supervisora del trabajo de campo.

Capacitación en Medición de Peso y Talla:

- Presentación de equipos de trabajo (balanzas y tallímetros).
- Se hizo una introducción a los aspectos generales de la antropometría en la valoración nutricional.
- Caracterización de la población a estudio.
- Se discutieron los indicadores antropométricos, las unidades de medida, precisión de las medidas, curvas de referencia.
- Se desarrolló el proceso de calibración de equipos y se determinó la frecuencia de calibración.
- Se discutió el Manual de Procedimientos Operativos Estandarizados diseñado para medición de peso y talla, que incluye descripción de los procedimientos paso a paso necesarios para una adecuada medición.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

- Finalmente se realizó la actividad Juego de Roles y práctica de medición en peso y talla, en donde se contó con la participación de población pediátrica.

Adicionalmente, durante los días 14 y 15 de Abril se desarrollo la prueba piloto de los instrumentos diseñados para la recolección de la información dentro del estudio.

Durante la primera jornada se probaron los instrumentos correspondientes a Encuesta de peso y talla, encuesta de síntomas respiratorios y costos, encuesta de enfermedad diarreica aguda y encuesta síntomas respiratorios y calidad de vida.

El proceso realizado permitió identificar dificultades tanto en el abordaje del informante como del manejo de los instrumentos. En cuanto al primer aspecto se identificó:

- Dificultad en el proceso de presentación de las encuestadoras y del objetivo de la encuesta al igual que explicación poco clara de los procedimientos a realizar en cada uno de los casos. Frente a este aspecto se recalco bastante la fluidez, seguridad y conocimiento que debe tener cada una de ellas frente al estudio que se está realizando en lo que respecta a sus responsabilidades inmediatas, se realizaron ejercicios tendientes a fortalecer el desempeño y se observaron al final de la jornada resultados positivos en cuanto al manejo de estos aspectos. Continuará reforzándose el abordaje de los encuestados y la aplicación adecuada del consentimiento informado.
- Definitivamente se debe disponer de tiempo suficiente para la realización de la toma de peso, talla y pico flujo ya que se torna dispendioso para el entrevistado prepararse o preparar al niño para la toma correspondiente.
- Se identificó que era necesario informar a la madre con anterioridad acerca del procedimiento para tomar talla y peso debido a la angustia que este genera en el momento de la medición.
- Se realizó un trabajo de socialización de la experiencia de la prueba piloto con las encuestadoras de manera tal que se identificaran fortalezas y debilidades que debían ser analizadas para el mejoramiento del proceso.
- La toma de pico flujo es una de las actividades más complejas para las encuestadoras ya que demanda de ellas una atención total del encuestado para hacer la toma, las personas mayores tienen dificultad para entender las explicaciones y para seguir la instrucción por lo que las auxiliares deben esmerarse de manera importante en este momento del operativo.
- En cuanto a la toma de talla y peso se logró realizar variados ejercicios que afianzaron el procedimiento y permitieron detectar errores para aplicar los correctivos correspondientes.

Esta prueba piloto permitió identificar las fortalezas, debilidades de las encuestadoras y los puntos en donde había que ser más cuidadosos durante el trabajo de campo.



6.9. Manual de procedimientos operativos.

El manual de procedimientos se compone de todos los Procedimientos Operativos Estandarizados (POE/SOP) que dan cuenta del qué, quién, cuándo y cómo se realizaron cada una de las actividades del proyecto. El manual lo construyó el equipo investigador antes del inicio de las actividades de campo.

Este documento fue fundamental para desarrollar el control de calidad al desarrollo de la metodología propuesta.

6.10. Instrumentos de recolección de información.

Para la prueba de los instrumentos se identificaron los siguientes grupos de poblaciones que eran importantes, definiéndolos en términos de sexo y edad, así:

Para el instrumento a aplicar en mayores de 50 años se entrevistaron hombres y mujeres entre 50 y 65 años, y hombres y mujeres mayores de 65 años.

En el caso de los instrumentos para población menor de 5 años, se decidió que sólo se entrevistarían mujeres, pues la literatura ha reportado que son las mujeres las que predominantemente son las cuidadoras de los niños. Se trató que fuesen mujeres cuidadoras menores de 18 años, entre 18 y 35 años, entre 35 y 65 años y mayores de 65 años.

Se habló con todo el grupo de investigadores sobre las intenciones de las preguntas y esto fue tenido en cuenta en la prueba de los instrumentos. Se realizó toda la entrevista y se identificaron las preguntas problemáticas. Sobre éstas, las investigadoras se detuvieron e hicieron una indagación más profunda, utilizando la técnica de entrevista cognitiva, así:

- Pensar en voz alta.
 - Se le dieron al entrevistado las siguientes instrucciones: ‘Dígame en sus propias palabras lo que acabo de preguntarle.’ (ya fuera la pregunta o la opción de respuesta) ‘Cuénteme para usted qué significa...’
- Prueba verbal.
 - Se hicieron preguntas que indagaron la comprensión de las preguntas o coherencia de las respuestas.
- Etnografía
 - Se hicieron preguntas abiertas sobre aspectos de percepciones, intenciones y prácticas, relacionadas con las preguntas y que mejoran el fraseo de las preguntas o de las opciones de respuesta.

Se solicitó consentimiento informado verbal (investigación con riesgo menor que el mínimo) y se grabaron las entrevistas. Estas fueron escuchadas por las entrevistadoras en el proceso de análisis y ajuste de cada pregunta. Las entrevistadoras fueron investigadoras con



formación de magíster en epidemiología y salud pública y con experiencia en realización de grupos focales y entrevistas semi-estructuradas.

Todas las entrevistas cognitivas se hicieron en la ciudad de Bogotá, en un área de la localidad de Usme en barrios no incluidos en el estudio, y que tiene condiciones similares al área seleccionada para la investigación. Los datos sociodemográficos principales de los participantes se resumen en la siguiente Tabla:

Tabla 18. Distribución por sexo, edad y escolaridad de los individuos en la prueba piloto

Sexo	Edad	Escolaridad	Encuesta
Masculino	80	4 años de primaria	Encuesta > 50 años
Masculino	44	4 años de primaria	Encuesta > 50 años
Fmenino	68	3 años de primaria	Encuesta > 50 años
Femenino	48	4 años de primaria	Encuesta < 5 años
Femenino	74	1 años de primaria	Encuesta < 5 años
Femenino	52	5 años de primaria	Encuesta < 5 años
Femenino	33	4 años de primaria	Encuesta < 5 años
Femenino	19	4 años de bachillerato	Encuesta < 5 años
Femenino	17	6 años de bachillerato	Encuesta < 5 años

6.10.1. Resultados de la prueba piloto

Criterios de selección de quién debe responder

- Se encontró que las personas mayores de 50 años no conocían aspectos claves que se preguntaban acerca del niño y de los parientes del mismo (lactancia, vacunación, escolaridad y ocupación de la madre y del padre, etc.).
- También se encontró en estas personas mayores de 50 años que había dificultades en la comprensión de las preguntas, ya fuera por la baja escolaridad o por la edad.
- Otro hallazgo fue la dificultad de las personas que no conviven con el niño para detectar los eventos de salud a indagar, pues no están en contacto constante con éste.
- Se sugirió que los criterios de inclusión de quienes deben responder sean: edad (cuidadores menores de 50 años), sexo (mujeres), parentesco (madre o cuidadora que viva con el niño), residencia (que viva con el niño).

Orden de las preguntas y de las opciones de respuesta:

1. Se sugirió que el orden de las opciones de respuesta de SÍ y NO sea primero el SÍ y luego el NO para evitar confusiones al encuestador.
2. Se sugirió manejar una buena secuencia de preguntas según temáticas para evitar confusiones o sesgar respuestas.



Términos utilizados en las preguntas:

1. Se encontraron términos confusos y diferentes formas de referirse a un mismo concepto.
2. Se sugirió revisar y ajustar las preguntas de difícil comprensión y homogenizar la forma de decir el mismo concepto.
3. A lo largo de un mismo cuestionario se encontraron diferentes formas de expresar la dimensión temporal solicitada, por ejemplo: ‘los últimos 12 meses’, ‘los 12 meses previos’, ‘el último año’. Esto generaba confusión en el entrevistado y fue corregido.
4. Se sugirió homogenizar las dimensiones temporales requeridas en las preguntas.

Subtítulos e instrucciones

- Los cuestionarios tenían demasiados subtítulos. Se sugirió quitar algunos de éstos, pues podían sesgar las respuestas del entrevistado y aumentar el tamaño del instrumento.
- Se encontraron instrucciones que eran poco comprensibles e innecesarias. Se sugirió cambiar la redacción de algunas frases y eliminar otras que no eran pertinentes.

En síntesis, como resultado del proceso de prueba se obtuvo una segunda versión de los instrumentos con los siguientes ajustes:

- Cambio en el fraseo de las preguntas.
- Cambio en las escalas de respuesta para que sean más comprensibles.
- Eliminación de textos con dobles negaciones o que generen dificultad en la comprensión.

Esta segunda versión de los instrumentos fue llevada a la prueba piloto con las encuestadoras para los ajustes finales y su utilización en la investigación.

6.11. Procedimientos para la administración de los datos.

Se elaboró un procedimiento operativo estándar que describe las actividades de captura, control de calidad y reporte de los datos.

Con base en las formas para la recolección de los datos y el POE de administración de datos, se diseñó una base de datos utilizando el manejador de bases de datos Microsoft® Access 2000, que consta de distintas tablas relacionadas entre sí; para cada forma se crea entonces una tabla donde se define los nombres, el tipo de datos de los campos y los valores permitidos en cada uno, y las pantallas para la entrada de datos. Inicialmente se diseñó la tabla del censo y su respectiva pantalla para la entrada de datos y luego las de cada uno de los instrumentos de captación y seguimiento.



La supervisora de campo desarrolló control de calidad permanente al trabajo de las encuestadoras y diariamente ejecutaba la crítica a las encuestas para identificación de errores o datos faltantes. En caso de identificar inconsistencias durante la digitación, estas eran reportadas a la supervisora para su solución. Una tercera revisión fue realizada en Cali, por el equipo investigador, que contrastó una muestra de los registros con la base de datos digitada.

6.12. Análisis de los datos

Las bases de datos fueron digitadas en un aplicativo construido en Access® y, luego de verificar la calidad de la digitación, fueron transferidas al programa de análisis estadístico Stata® versión 8.0. Para la transferencia de los datos se utilizó el programa Stat-transfer®.

6.12.1. Análisis de los síntomas respiratorios y de la enfermedad diarreica aguda:

Inicialmente, se realizó análisis exploratorio de los datos para describir la distribución de las variables de exposición y resultado. En particular, para la variable resultado de interés (i.e.; síntomas respiratorios y enfermedad diarreica aguda), dada la naturaleza repetitiva del evento se consideraron diferentes formas de descripción e inferencia. En los niños de las zonas expuesta y no expuesta se determinaron: 1) la incidencia acumulada de nuevos episodios respiratorios y diarreicos durante los meses del seguimiento utilizando métodos de sobrevida (i.e.; Kaplan-Meier), con sus respectivos intervalos de confianza de 95%; 2) el número promedio de episodios por niño durante el periodo de seguimiento, entre aquellos que presentaron los eventos de interés; 3) utilizando métodos de persona tiempo, se estimó la densidad de incidencia (eventos/niño-días) y, asumiendo una distribución de Poisson, se calculó el intervalo de confianza correspondiente.

Para el análisis de asociación entre la exposición al RS y la ocurrencia de síntomas respiratorios y enfermedad diarreica aguda se realizaron las pruebas de hipótesis y análisis de regresión correspondientes, según el tipo de variable resultado definida: incidencia acumulada, número de episodios, densidad de incidencia. Inicialmente se estimaron las asociaciones univariadas entre los eventos y cada una de las exposiciones de interés, incluida la exposición principal (i.e.; RS).

Para el caso particular de la evaluación del número de eventos por individuo, se evaluó si la distribución de Poisson (hipótesis nula) o una binomial negativa (hipótesis alternativa) describían de manera adecuada la ocurrencia de enfermedad. Específicamente, bajo la hipótesis nula, la media y la varianza son iguales (m), y bajo la hipótesis alternativa el promedio es menor que la varianza ($m(1 + ms^2)$), donde s (sigma) es un descriptor del fenómeno de la agregación de los síntomas respiratorios en los niños expuestos.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

El análisis de asociación incluyó variables de vivienda y de movilidad incluidas en los instrumentos para describir fenómenos de dosis-respuesta. Para dar cuenta de los potenciales fenómenos de confusión y modificación del efecto, se construyeron modelos de regresión múltiples en los que se incluyeron inicialmente las variables con coeficientes que presentaban una significancia menor de 0.25 ($p < 0.25$) en el análisis de regresión univariado¹⁶¹.

Cuando se sospechaba la presencia de modificación del efecto (por ejemplo de la exposición a las ladrilleras sobre los efectos de la exposición al RS), se realizaron análisis estratificados por exposición a la tercera variable o se incluyeron términos de interacción en los modelos de regresión múltiple. Estos términos fueron examinados evaluando la significancia estadística de la explicación adicional que brinden de la variable dependiente mediante una prueba de razones del logaritmo de la verosimilitud entre modelos (Log-likelihood ratio test). El término de interacción que aportaba una explicación adicional de la variable dependiente con un nivel de significancia menor de 0.05 fue incluido en el modelo final.

Se examinó además la colinearidad entre las variables seleccionadas a través del cálculo del factor incremental de la varianza (VIF) o de los coeficientes de correlación de Spearman. Las variables cuyo VIF era ≥ 10 eran consideradas como potencialmente colindares y eran evaluadas, para su exclusión o para generar variables combinadas en el modelo final.

Con las variables seleccionadas en el análisis univariado, y evaluando la coherencia con el marco teórico y el propósito del estudio, se realizó el proceso de modelación guiado por el uso de algoritmos matemáticos (step-wise hacia atrás). Se utilizó en este proceso una probabilidad de retiro ≥ 0.20 . De esta manera, se identificaron las variables finales en los modelos de regresión múltiples.

Una vez identificadas las variables del modelo final se realizó diagnóstico de la regresión mediante pruebas de bondad de ajuste globales, análisis de residuales, apalancamiento e influencia. En los modelos de sobrevida semi-paramétricos, se hizo además evaluación de la proporcionalidad de las funciones de sobrevida.

En la descripción de la distribución de las variables y en los análisis de asociación, en los casos en los que hubo ausencia de datos, estos se codificaron como “valores perdidos” y los análisis se hicieron con el total de datos disponibles. Es decir, no se tuvieron en cuenta esos datos para el análisis final.

6.12.2. Análisis del Flujo Espiratorio Pico



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Inicialmente, se realizó análisis exploratorio de los datos para describir la distribución de las variables y la posibilidad de aplicar métodos basados en la distribución normal. Se graficaron las tendencias en las mediciones del flujo espiratorio pico (FEP) en la población del área de influencia y en la zona control utilizando métodos de suavización de tendencias (splines de medianas).

Para describir la tendencia en los valores del FEP se utilizaron modelos para datos longitudinales, que tienen en cuenta la correlación propia de estas mediciones hechas de manera repetida en cada individuo. En particular, se utilizaron modelos de promedios poblacionales (population average o GEE: ecuaciones de estimación generalizadas) y de efectos aleatorios con métodos de estimación de máxima verosimilitud. Se realizó comparación de las pendientes individuales del FEP en las áreas expuesta y no expuesta con estos métodos que permiten además el ajuste por otras covariables y potenciales confusores.

Para la construcción del modelo de regresión múltiple solo se tuvieron en cuenta las variables cuyos coeficientes hubieran presentado una significancia menor de 0.25 ($p < 0.25$) en el análisis univariado. Subsecuentemente, se examinaba el ajuste del modelo final mediante técnicas de diagnóstico de la regresión.

En la descripción de la distribución de las variables y en los análisis de regresión, en los casos en los que hubo ausencia de datos, estos se codificaron como “valores perdidos” y los análisis se hicieron con el total de datos disponibles. Es decir, no se tuvieron en cuenta esos datos para el análisis final.

6.12.3. Análisis de los costos por síntomas respiratorios:

Inicialmente, se realizó análisis exploratorio de los costos familiares directos, indirectos y de los costos totales. A partir de este análisis se estimaron promedios, o medianas (según corresponda a partir de la distribución de los datos) de los costos familiares en las zonas expuesta y no expuesta, con los respectivos intervalos de confianza al 95%.

Para establecer los costos adicionales causados por los síntomas respiratorios, se estimó la diferencia entre los costos asumidos por las familias de las zonas expuesta y no expuesta al relleno, según régimen de afiliación, nivel de ingresos, índice de dependencia económica, necesidad percibida y uso efectivo de servicios de salud. Estas comparaciones se realizaron utilizando las pruebas de Chi Cuadrado, Kruskal-Wallis o Bootstrap¹⁶², según era indicado.

Posteriormente, se calculó qué porcentaje de los ingresos familiares representaban los costos generados por la presencia de síntomas respiratorios, y se compararon entre los



expuestos y no-expuestos.

Por último, se realizó un análisis de regresión múltiple para establecer la asociación entre los costos familiares generados y la exposición al RSDJ, controlando por las variables independientes y los potenciales factores de confusión medidos. El tipo de análisis múltiple fue definido por el tipo de distribución que presentaron los costos medidos.

6.12.4. Análisis para peso y talla

Este análisis se ejecutó en dos fases, en la primera se compararon el crecimiento entre los niños expuestos y no-expuestos; y en la segunda, se identificaron los factores asociados a la velocidad de crecimiento de dichos niños.

Comparación del crecimiento entre niños de las zonas expuesta y control

En primera instancia, el análisis de peso y talla se centró en la construcción de la variable resultado. Para la construcción de esta variable se determinaron las relaciones peso para la edad (wa), peso para la talla (wh) y talla para la edad (ha)^{163,164}, en los tres momentos que se hicieron las mediciones en las cohortes de niños expuestos y de la zona control.

Una vez obtenidas las relaciones para cada niño en los tres momentos de medición, se utilizó el programa EPINUT de Epi-Info para estandarizar los valores Z de cada niño con respecto a la población de referencia utilizada por dicho programa. De esta manera, se determinó que tanto se acerca o se aleja de la media de la población de referencia cada una de las relaciones de wa, wh y ha de un niño particular según su edad. El valor de Z fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{X - M}{\sigma}$$

Donde: X = valor medido en niño
M = media de la población de referencia para esa edad en meses y
 σ = desviación estándar para esa edad en meses

En el cálculo del score-z, se pueden presentar algunos valores que indican o bien un error en la medición, ausencia de los datos de edad, sexo, peso o talla o un niño con parámetros antropométricos extremos. Previo al análisis se examinaron los datos de cada niño que presentaron estos valores de score-z. Si alguno de los datos estaba ausente, o si los valores eran definitivamente incompatibles con el proceso fisiológico de crecimiento, se recodificó el score-z como “valor perdido”, es decir, no se tuvo en cuenta ese dato en particular del score-z para el análisis.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Luego de obtenidos los valores Z de cada niño en cada momento de medición, se estableció si durante el periodo de seguimiento (6 meses) el crecimiento en términos de waz, whz y haz se mantuvo constante, osciló, descendió o ascendió para cada niño estudiado.

Posteriormente, mediante una prueba de chi cuadrado (χ^2)¹⁶⁵, se evaluó si a la captación la proporción de niños que poseían valores extremos en la distribución por cada uno de los indicadores (i.e.; - 2.5 desviaciones estandar, DE) eran estadísticamente diferentes entre la zona control y la expuesta. Utilizando modelos de regresión lineal se estimó la magnitud de las diferencias en los valores de los score-z. Estos modelos se construyeron inicialmente de manera univariada, y luego se construyeron modelos de regresión múltiple de los determinantes a la captación (análisis transversal).

Identificación de factores asociados a la velocidad crecimiento de los niños.

Se identificaron los factores asociados a la velocidad de crecimiento de los niños con especial énfasis en el potencial efecto de la exposición al RSDJ, de acuerdo a las categorías definidas en el estudio.

Inicialmente, se evaluó gráficamente la tendencia de cada uno de los score-z durante el seguimiento mediante el uso de técnicas de suavización de splines de medianas, según estratos de los niños de la zona expuesta y control

Se ejecutó un análisis de asociación entre la variable resultado y cada variable independiente utilizando modelos de regresión para datos repetidos en el tiempo, con métodos de estimación de ecuaciones generalizadas (GEE-population average models). Las variables independientes que presentaban asociaciones crudas con una significancia estadística menor de 0.25 eran seleccionadas para construir el modelo de regresión múltiple.

Con las variables seleccionadas de esta manera y evaluando que cada variable fuese coherente con el marco teórico y el estado del arte del propósito del estudio, se realizó el proceso stepwise backward simultáneamente, definiendo una probabilidad de retiro (pr) mayor a 0.20. De esta manera, se identificarán las variables finales del modelo lineal múltiple.

Con el fin de evaluar los cambios promedio en los valores de los score-z durante el seguimiento (pendientes de cambio), se construyeron modelos longitudinales de regresión lineal, por estratos de individuos de la zona expuesta y control. En estos modelos, que tienen en cuenta la correlación de los datos repetidos en el tiempo, la variable de interés principal la constituyó el cambio en los valores del score-z por cada unidad de tiempo de seguimiento desde la medida inicial de la captación. En particular, un coeficiente de cero sugiere una velocidad de crecimiento acorde con la población de referencia, mientras que una pendiente <0 representa un deterioro del crecimiento.



6.12.5. Análisis del componente de Calidad de Vida Relacionada con Salud

Una de las formas de evaluar resultados en salud es a través de medidas subjetivas del Estado de Salud que miden Calidad de Vida Relacionadas con Salud (CVRS). Existen medidas genéricas y específicas. Las genéricas son apropiadas para investigación en epidemiología ya que pueden ser aplicadas en una amplia gama de condiciones de salud, en diferentes grados de severidad de enfermedad, tipo de intervención y grupos culturales y demográficos¹⁶⁶.

La versión española del SF-36 es un instrumento que mide Estado de Salud desde la perspectiva del paciente. La versión original en inglés surgió del Estudio de los Resultados Médicos (Medical Outcomes Research-MOS). A través de investigaciones en los últimos años, se ha comprobado la validez y confiabilidad de la versión española. Además, aborda varias dimensiones de la salud, tanto física como mental^{167,168,169}.

En esta investigación se utilizó una adaptación de la versión española del SF-36. Para el análisis, se tomó la puntuación cruda obtenida a través de la encuesta y se re-codificó para obtener la puntuación final. Cada dimensión estaba representada por dos o más preguntas y, por tanto, se hizo una sumatoria de las puntuaciones finales para obtener la puntuación por cada dimensión.

Posteriormente, se aplicó la fórmula de transformación y se obtuvo un puntaje que representa un porcentaje de calidad de vida en cada dimensión. A mayor puntaje, mayor calidad de vida.

$$\text{Escala transformada} = \left[\frac{\text{Puntuación real cruda} - \text{puntuación cruda más baja posible}}{\text{Máximo recorrido posible de la puntuación cruda}} \right] \times 100$$

Se utilizaron los pares de puntajes en cada dimensión de la calidad de vida relacionada con salud (CVRS) obtenidos por los individuos en las dos visitas realizadas al inicio del estudio y a los 6 meses como variable de resultado.

Este abordaje analítico permitió mostrar la naturaleza dinámica de la CVRS. Se evaluó la influencia de la exposición al RSDJ con los cambios en las mediciones de la CVRS. Se tuvieron en cuenta como posibles confusores en esta asociación las siguientes variables:

- Edad
- Sexo
- Grado de co-morbilidad¹⁷⁰
- Tabaquismo
- Estrato socio-económico
- Escolaridad
- Ocupación



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Así mismo, entre los pares de puntajes en los cuales el puntaje inicial era mayor que el final, el resultado de interés era el empeoramiento en la CVRS. Esto se relacionó con la presencia de algún evento nuevo en términos de síntomas respiratorios o de empeoramiento del FEP.

Se llevaron a cabo regresiones logísticas univariada y múltiple para análisis de pares de mediciones. Las unidades de análisis fueron los pares de mediciones de CVRS y, por tanto, las mediciones no cumplían con el supuesto de independencia estadística. Por tal motivo, para tener en cuenta la dependencia estadística de estos pares de mediciones, las inferencias estuvieron basadas en métodos estadísticos para datos correlacionados que ajustan por la correlación inherente de tales medidas repetidas¹⁷¹.

Una vez identificadas las variables finales en el modelo, se evaluó gráficamente la relación entre las variables continuas y la función logística. Seguidamente, se compararon las asociaciones obtenidas en el análisis logístico univariado con las asociaciones obtenidas en el análisis múltiple para identificar confusión o modificación de efecto entre las variables finales.

Cuando se sospechaba la presencia de modificación de efecto, se construyeron términos de interacción plausibles, según el marco teórico y el estado del arte, que luego fueron examinados evaluando la significancia estadística de la explicación adicional que brinden de la variable dependiente mediante el Log Likelihood Ratio Test (LRT).

Por último, se examinó el ajuste del modelo final mediante la evaluación de los diagnósticos de la regresión obtenida, la aplicación de la prueba de Deviance y la prueba de Hosmer y Lemeshow⁷.

En el anexo 2 se muestra cómo se llevó a cabo el modelamiento por medio del desarrollo de programas estadísticos (do.files) que permiten la documentación y la replicabilidad de los procesos de análisis.

6.12.6. Análisis del impacto auto-percibido en salud y en el ambiente físico y social

Se analizó cómo la población que habita la zona aledaña (expuestos) y distantes (no-expuestos) percibe su propia salud con relación a otros de su misma edad, o con su propio estado anterior o habitual de salud y cómo perciben el ambiente físico y social en el que residen. Las características del contexto que se consideraron fueron:

- Características del ambiente físico.
- Disponibilidad de ambientes saludables en el hogar y en los espacios públicos.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

- Provisión de servicios: educación, transporte, aseo, iluminación de calles y seguridad.
- Características socio-culturales del barrio.
- Reputación del barrio.

Además, se consultó sobre la auto-percepción de salud y sus razones.

Aunque para hacer análisis de información cualitativa no existe una manera única, debido a la cantidad de enfoques que se han venido desarrollando, especialmente desde las ciencias sociales; para el análisis proveniente de las entrevistas y grupos focales del estudio del RSDJ, se desarrolló una aproximación desde el análisis interpretacional, que sirve para confirmar o verificar hipótesis y que busca de manera general identificar y categorizar los elementos (categorías) y explorar sus conexiones, regularidad o rareza y su génesis.

La hipótesis planteada fue la siguiente: Los residentes aledaños al RSDJ consideran que éste afecta de manera negativa su salud y el ambiente físico y social del sector.

La información proveniente de las entrevistas y grupos focales fue procesada por dos investigadoras a través del programa de MaxQDA y en un procesador de textos. Para el análisis se tuvieron en cuenta seis subprocesos, los cuales no son necesariamente secuenciales:

- 1) Revisión de notas de campo: Las notas de campo que provienen de la observación hecha durante la realización de las entrevistas y los grupos focales, se refiere a aspectos no verbales expuestos por los participantes o apreciaciones particulares de quien hace la observación, por ejemplo respecto a nuevos tópicos para indagar o profundizar, incomodidad para responder ciertas preguntas.
- 2) Transcripción de la información: A medida que se fue recolectando la información se hizo una transcripción textual de la misma, con el fin de verificar su calidad. Esta etapa permitió que durante la recolección de información se pudiera profundizar en las categorías preliminares propuestas, recuperar aspectos nuevos o verificar los aspectos repetidos.
- 3) Codificación y organización de los datos: Se asignaron códigos a los fragmentos de los datos que se referían a las categorías de análisis preliminares.
- 4) Identificación y codificación de nuevas categorías: Se asignaron códigos a los fragmentos de los datos que se referían a las nuevas categorías que surgieron durante la recolección.
- 5) Comprensión: Exploración de las conexiones entre los participantes (cómo y por qué influyen en la salud y en el ambiente físico y social. Cuándo fueron más evidentes, para quién o quiénes, razones).
- 6) Explicación y exposición de los hallazgos en gráficos o diagramas.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Una vez analizada la información, se realizó una reunión con las personas participantes en los grupos focales y las entrevistas, para presentar los hallazgos y la interpretación que las investigadoras habían realizado, ello con el fin de recuperar sus percepciones sobre este análisis y, posiblemente, incluir nuevas categorías de análisis.

Finalmente, se realizó triangulación de datos, de metodologías y de investigadores. En el primer caso se tuvieron varias fuentes de información (grupos, individuos y observación); en el segundo caso, se contrastaron los hallazgos cualitativos con los resultados del estudio cuantitativo y; en el tercer caso, fueron las dos investigadoras que realizaron la recolección y el análisis de la información.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

7. ASPECTOS ÉTICOS

Las consideraciones éticas que guiaron el desarrollo de la presente investigación, se encuentran contempladas en la Declaración de Helsinki y la Resolución No. 008430 del Ministerio de Salud de Colombia y en ellas se garantiza:

- El cumplimiento de los principios de beneficencia y no maleficencia, autonomía y justicia.
- La confidencialidad de la información suministrada por los participantes y la toma de las medidas tendientes a cumplir con este aspecto, por parte de las personas que puedan conocer de ella en las diferentes etapas de la investigación.
- La solicitud de consentimiento informado a los participantes del estudio. .

Con el fin de cumplir con los puntos mencionados, en la ejecución de la investigación se desarrollaron las siguientes acciones:

Información

A las personas entrevistadas se les hizo entrega de un documento que contiene la descripción de la investigación, sus objetivos, su duración, los usos de la información y los mecanismos que garantizan la confidencialidad de la información que el sujeto proporcionó. Este documento incluye datos sobre los investigadores y su ubicación en caso de que los sujetos requirieran contactarlos.

Adicionalmente, el personal de campo estaba en capacidad de responder preguntas relacionadas con el desarrollo de la investigación, para lo cual se desarrolló la correspondiente capacitación.

Garantía de confidencialidad

El personal de campo que participó en el estudio firmó un documento conjuntamente con los investigadores, en el que quedó establecido el compromiso de acatar los principios éticos que aquí se definen. Los aspectos éticos hicieron parte de la capacitación programada con el personal y no se guardó información sobre identificación personal en los archivos computarizados.

Consentimiento informado

Se elaboró un consentimiento informado que fue firmado en forma individual por todos los sujetos participantes, los investigadores y dos testigos. Se entregó una copia del consentimiento y el original se archivó por parte de los investigadores.

Este consentimiento fue leído por las personas entrevistadas y solo se procedió a su firma



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

una vez el entrevistador se cercioraba de que la persona tenía claro el significado del mismo.

Se consideró que esta investigación no presenta riesgos, ni psicológicos ni físicos, para los participantes.

Los investigadores declararon no tener conflicto de intereses, no haber recibido ningún tipo de sanción ética o disciplinaria en ejercicio de su profesión y que sus fuentes de financiación provendrían exclusivamente de la entidad contratante. Es preciso aclarar que el grupo de investigadores y personal de campo que participó en la ejecución de esta propuesta no hace parte de la entidad contratante.



8. RESULTADOS

8.1. Población de estudio

Durante el mes de marzo de 2005 se censaron en la zona expuesta al RSDJ y en la zona seleccionada como control un total de 1.205 viviendas, con un promedio de 1.25 hogares por vivienda y 5.830 personas (2.961 en la zona expuesta y 2869 en la zona control). Los registros del censo se digitaron en una base de datos para la selección de la muestra del estudio.

El rango de edades en la población censada estuvo entre 0 y 94 años, y el promedio de edad fue similar en la población de las dos zonas: 25.0 años en la zona expuesta al RS (DS: ± 19.0) y 25.6 años en la zona control (DS: ± 18.6) (Tabla 19). La distribución por género fue similar en las dos zonas (Figura 7) y las pirámides poblacionales correspondientes son presentadas en las Figuras 8 y 9.

Tabla 19. Características sociodemográficas de la población

Características	Población	
	Expuestos	No expuestos
Edad promedio	25 (± 19)	25,6 ($\pm 18,6$)
Género		
Masculino	1492	1394
Femenino	1469	1475
Promedio de personas/hogar	3	2,8

Fuente: Base de datos proyecto Doña Juana

Figura 8. Distribución por género de la población en los alrededores del RSDJ



Fuente: Base de datos proyecto Doña Juana

Figura 9. Pirámide poblacional en la zona expuesta (Mochuelos), año 2005

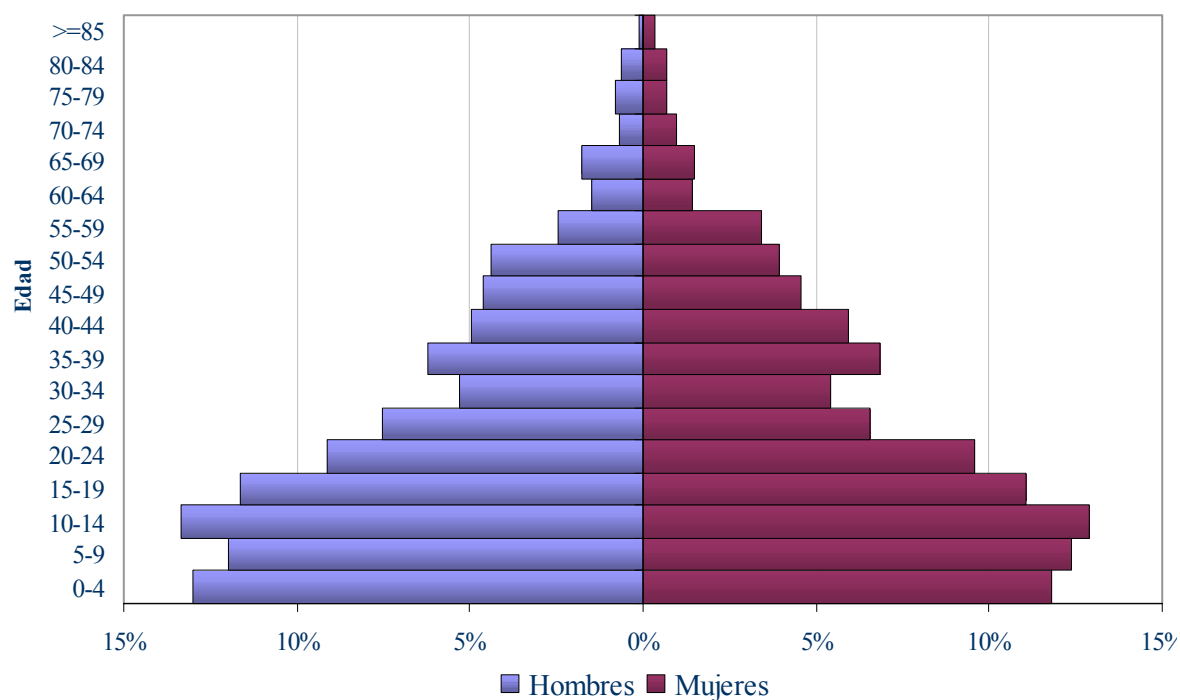
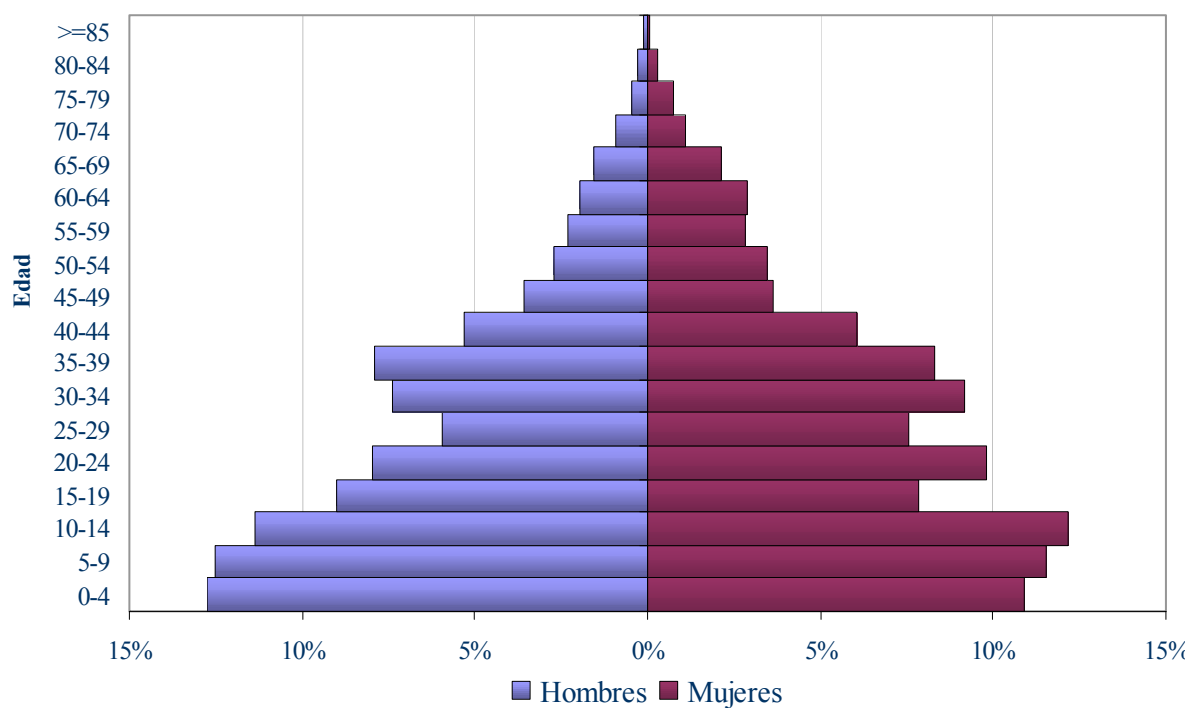


Figura 10. Pirámide poblacional en la zona seleccionada como control, año 2005



8.2. Muestreo, captación y seguimientos

De la base de datos obtenida en el censo inicial se generaron los listados de individuos pertenecientes a los grupos de edad de interés: 1) niños de 0-3 años, 2) niños de 1-5 años; y 3) adultos ≥ 50 años. Teniendo en cuenta los cálculos de tamaño de muestra realizados previamente se seleccionaron aleatoriamente, por algoritmos de computador, los individuos a incluir en el estudio en cada uno de estos tres grupos de edad. Algunos de los niños en el rango de 1 a 3 años fueron incluidos en las dos cohortes infantiles del estudio.

Cada uno de los individuos seleccionados que cumplía los criterios de inclusión para la muestra fue contactado personalmente e invitado a participar. Las principales razones de no-participación se resumen en la Tabla 20.

Tabla 20. Razones de no participación en el estudio entre los individuos seleccionados aleatoriamente e invitados a participar

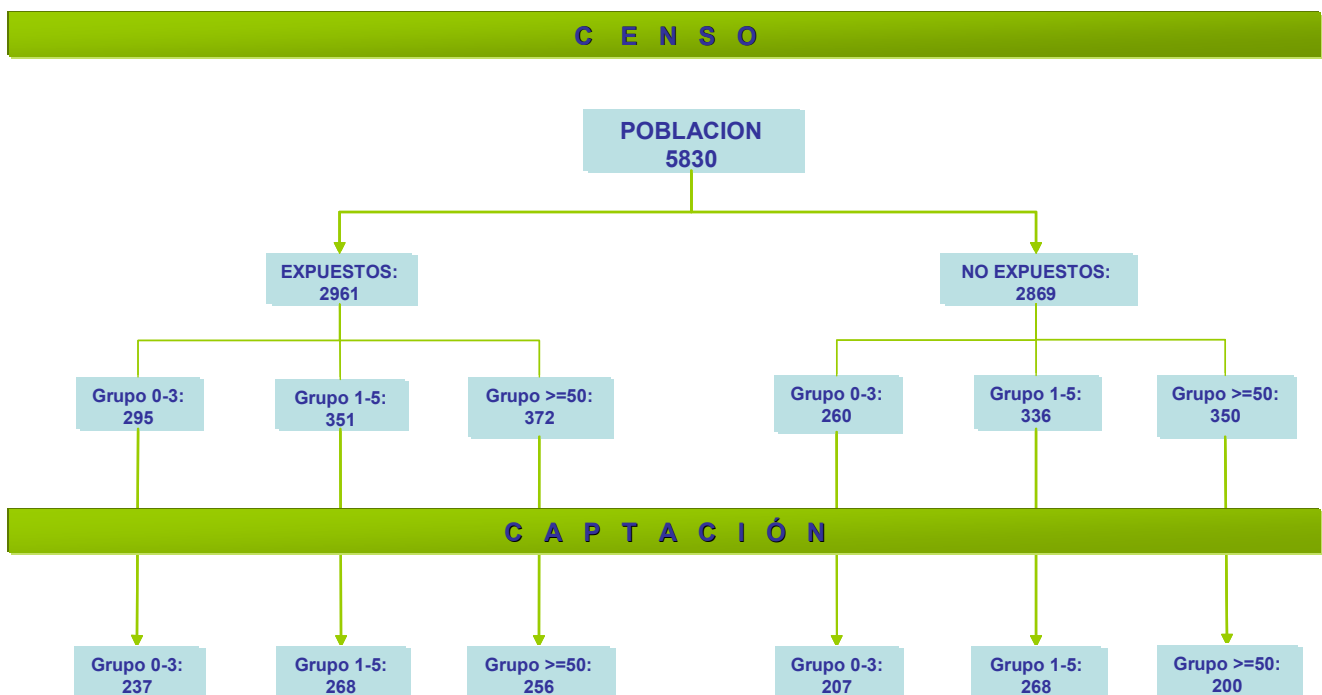
ZONA	POBLACION	CANTIDAD	RAZONES
MOCHUELO (expuestos)	Adultos	54	Rechazos 10 Cambio de domicilio 6 Viajando 8 Nadie en el hogar 26 Enfermedad 2 Mala calidad información 2
	Niños 4-5	19	Cambio de domicilio 13 Nadie en el hogar 2 Edad errada en el censo 4
	Niños 1-3	21	Rechazos 1 Nadie en el hogar 3 Edad errada 1 Doblemente censado 3 Cambio de domicilio 13
	Niños <1 año	9	Cambio de domicilio 6 Nadie en el hogar 2 Doblemente censado 1
	Total:	103	
USME (controles)	Adultos	117	Rechazos 38 Nadie en el hogar 75 Hospitalizados 4
	Niños 4-5	26	Rechazos 13 Nadie en el hogar 12 Edad errada en el censo 1
	Niños 1-3	60	Rechazos 19 Nadie en el hogar 20 Edad errada 21
	Niños <1 año	10	Nadie en el hogar 2 Rechazos 7 Edad errada 1
	Total:	213	

Una de las razones que influyó de manera importante para no participación dentro de la zona expuesta (“rechazos”) fue la de la ampliación del RSDJ, pues las personas referían no querer participar en nada que estuviera relacionado con el mismo.

En los individuos que aceptaron participar, luego de obtener el consentimiento informado, se procedió a realizar la aplicación de una encuesta de línea de base (i.e.; visita 0) con los instrumento de recolección de datos diseñados para cada grupo específico.

La Figura 10 resume las cifras de la población total censada, las de los grupos seleccionados por muestreo aleatorio y el número efectivo de individuos incluidos finalmente en cada uno de los tres grupos o sub-cohortes del estudio.

Figura 11. Resultados del censo poblacional en la zona expuesta al RSDJ y en la zona control y número de individuos incluidos en la captación inicial



Fuente: Base de datos proyecto Doña Juana

A partir de la captación, los individuos incluidos fueron seguidos mensualmente hasta completar 6 visitas entre mayo y diciembre de 2005.

Durante las visitas de seguimiento, como era previsto, ocurrieron pérdidas. El grupo de de edad con mayor porcentaje de pérdidas fue el de los adultos (≥ 50 años). En las cohortes de niños los porcentajes de pérdidas entre visitas no superaron el 18% (Tablas 21 y 22; y Figuras 11 y 12). Muy probablemente debido a los conflictos sociales secundarios a la expansión del RS se presentó una tendencia a mayores pérdidas en la zona expuesta en los individuos >50 años.

Tabla 21. Número individuos y porcentaje de pérdidas en la zona expuesta durante las visitas de seguimiento.

	0-3 años	(% perdida)	1-5 años	(% perdida)	>50 años	(% perdida)
visita0	237		268		256	
visita1	217	8%	243	9%	189	26%
visita2	213	2%	235	3%	184	3%
visita3	190	11%	216	8%	148	20%
visita4	162	15%	177	18%	118	20%
visita5	149	8%	167	6%	113	4%

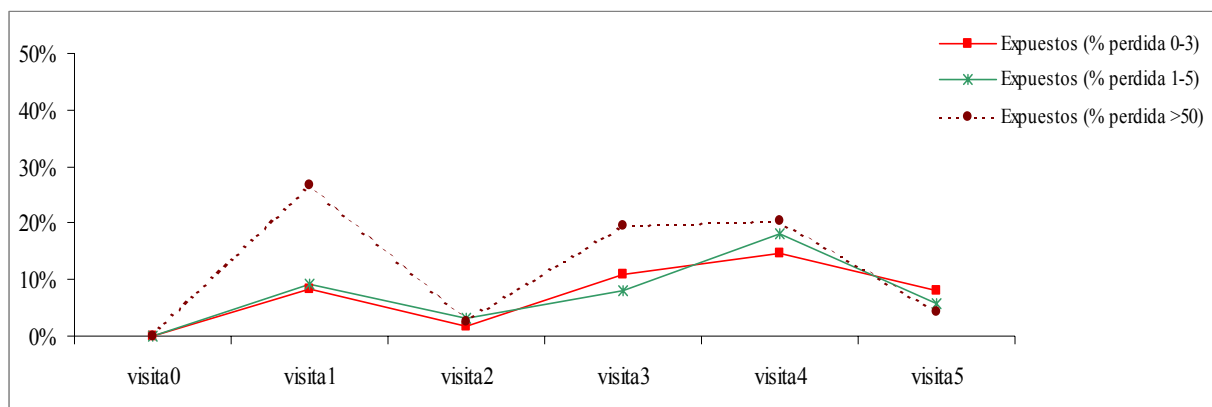
Fuente: Base de datos proyecto Doña Juana

Tabla 22. Número individuos y porcentaje de pérdidas en la zona control durante las visitas de seguimiento.

	0-3 años	(% perdida)	1-5 años	(% perdida)	>50 años	(% perdida)
visita0	208		268		200	
visita1	182	13%	232	13%	163	19%
visita2	170	7%	215	7%	155	5%
visita3	157	8%	200	7%	146	6%
visita4	143	9%	190	5%	141	3%
visita5	124	13%	163	14%	111	21%

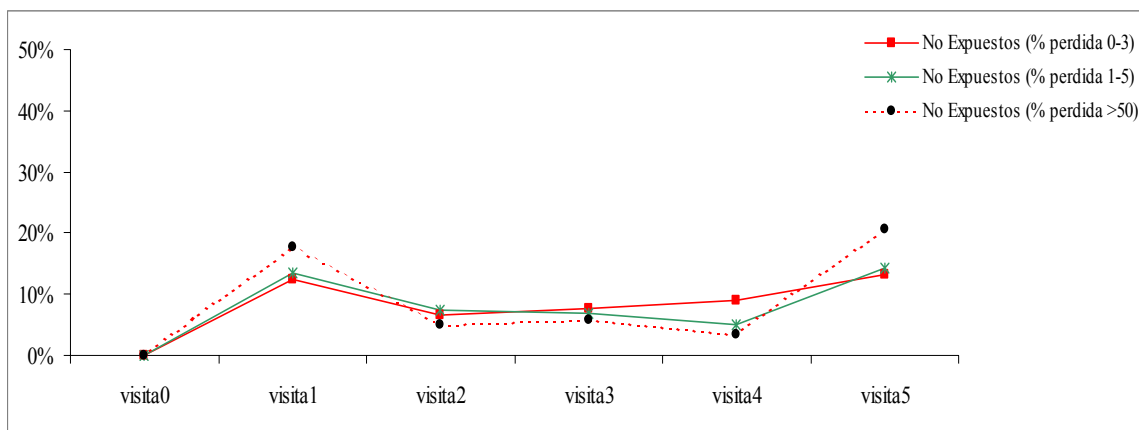
Fuente: Base de datos proyecto Doña Juana

Figura 12. Distribución de pérdidas (%) por visita en la zona Expuesta



Fuente: Base de datos proyecto Doña Juana

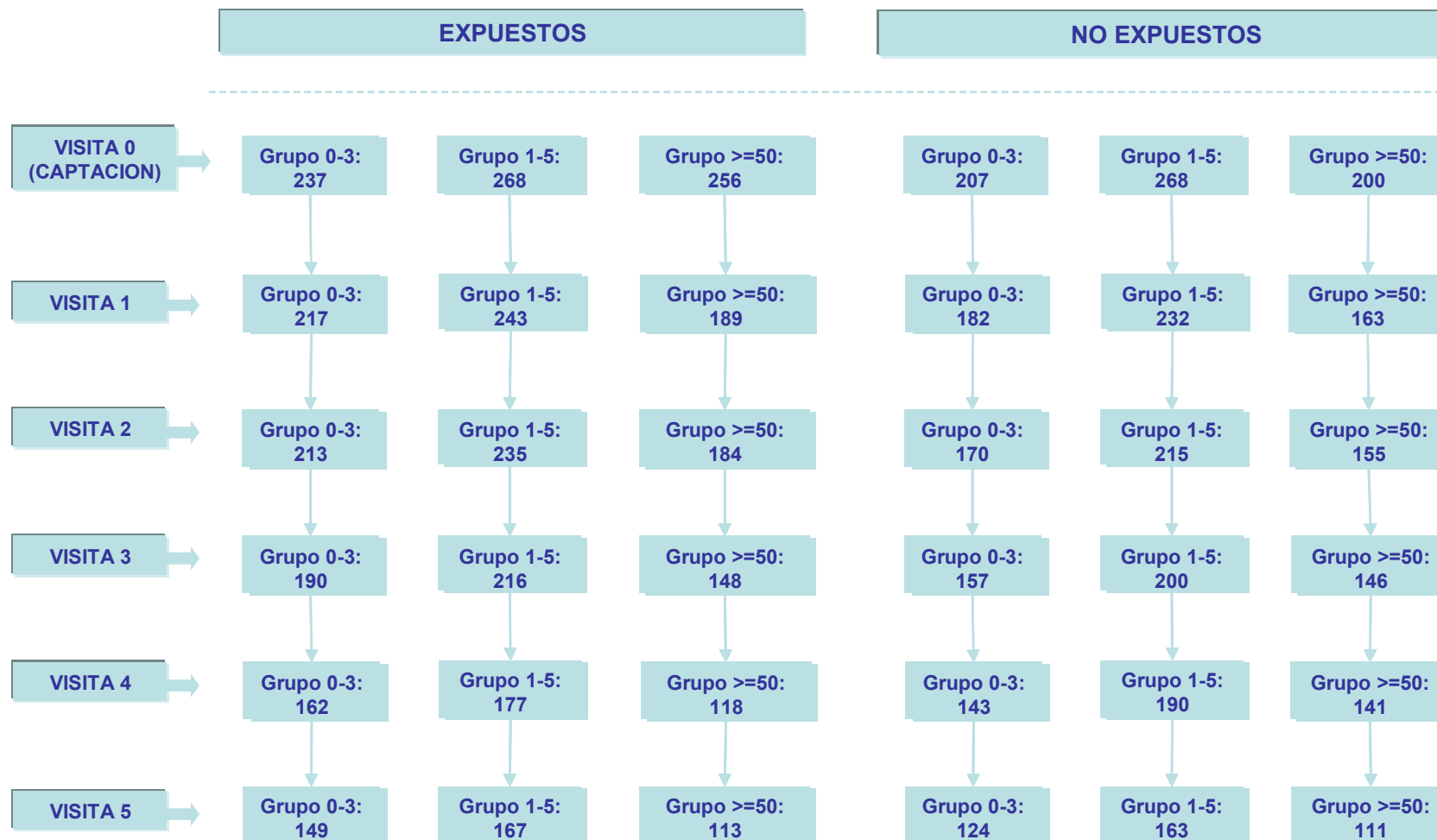
Figura 13. Distribución de pérdidas (%) por visita en la zona Control



Fuente: Base de datos proyecto Doña Juana

En la siguiente figura, se presenta un esquema, con el número de personas que fueron seguidas durante las 6 visitas, desagregados según los grupos de interés en ambas zonas. (Figura 13).

Figura 14. Esquema del desarrollo de las visitas realizadas durante el estudio del RSDJ.



Fuente: Base de datos proyecto Doña Juana



8.3. Condiciones atmosféricas y del agua

8.3.1. Descripción de la calidad del agua

En visita a la zona expuesta se identificaron las fuentes de abasto utilizadas por la comunidad y se estableció que el agua de consumo proviene de aguas superficiales que abastecen los acueductos veredales de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo.

Mochuelo Alto: Esta comunidad se abastece de la quebrada “la Porquera”. El afluente llega a un rebosadero donde parte del agua es dirigida a sus beneficiarios sin ser tratada; la otra parte pasa por un desarenador y posteriormente es tratada con cloro para su desinfección. Esta situación no garantiza que el agua llegue tratada a toda la población. El acueducto es administrado directamente por la comunidad.

La quebrada “La Porquera” se extiende sobre una altura superior a los 3.025 metros mientras que el relleno sanitario de Doña Juana zona VIII se ubica bajo la cota 2.950 y 2.825 metros. La zona presenta un terreno con baja permeabilidad (1×10^{-8} cm/s), la pendiente y el tipo de suelo corresponden a la estratigrafía de la formación Bogotá¹⁵⁵.

El asentamiento habitacional de Mochuelo alto se ubica entre los 3.025 y 2.975 metros sobre el nivel del mar, mucho más alto que la Zona VIII del relleno.

Mochuelo Bajo: La fuente de suministro de agua para consumo humano corresponde a las quebradas “El Ajo” y “Aguas Calientes”. El agua se toma a través de una bocatoma, se lleva a un desarenador y de ahí al tanque de almacenamiento donde se realiza la desinfección. Este acueducto también se ubica en una cota de terreno superior al del relleno sanitario de Doña Juana.

Sin embargo, el asentamiento poblacional de Mochuelo Bajo se encuentra en cotas de terreno entre los 2.900-2.825 metros sobre el nivel del mar, inferiores e iguales a la de la Zona VIII del Relleno.

Se realizaron mediciones de la calidad del agua en diferentes puntos de la zona control, la zona expuesta (nacederos, bocatoma y red de distribución) y en pozos del RSDJ. A continuación se presentan los resultados de los monitoreos de la calidad del agua.

8.3.1.1. Criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua

En agosto, los resultados del monitoreo de la calidad del agua en el grupo de criterios organolépticos y físicos no superan los estándares establecidos para el agua potable, tanto en la zona expuesta como en la zona control, a excepción del color verdadero que está por encima de 15 UPC en tres puntos de Mochuelo Alto. El parámetro de conductividad que es



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

la medida de la salinidad en las aguas y medida indirecta de sólidos disueltos es baja (Tabla 23).

Tabla 23. Resultados del monitoreo de criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua. Agosto de 2005.

Criterios Organolépticos y Físicos de calidad											
Parámetro	Unidades	Norma D. 475	Zona Expuesta						Zona Control		
			Mochuelo Alto			Mochuelo Bajo			Red de Distribución		
			P1 ¹	P 2	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P7	P8	P9
Color Verdadero	UPC	< 15	50	40	40	10	10	10	10	10	5
Color Real			30	30	30	10	10	10	10	10	5
Turbiedad	UNT	< 5	0.54	0.68	0.6	0.54	0.58	0.5	0.4	0.4	0.4
Sólidos totales	mg/l	< 500	26.6	25.2	20.6	30.4	37.8	27.6	38.4	18.8	18.6
pH	unidades	6,5 - 9,0	7.45	7.36	7.47	6.97	7.1	6.85	6.98	7.08	6.72
Oxígeno Disuelto	mg/l		7.83	8.48	8.38	7.82	7.87	7.72	8.9	8.33	9.21
Temperatura	° C		11	12.5	11.9	14.7	13	14.7	14.6	15	15.7
Conductividad	µmhos/cm	50-1000	13	14	14	32	31	32	37	38	37
Sólidos Suspendidos	mg/l		1.1	3.3	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo; P6. Vvda-Mochuelo Bajo; P7. Vivienda-Sta Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares.

Durante septiembre se iniciaron las mediciones en los nacederos ubicados en la zona expuesta (Punto 10, Mochuelo Bajo) y el otro en la zona control (Punto 11, Santa Isabel) y se disminuyó un punto de medición en la red de distribución (punto 2).

La mayoría de las muestras cumplen con la norma, a excepción del color que en varias muestras presentaron valores superiores tanto en las bocatomas de los acueductos veredales como en el manantial ubicado en Santa Isabel (Tabla 24).

Además, el pH presentó valores inferiores a los estándares. En el manantial de Mochuelo Bajo con relación a los otros puntos se observaron valores altos de conductividad, indicando un alto contenido de sales disueltas en el agua, igualmente de sólidos totales que miden todo lo contenido en ella.

Tabla 24. Resultados del monitoreo de criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua. Septiembre de 2005.

Criterios Organolépticos y Físicos de calidad													
Parámetro	Unidades	Dec.475	Zona Expuesta						Zona Control				Dec. 1594
			Mochuelo Alto		Mochuelo Bajo			Nacederos		Red de Distribucion			
			P1'	P3	P 4	P 5'	P 6	P10	P11	P7	P8	P9	
Color Verdadero	UPC	< 15	20	20	10	20	20	20	70	5	10	5	
Color Real	UPC		20	20	10	10	10	10	50	5	10	5	20*
Turbiedad	UNT	< 5	0.5	0.58	0.68	0.66	0.7	0.72	1.6	0.44	0.4	0.4	10 UJT
Solidos Totales	mg/l	< 500	26.2	29.2	39	30.8	46	116.4	43.2	26.8	33.4	28.8	
pH	unidades	6,5 - 9,0	6.32	6.92	6.4	6.47	6.28	6.82	6.25	6.97	6.43	6.87	5,0-9,0
Temperatura	° C		10.5	13.5	15.7	15.6	14.4	16.5	15.3	16.9	15.6	15.8	
Conductividad	µmhos/cm	50-1000	11	12	32	32	31	189	24	32	31	32	
Solidos Suspendidos	mg/l		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6.8	



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo; P6. Vvda-Mochuelo Bajo; P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10 Nacedero Finca "la Corraleja" M. Bajo, P11 Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En el mes de octubre, los criterios organolépticos y físicos de calidad del agua no superan la norma establecida para agua de consumo humano, a excepción del color verdadero que supera el valor de 15 UPC en todos los puntos de zona control y de zona expuesta incluidos los nacederos. El pH en la red de Mochuelo Bajo se encontró bajo (Tabla 25).

Tabla 25. Resultados del monitoreo de criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua. Octubre de 2005.

Criterios Organolépticos y Físicos de calidad													
Parámetro	Unidades	Norma D. 475	Zona Expuesta						Zona Control				Decreto 1594
			Mochuelo Alto		Mochuelo BaJo		Nacederos		Red de Distribucion				
			P1'	P3	P 4	P 5'	P 6	P10	P11	P7	P8	P9	
Color Verdadero	UPC	< 15	30	30	20	20	20	20	70	20	20	20	
Color Real			30	30	20	20	20	20	50	20	20	20	20 UPC
Turbiedad	UNT	< 5	0.5	0.58	1.4	1	1.4	0.76	9.6	0.42	0.4	0.42	10 UJT
pH	unidades	6,5 - 9,0	7.9	6.7	6.36	6.68	6.2	6.66	5.17	6.45	6.15	6.95	
Temperatura	° C		16	15	16.5	18.4	16.6	16.9	14.5	17.7	17	19.1	5,0-9,0
Conductividad	µmhos/cm	50-1000	11	15	34	34	34	188	26	37	37	36	
Sólidos Totales	mg/l	< 500	27.2	31.2	47.4	43.2	41	117.2	141.2	34.2	34.2	35	
Sólidos Suspendidos	mg/l		2.1	2.5	3	2.6	N.D	2.3	25.2	N.D	N.D	2.3	

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo; P6. Vvda-Mochuelo Bajo; P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

Durante el mes de noviembre, el monitoreo de la calidad del agua incluyó la medición de parámetros en pozos del RSDJ dentro de la zona VIII; los parámetros medidos se confrontaron con parámetros para aguas subterráneas^{172,173} y con el Decreto 1594 de 1984 que aplica para uso del recurso hídrico y para la disposición final de lixiviados ya sea a una fuente superficial o a un alcantarillado.

En los criterios organolépticos y físicos de calidad de agua se presentaron valores fuera de la norma en el parámetro de color verdadero en la bocatoma de Mochuelo Alto (punto 1) y su red de distribución (punto 3) y en el nacedero de Mochuelo Bajo (Tabla 26). En los pozos de la Zona VIII se reportan niveles altos de turbiedad y sólidos totales. Se observan también valores de pH ligeramente ácidos y conductividad baja.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Tabla 26. Resultados del monitoreo de criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua. Noviembre de 2005.

Criterios Organolépticos y Físicos de calidad																		
Parámetro	Unidades	Norma D. 475	Zona Expuesta					Zona Control					DOÑA JUANA ZONA VIII					Norma D.1594
			Mochuelo Bajo					Red de Distribucion					Pozo 2 Pozo 3 Pozo 4 Pozo 5					
			P1 ¹	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P10	P11	P7	P8	P9	P12	P13	P14	P15		
Color Verdadero	UPC	< 15	30	20	10	5	5	30	70	5	5	5						
Color Real			10	5	5	5	5	5	50	5	5	5						
Turbiedad	UNT	< 5	0.7	0.6	0.76	0.66	0.64	1.2	6.4	0.4	0.42	0.48	40	56	84	62	10 UJT	20 UPC
pH	unidades	6.5 - 9.0	6.8	6.78	6.31	6.41	6.4	6.89	5.81	6.38	6.13	6.02	5.8	6.43	6.4	5.7	6.5-8.5	
Temperatura	°C		11	13.6	16.3	16.4	16	17.1	15.3	16.3	17.8	16.1	16.4	16.1	15.4	16.8		
Conductividad	µmhos/cm	50-1000	10	13	37	37	37	189	28	44	43	43	153	557	440	220		
Sólidos Totales	mg/l	< 500	31.4	22	36.8	36.2	36.8	118.6	114	60.8	55.8	63.2	2748.4	641.8	583.4	383		
Sólidos Suspendidos	mg/l		12.9	3.9	4.5	1.3	N.D	3.8	32.4	N.D	N.D	N.D	858.6	270	268.8	203.5		

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En enero, el color verdadero estuvo por encima de la norma de 15 UPC en las bocatomas tanto de Mochuelo Alto como de Mochuelo Bajo, al igual que el nacedero en Mochuelo Bajo (P10) (Tabla 27).

El pH presenta valores bajos en todos los puntos a excepción del punto 10 (nacedero en Mochuelo Bajo). El pH más bajo se reportó en el punto 11 en Santa Isabel. La conductividad se encuentra baja en los puntos de zona expuesta y zona control. Los demás parámetros cumplen con los estándares establecidos para utilizar el agua en consumo humano.

Los resultados de la medición en enero en el RSDJ indican que los pozos 2, 3, 4 y 5 tienen valores de turbiedad que van de 40 a 84 UJT; los pozos 2, 4 y 5 tuvieron un valor de pH ligeramente ácido. Para los demás parámetros no se ha establecido una norma.

Tabla 27. Resultados del monitoreo de criterios organolépticos y físicos de la calidad del agua. Enero de 2006.

Criterios Organolépticos y Físicos de calidad																		
Parámetro	Unidades	Norma D. 475	Zona Expuesta						Zona Control					Norma Dec.1594	DONA JUANA ZONA VIII			
			Mochuelo Alto		Mochuelo Bajo		Nacederos		Red de Distribución			Pozo 2	Pozo 3		Pozo 4	Pozo 5		
			P1 ¹	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P10	P11	P7	P8	P9	P12		P13	P14	P15	
Color Verdadero	UPC	< 15	20.0	20.0	10.0	30.0	10.0	30.0	**	10.0	10.0	5.0						
Color Real			10.0	20.0	5.0	10.0	5.0	5.0	**	5.0	5.0	5.0	20 UPC					
Turbiedad	UNT	< 5	0.4	0.4	0.6	1.0	0.5	0.8	5.4	0.4	0.4	0.4	10 UJT	553.0	40.0	61.0	35.0	
pH	unidades	6.5 - 9.0	6.2	6.4	6.3	6.3	6.2	6.8	6.0	6.2	6.4	6.2	5.0-9.0	5.9	7.0	6.2	6.2	
Temperatura	°C		11.9	14.0	14.8	15.0	16.4	16.3	13.5	14.6	15.6	16.6		15.6	16.0	16.0	17.3	
Conductividad	µmhos/cm	50-1000	8.0	11.0	32.0	33.0	32.0	181.0	40.0	42.0	41.0	40.0		135.0	558.0	365.0	260.0	
Sólidos Totales	mg/l	< 500	25.0			71.2		127.8	101.0					1255.4	406.8	369.2	228.8	
Sólidos Suspendidos	mg/l		N.D.			10.7		N.D.	23.3					586.4	32.6	90.3	28.0	

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

A continuación se presenta el comportamiento de los parámetros organolépticos y físicos de calidad del agua, graficados según zona control y zona expuesta e indicando el valor de la mediana en estas dos zonas. Se observan diferencias entre zona control y zona expuesta en los siguientes parámetros: color verdadero, turbiedad, pH, temperatura y conductividad.

Figura 16. Color real en la zona control (0) y en la zona expuesta (1).
Agosto de 2005 a Enero de 2006.

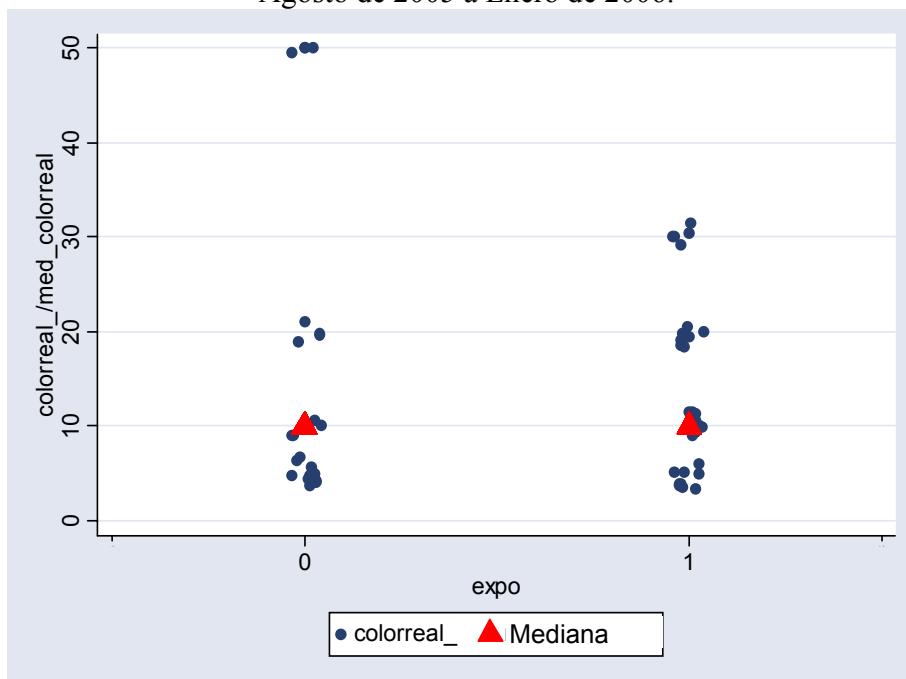


Figura 17. pH en la zona control (0) y en la zona expuesta (1).
Agosto de 2005 a Enero de 2006.

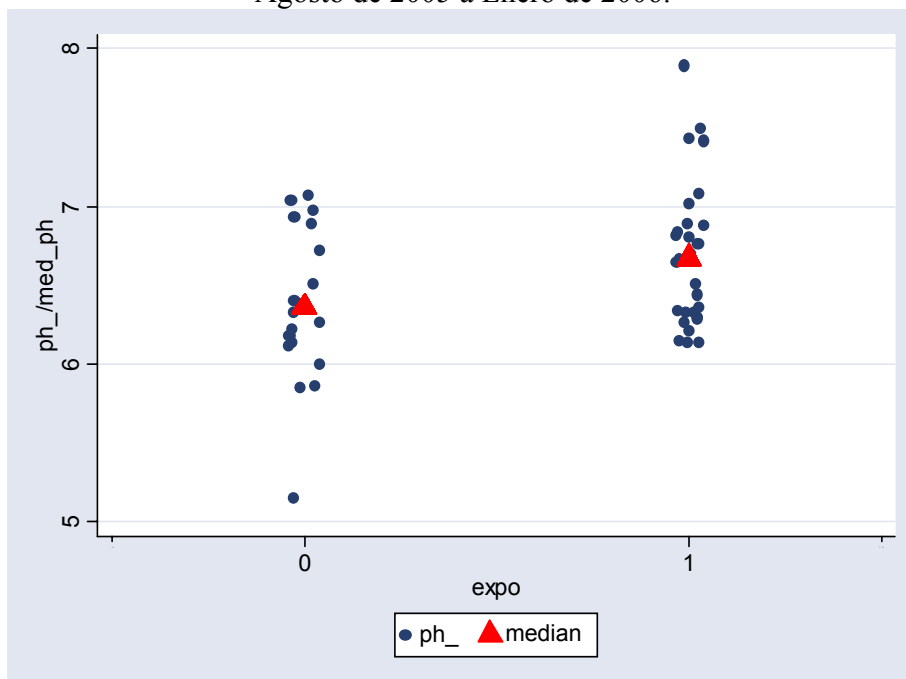


Figura 18. Temperatura en la zona control (0) y en la zona expuesta (1).
Agosto de 2005 a Enero de 2006.

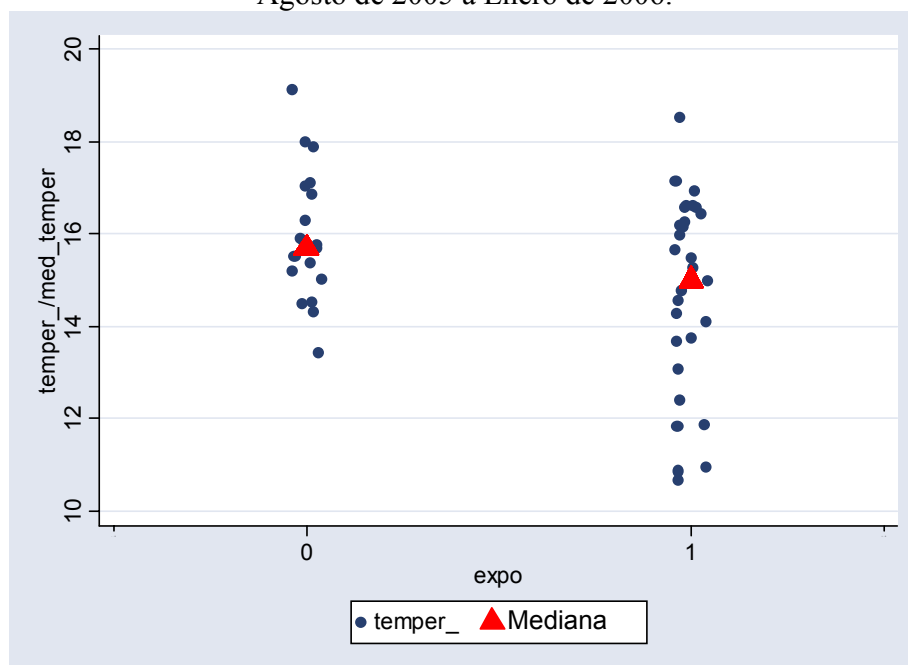


Figura 19. Turbiedad en la zona control (0) y en la zona expuesta (1).
Agosto de 2005 a Enero de 2006.

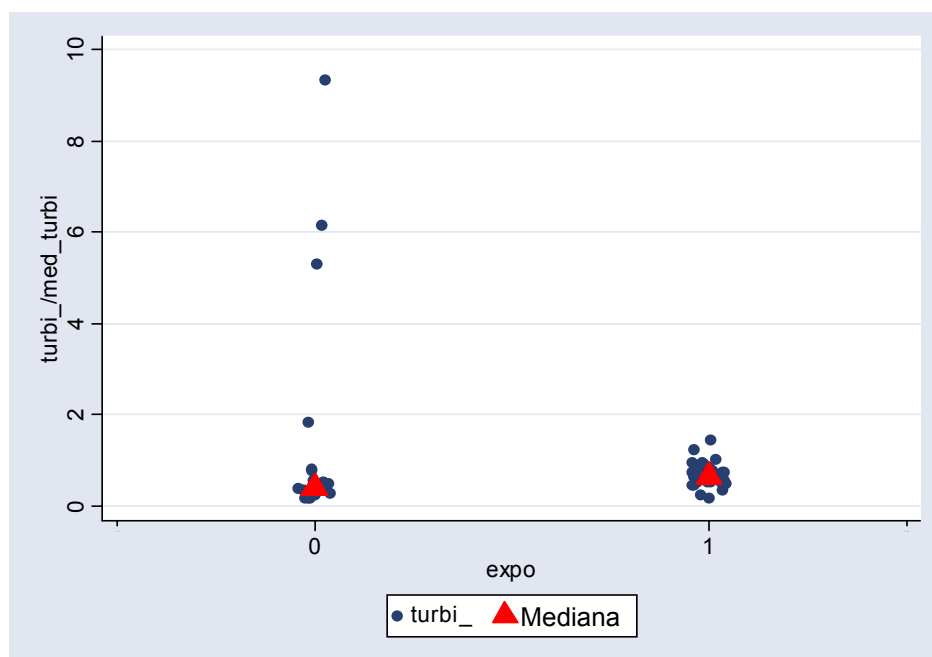
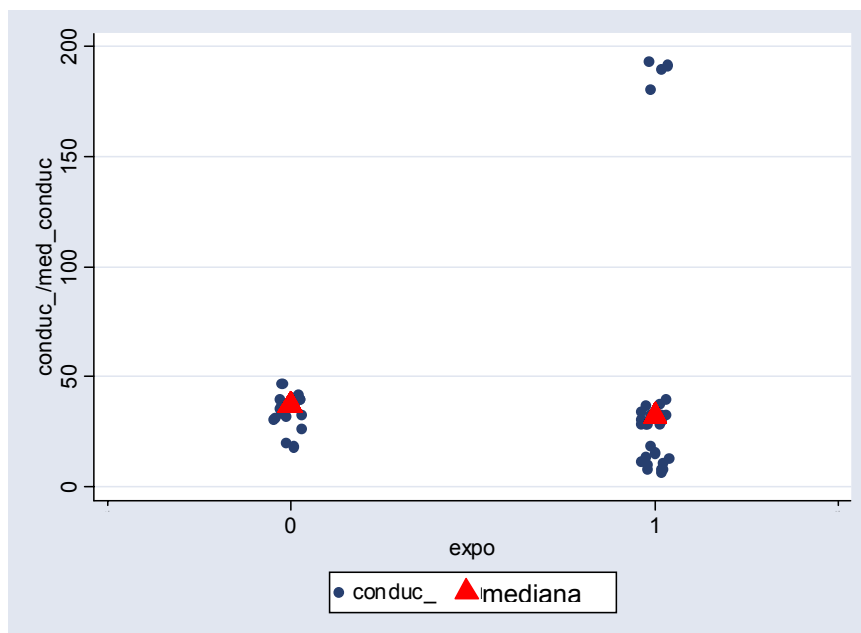


Figura 20. Conductividad en la zona control (0) y en la zona expuesta (1). Agosto de 2005 a Enero de 2006.



8.3.1.2. Criterios Químicos con Reconocido Efecto Adverso en Salud

En agosto los parámetros para identificar el cumplimiento de los criterios químicos con reconocido efecto adverso en salud estuvieron a niveles por debajo de la norma y tan bajos que son reportados como no detectables (Tabla 28).

Tabla 28. Resultados del monitoreo de criterios químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana. Agosto de 2005.

Criterios Químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana											
Parámetro	Unidades	Norma	Zona Expuesta						Zona Control		
			Mochuelo Alto			Mochuelo Bajo			Red de Distribución		
			P1 ¹	P 2	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P7	P8	P9
Nitritos	mg/l NO ₂	0,1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Nitrógeno Amoniacal	mg/l NH ₃		N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cianuro total	mg/l CN	0,1	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Fenoles totales	mg/l Fenol	0,001	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Mercurio	mg/l Hg	0,001	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Plomo	mg/l Pb	0,01	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Grasas y aceites		Ausentes	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo; P6. Vvda-Mochuelo Bajo; P7. Vivienda-Sta Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

En septiembre, la medición de nitritos no arrojó ningún valor por encima de la norma. En cuanto al nitrógeno amoniacal, en el nacedero de Santa Isabel y Mochuelo Bajo se encontraron valores que indican contaminación por urea (Tabla 29).

Tabla 29. Resultados del monitoreo de criterios químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana. Septiembre de 2005.

Criterios Químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana														
Parámetro	Unidades	Norma	Zona Expuesta						Zona Control					Norma
			Mochuelo Alto			Mochuelo Bajo			Nacederos		Red de Distribución			
			D.475	P1 ¹	P3	P4	P5 ¹	P6	P10	P11	P7	P8	P9	
Nitritos	mg/l NO ₂	0,1			N.D.	N.D.		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l NH ₃				N.D.	N.D.		N.D.	0,12	0,10	N.D.	N.D.	N.D.	

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10 Nacedero Finca "la Corraleja" M. Bajo, P11 Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En octubre, las concentraciones reportadas para nitritos cumplen con la norma, sin embargo se detectó nitrógeno amoniacal en la red de distribución que abastece los colegios CED tanto de Mochuelo Alto como Bajo, en la zona expuesta, y en la zona control (Santa Isabel) (Tabla 30).

Tabla 30. Resultados del monitoreo de criterios químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana. Octubre de 2005.

Criterios Químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana													
Parámetro	Unidades	Norma	Zona Expuesta						Zona Control				Norma
			Mochuelo Alto		Mochuelo Bajo		Nacederos		Red de Distribución				
			D.475	P1 ¹	P3	P4	P5 ¹	P6	P10	P11	P7	P8	P9
Nitritos	mg/l NO ₂	0,1		N.D.	N.D.		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l NH ₃			0,1	0,1		N.D	N.D.	0,26	N.D.	N.D.	N.D.	

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En noviembre, los parámetros medidos como criterios químicos con reconocido efecto adverso en salud humana no fueron detectados ni en la zona expuesta ni en la control, ni aun en los pozos de monitoreo al interior del relleno Zona VIII (Tabla 31).

Tabla 31. Resultados del monitoreo de criterios químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana. Noviembre de 2005.

Criterios Químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana																	
Parámetro	Unidades	Zona Expuesta						Zona Control				Norma	DONA JUANA ZONA VIII				
		Mochuelo Alto			Mochuelo Bajo			Nacederos		Red de Distribución			Pozo 2	Pozo 3	Pozo 4	Pozo 5	
		P1'	P3	P4	P5'	P6	P10	P11	P7	P8	P9						
Nitritos	mg/l NO ₂	N.D	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	10	N.D	N.D	N.D	N.D	
Nitrógeno Amoniacal	mg/l NH ₃		N.D.	N.D.		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.		N.D	N.D	N.D	N.D	

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En enero no se obtuvieron niveles medibles de nitritos. Los puntos 5, 10 (zona expuesta) y 11 (zona control) y los pozos 2 y 3 del RSDJ arrojaron resultados para nitrógeno amoniacal (Tabla 32).

Tabla 32. Resultados del monitoreo de criterios químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana. Enero de 2006.

Criterios Químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana																				
Parámetro	Unidades	Norma D. 475	Zona Expuesta						Zona Control						Norma Dec.1594	DONA JUANA ZONA VIII				
			Mochuelo Alto		Mochuelo Bajo		Nacederos		Red de Distribución				Pozo 2	Pozo 3		Pozo 4	Pozo 5			
			P1 ¹	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P10	P11	P 7	P 8	P 9								
Nitritos	mg/l NO ₂	0,1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	10.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.		
Nitrógeno Amoniacal	mg/l NH ₃		N.D.	N.D.	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.		0,1	0,1	N.D.	N.D.		

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

A continuación se presenta el comportamiento de los parámetros químicos con reconocido efecto adverso en la salud humana, graficados según zona control y zona expuesta e indicando el valor de la mediana en estas dos zonas. No se observan diferencias; la mediana tanto en nitritos como en nitrógeno amoniacal para las dos zonas está en el rango de valores no detectables.

Figura 21. Niveles de nitritos en zona control (0) y zona expuesta (1). Agosto de 2005 a Enero de 2006.

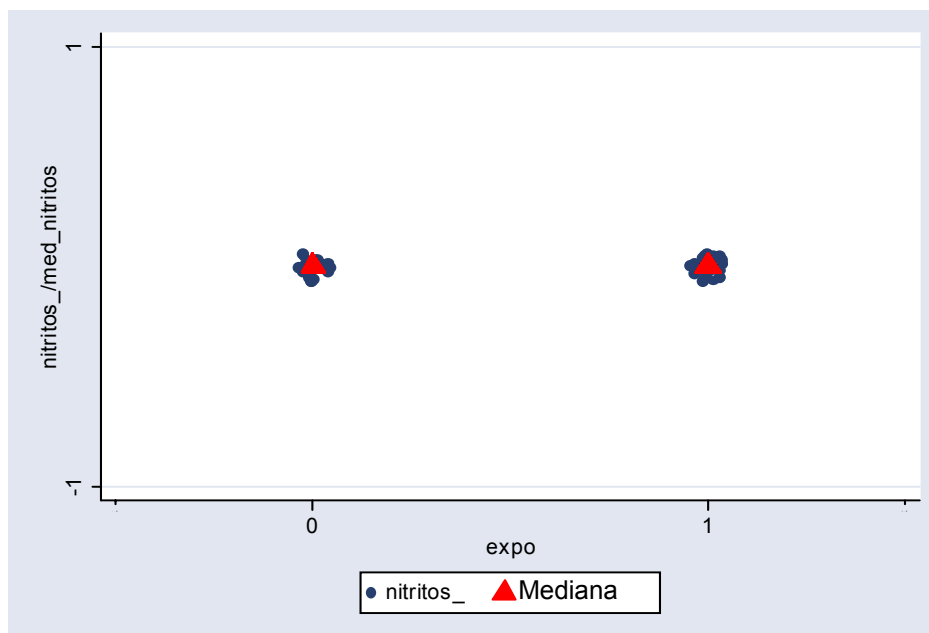
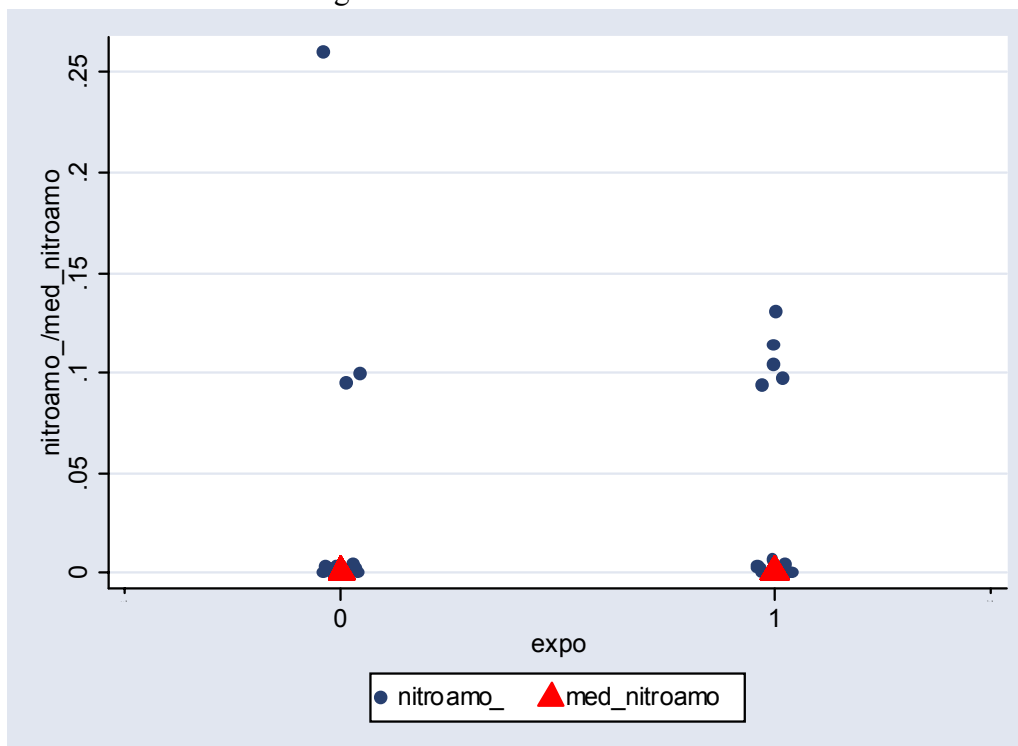


Figura 22. Niveles de nitrógeno amoniacal en zona control (0) y zona expuesta (1). Agosto de 2005 a Enero de 2006.



8.3.1.3. Criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud

En agosto los parámetros identificados como criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud se encuentran en niveles inferiores a los máximos establecidos por la normatividad colombiana, a excepción del hierro, el cual está en concentraciones mayores a las permitidas para aguas de consumo humano en Mochuelo Alto (puntos 1, 2 y 3).

Tabla 33. Resultados del monitoreo de criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud. Agosto de 2005.

Parámetro	Unidades	Norma	Zona Expuesta						Zona Control		
			Mochuelo Alto			Mochuelo Bajo			Red de Distribución		
			P1 ¹	P 2	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P7	P8	P9
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	100	3,9	5	5	11,9	13,4	11,9	3,5	4	3,5
Dureza total	mg/l CaCO ₃	160	9,4	10,1	7,8	17,2	17,2	16,4	17,9	17,9	17,2
Hierro total	mg/l Fe	0,3	0,9	0,56	0,43	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Sulfatos	mg/l SO ₄ ²⁻	250	1,2	1,3	1,3	1	N.D	1	7,3	7,8	7,3

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo; P6. Vvda-Mochuelo Bajo; P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares.

En septiembre, los parámetros medidos se encuentran en niveles inferiores a los máximos establecidos por la normatividad colombiana, a excepción del hierro que de nuevo registra valores altos en los nacederos de zona expuesta y control (puntos 10 y 11). En el punto 4 en Mochuelo Bajo estuvo por debajo de la norma. En los otros puntos no se llevaron a cabo mediciones de hierro en este mes.

Tabla 34. Resultados del monitoreo de criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud. Septiembre de 2005.

Criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud													
Parámetro	Unidades	Norma	Zona Expuesta						Zona Control				Norma
			Mochuelo Alto		Mochuelo Bajo			Nacederos		Red de Distribución			
			P1 ¹	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P10	P11	P7	P8	P9	
Alcalinidad total	mg/l CaCO	100	4,0	6	10,9	12,4	10,9	101,9	4,0	5,5	6,5	6	Dec.159
Dureza total	mg/l CaCO	160	5,7	5,7	15,9	15,3	15,9	100	7,4	15,9	14,8	15,3	
Hierro total	mg/l Fe	0,3			0,12			0,6	0,85				
Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁻²	250	N.D	1	1,5	1,4	1,7	N.D.	5,9	5,5	5,1	5,5	

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo; P6. Vvda-Mochuelo Bajo; P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En las mediciones de octubre, los parámetros cumplieron con la norma establecida para agua potable, tanto en la zona expuesta como en la zona control. En el punto 10, la alcalinidad está en valores altos, pero no excede la norma para nacederos (1594 de 1984).

Tabla 35. Resultados del monitoreo de criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud. Octubre de 2005.

Criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud													
Parámetro	Unidades	Norma	Zona Expuesta						Zona Control				Norma
			Mochuelo Alto		Mochuelo Bajo			Nacederos		Red de Distribución			
			P1 ¹	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P10	P11	P7	P8	P9	
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	100	1,5	2,1	5,9	6,5	12,9	111,6	4,7	5,9	5,3	7,6	
Dureza total	mg/l CaCO ₃	160	5,2	8,2	16	16	15,5	92,2	7,7	15,5	13,9	16,5	
Hierro total	mg/l Fe	0,3			0,11			0,3	1				
Sulfatos	ma/l SO ₄ ⁻²	250	N.D.	1,3	3,1	4,7	2,8	N.D.	7,2	7	6,9	6,6	400

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo; P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

Para el mes de noviembre, tanto la zona expuesta como la zona control presentan valores que no superan la norma; sin embargo, se encontraron valores altos de hierro en la red de la zona control (punto 8).

Aunque la alcalinidad en los pozos 4 y 5 no tienen norma, en el Decreto 1594 de 1984 se establece que en las aguas subterráneas los niveles suelen estar 100-300 mg/l CaCO₃ y



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

puede variar en algunos casos entre 50-500 mg/l CaCO_3 ¹⁷⁴. En este caso se encontraron valores entre 4,8 a 308.9 mg/l CaCO_3 .

Tabla 36. Resultados del monitoreo de criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud. Noviembre de 2005.

Criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud																		
Parámetro	Unidades	Zona Expuesta						Zona Control					Norma Dec.1594	DONA JUANA ZONA VIII				
		Mochuelo Alto		Mochuelo Bajo		Nacederos		Red de Distribución			Pozo 2	Pozo 3		Pozo 4	Pozo 5			
		P1 ¹	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P10	P11	P7	P8						P9		
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	4,7	5,3	11,7	12,8	12,2	28,2	2,7	5,9	4,3	5,9		4,8	51,1	308,9	119,3		
Dureza total	mg/l CaCO ₃	50,4	49,9	66,6	81,1	81,1	143,5	62,4	54,1	81,1	25		58,2	95,7	116,5	77		
Hierro total	mg/l Fe			0,17			1,3	0,7					3,4	6	6,2	4,8		
Sulfatos	mg/l SO ₄	N.D	N.D.	2,1	N.D.	N.D.	N.D.	10,5	8,6	8,6	8,9	400	73,9	12	66	21		

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En enero los valores obtenidos en los parámetros no excedieron la norma, a excepción del punto 8 en la red de distribución de la zona control que presentó un valor alto de hierro total. Tanto en zona expuesta como en zona control no se detectaron fenoles, ni grasas y aceites. Además, se encontraron fenoles en el pozo 4 de la zona VIII del RSDJ.

Tabla 37. Resultados del monitoreo de criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud. Enero de 2006.

Criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud																		
Parámetro	Unidades	Norma D. 475	Zona Expuesta						Zona Control					Norma Dec.1594	DONA JUANA ZONA VIII			
			Mochuelo Alto		Mochuelo Bajo		Nacederos		Red de Distribución			Pozo 2	Pozo 3		Pozo 4	Pozo 5		
			P1 ¹	P3	P4	P5 ¹	P6	P10	P11	P7	P8						P9	
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	100	4,5	6,1	12,3	11,7	12,8	27,8	5,0	8,4	8,9	8,4		60,2	81,4	312,2	106,4	
Dureza total	mg/l CaCO ₃	160	45,2	46,3	87,4	74,6	81,1	95,6	50,3	48,9	76,6	20,6		30,3	118,2	94,3	65,2	
Hierro total	mg/l Fe	0,3							0,7		0,5			1,6	2,6	2,9	4,6	
Fenoles	mg/l	0,001	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.				0,6		
Grasas	mg/l	Ausentes	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.				N.D.	N.D.	
Sulfatos	mg/l SO ₄ ²⁻	250	N.D.	3,6	N.D.	N.D.	3,0	N.D.	5,5	7,8	6,9	5,0	400,0	25,4	10,8	13,8	9,8	

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

A continuación se presenta el comportamiento de los parámetros químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud, graficados según zona control y zona expuesta e indicando el valor de la mediana en estas dos zonas. Se observan diferencias entre zona control y zona expuesta en los siguientes parámetros: alcalinidad total, sulfatos y hierro total. En la zona expuesta la mediana de alcalinidad fue mayor en comparación con la zona control, aunque ambas por debajo de la norma (mediana de 11.3 y de 5.5 mg/l, respectivamente). Las diferencias fueron significantes (valor de p de kruskal wallis = 0.0057).

En cuanto a los sulfatos, en este caso fue la zona control la que presentó los niveles más altos con una mediana de 0.59 mg/l en comparación con 0.235 mg/l en la zona expuesta (valor de p de kruskal wallis = 0.0001). Aunque la mediana de niveles de hierro en zona zona control es de 0.59, sobrepasando la norma y la de zona expuesta de 0.235, por debajo

de ésta, dado que estas mediciones no se hicieron en todos los puntos y en todos los meses, con el número de datos disponibles no se detectan diferencias significantes (valor de p de kruskal wallis = 0.67).

Figura 23. Alcalinidad total en zona control (0) y zona expuesta (1).
Agosto de 2005 a Enero de 2006.

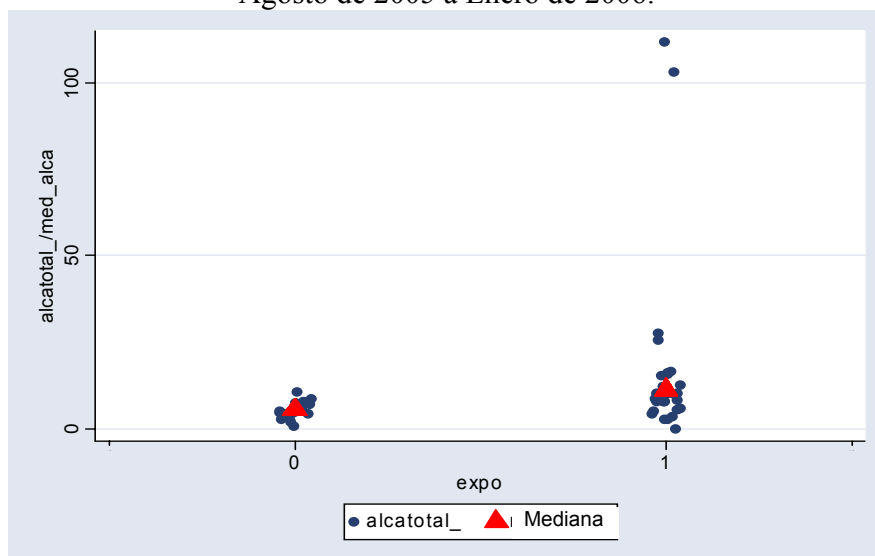


Figura 24. Dureza total en zona control (0) y zona expuesta (1).
Agosto de 2005 a Enero de 2006.

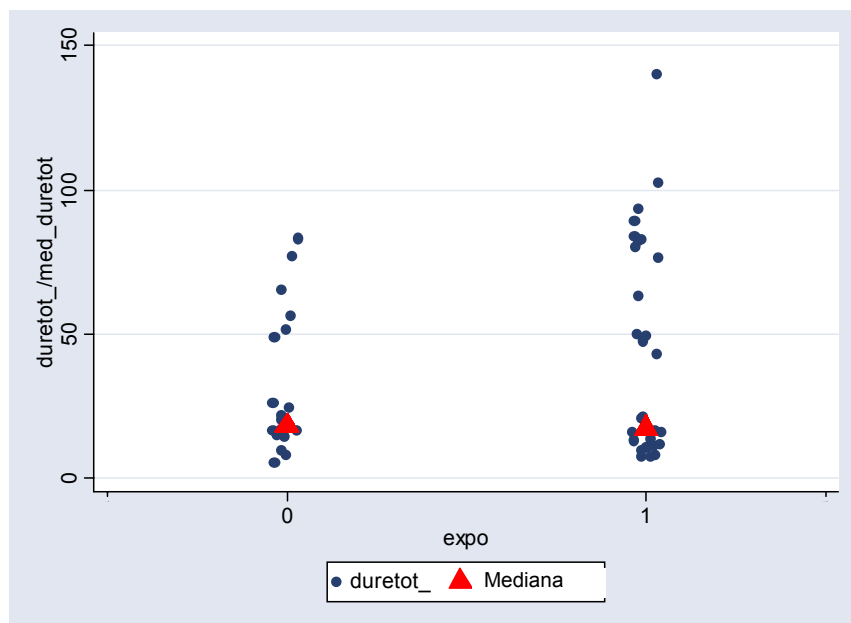


Figura 25. Hierro total en zona control (0) y zona expuesta (1).
Agosto de 2005 a Enero de 2006.

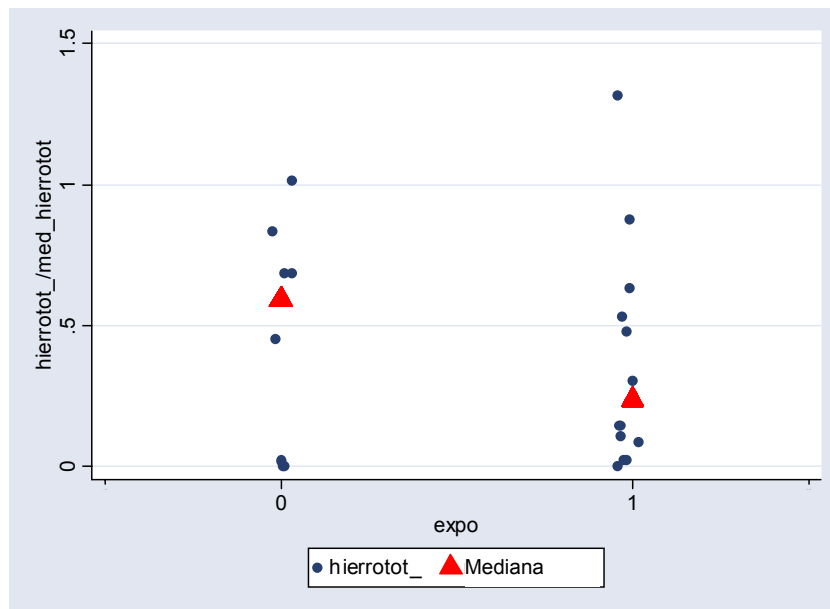
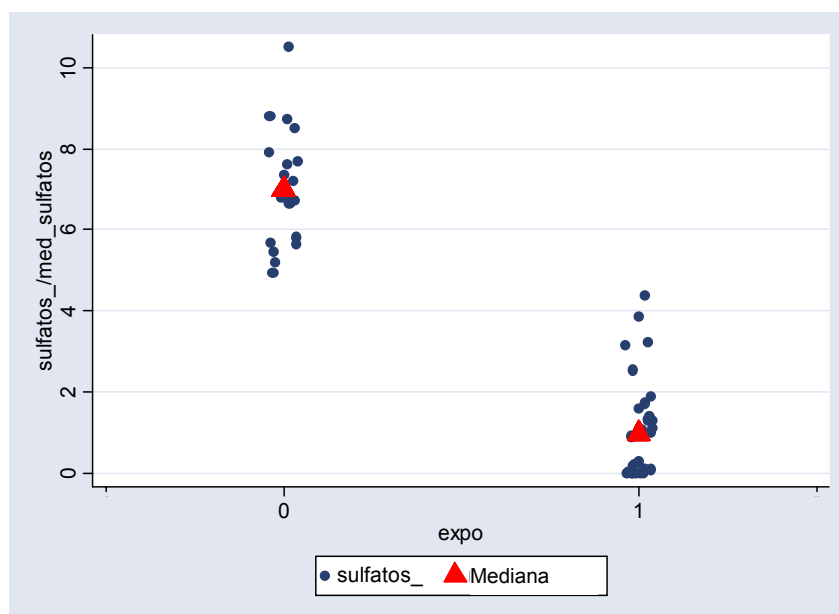


Figura 26. Sulfatos en zona control (0) y zona expuesta (1).
Agosto de 2005 a Enero de 2006.





8.3.1.4. Criterios microbiológicos

Los resultados del monitoreo del mes de agosto no fueron considerados ya que se midieron con la técnica de tubos múltiples que aplica a aguas residuales y las muestras se realizaron en acueducto y red de distribución.

En septiembre, hubo presencia de coliformes totales y de *Escherichia coli* tanto en nacederos como en la red en ambas zonas, expuesta y control. Además, en la zona control se observa que aumenta el número de colonias de coliformes totales entre la bocatoma y los puntos de red.

Tabla 38. Resultados del monitoreo de criterios microbiológicos. Septiembre de 2005.

Bacteriológicos														
Parámetro	Unidades	Norma D.475	Zona Expuesta						Zona Control				Norma Dec.1594	
			Mochuelo Alto			Mochuelo Bajo			Nacederos		Red de Distribución			
			P1 ¹	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P10	P11	P7	P8	P9		
Coliformes totales	UFC/100ml	0	300	300	20	5	0	300	300	0	0	300	1000	
Escherichia coli	UFC/100ml	0	300	0	0	0	0	10	300	0	0	0	2000NMP	

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En octubre, aparte de coliformes totales y *Escherichia coli*, se midió cloro residual. Al igual que en los meses anteriores, se encuentran coliformes en todos los puntos de medición tanto de zona expuesta como control, a excepción del punto 8 en zona control y un número mayor de colonias de coliformes totales entre la bocatoma y los puntos de red. En este mes no se detecta *Escherichia Coli*. En el punto 3 se encontraron niveles por debajo de la norma de cloro residual.

Tabla 39. Resultados del monitoreo de criterios microbiológicos. Octubre de 2005.

Bacteriológicos y Desinfección														
Parámetro	Unidades	Norma D.475	Zona Expuesta						Zona Control					Norma Dec.1594
			Mochuelo Alto			Mochuelo Bajo			Nacederos		Red de Distribución			
			P1 ¹	P3	P4	P5 ¹	P6	P10	P11	P7	P8	P9		
Coliformes totales	UFC/100ml	0	300	300	44	1	22	300	300	4	0	5	1000	
Escherichia coli	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000NMP	
Cloro residual	mg/l	0.2-1.0		N.D.	0.25	0.5	0.25			0.25	0.25	0.5		

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En el mes de noviembre persiste la presencia de coliformes en todos los puntos, incluidos nacederos y bocatomas, excepto de nuevo el punto 8 en donde el nivel fue 0; sin embargo, en este punto se encontraron niveles por debajo de la norma de cloro residual. No se encontró *Escherichia Coli* en ninguno de los puntos de medición. Los pozos de la Zona VIII igualmente presentan 300 UFC/100ml de coliformes totales, cifras admisibles para este tipo de aguas.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Tabla 40. Resultados del monitoreo de criterios microbiológicos. Noviembre de 2005.

Bacteriológicos y Desinfección																		
Parámetro	Unidades	Zona Expuesta						Zona Control					Norma Dec.1594	DONA JUANA ZONA VIII				
		Mochuelo Alto			Mochuelo Bajo			Nacederos		Red de Distribución				Pozo 2	Pozo 3	Pozo 4	Pozo 5	
		P1 ¹	P3	P4	P5 ¹	P6	P10	P11	P7	P8	P9	P12		P13	P14	P15		
Coliformes totales	UFC/100ml	300	250	100	11	0	300	300	0	0	0	1000	300	300	300	300		
Escherichia coli	UFC/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000NMP	0	0	0	0		
Cloro residual	mg/l		N.D.	0.5		0.5			0.5	0.1	0.25							

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En enero, se encontraron coliformes totales en bocatoma, nacederos y un punto de la red de distribución en zona expuesta. Además, se encontró *Escherichia coli* en una de las bocatoma y un punto de la red de distribución en la zona expuesta.

El cloro residual establecido para eliminar la contaminación bacteriana en la red se encontró en niveles inferiores a los establecidos en los puntos de M. Bajo (P5, P6) en la bocatoma y red respectivamente. En este último punto, el cloro residual estuvo por debajo de la norma. Además, en otros dos puntos de la zona expuesta en los cuales no hubo ni coliformes ni *Escherichia coli* el cloro residual estuvo por debajo de la norma. En la red de la zona control no se encontraron ni coliformes, ni *Escherichia coli* y los niveles de cloro residual estuvieron acordes con la norma.

Los pozos 2, 4 y 5 de la Zona VIII igualmente presentan altos niveles de coliformes totales.

Tabla 41. Resultados del monitoreo de criterios microbiológicos. Enero de 2006.

Parámetro	Unidades	Norma D. 475	Zona Expuesta						Zona Control					Norma Dec.1594	DONA JUANA ZONA VIII				
			Mochuelo Alto			Mochuelo Bajo			Nacederos		Red de Distribución				Pozo 2	Pozo 3	Pozo 4	Pozo 5	
			P1 ¹	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P10	P11	P7	P8	P9	P12		P13	P14	P15		
Coliformes totales	UFC/100ml	0	300	248	0	0	0	300	300	0	0	0	1000	300	0	300	300		
Escherichia coli	UFC/100ml	0	37	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2000NMP	0	0	0	0		
Cloro Residual	mg/l	0.2-1.0		N.D.	0.3	1.0	1.0			0.5	0.5	0.5							

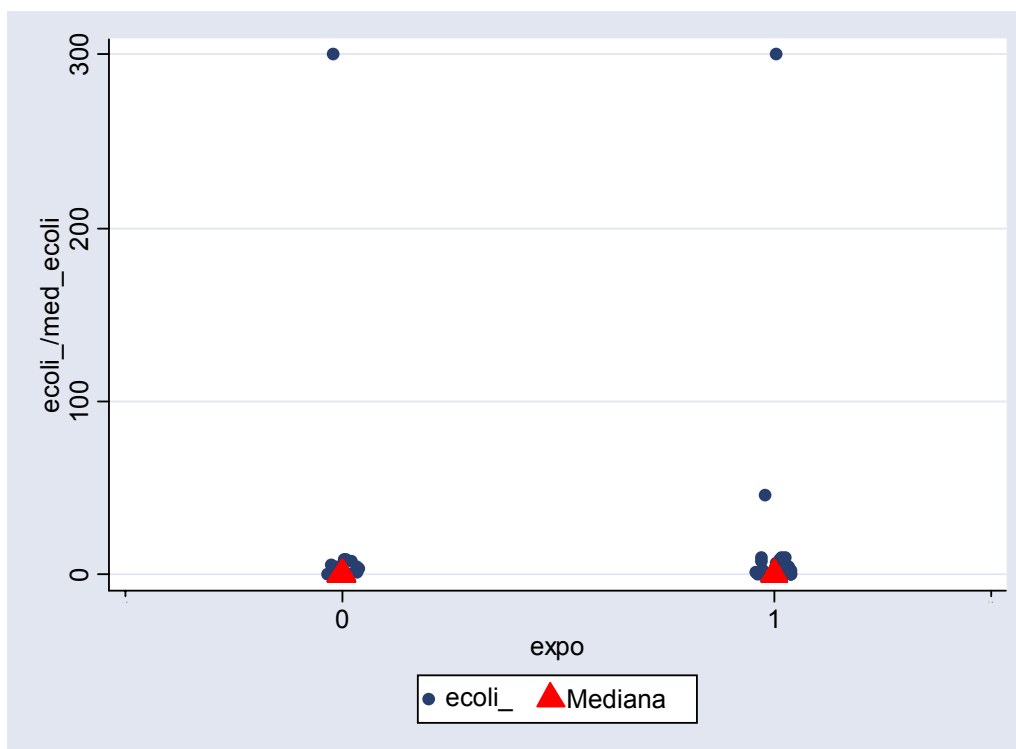
ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

A continuación se presenta el comportamiento de los parámetros biológicos, graficados según zona control y zona expuesta, indicando el valor de la mediana en estas dos zonas. Es importante anotar que es en la red de distribución en la cual la presencia de coliformes totales y de *Escherichia coli* puede plantear efectos negativos en la salud de la población.

En la zona expuesta la mediana de coliformes totales fue mayor en comparación con la zona control, aunque ambas por encima de la norma (mediana de 21 y de 2.2 ufc/100ml, respectivamente). Las diferencias fueron significantes (valor de p de kruskal wallis = 0.069).

Figura 28. Escherichia Coli en zona control (0) y zona expuesta (1).
Agosto de 2005 a Enero de 2006.



8.3.1.5.Otros parámetros de interés sanitario

A continuación, se presentan los resultados de la medición de los siguientes parámetros de interés sanitario en la calidad del agua: hidrocarburos totales, pesticidas organoclorados, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO). En agosto, no se detectaron hidrocarburos totales ni pesticidas organoclorados.

Tabla 42. Resultados del monitoreo de otros parámetros de interés sanitario. Agosto de 2005.

Otros											
Parámetro	Unidades	Norma	Zona Expuesta						Zona Control		
			Mochuelo Alto			Mochuelo Bajo			Red de Distribución		
			P1 ¹	P 2	P3	P 4	P 5 ¹	P 6	P7	P8	P9
Hidrocarburos Totales	mg/l		N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Pesticidas Organoclorados	mg/l		N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo; P6. Vvda-Mochuelo Bajo; P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

En noviembre, se hicieron mediciones adicionalmente en los pozos 2, 3, 4 y 5 del RSDJ. Se encontraron hidrocarburos totales en los pozos 4 y 5 (93.5 y 40 mg/l, respectivamente).

Tabla 43. Resultados del monitoreo de criterios microbiológicos. Noviembre de 2005.

Otros															
Parámetro	Unidades	Zona Expuesta					Zona Control				DONA JUANA ZONA VIII				
		Mochuelo Alto		Mochuelo Bajo			Nacederos		Red de Distribución		Pozo 2	Pozo 3	Pozo 4	Pozo 5	
		P1 ¹	P3	P4	P5 ¹	P6	P10	P11	P7	P8	P9	P12	P13	P14	P15
Hidrocarburos Totales	mg/l	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	93,5	40

NR. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

En enero, no se detectaron hidrocarburos totales ni pesticidas organoclorados en las zonas expuesta y control ni en los pozos del RSDJ. La DBO presento valores en el nacedero de la zona de la zona control y en los pozos de la zona VIII, son valores superiores a 1 mg/l que representan altas concentraciones de carga orgánica.

Se encontraron valores en la zona expuesta (Mochuelo Bajo) mientras que en la control no hubo reportes. Igualmente en los pozos 4 y 5 de la Zona VIII del RS. Se encontró una relación DBO/DQO menor a 0.2. En el punto 11 la relación fue de 0.18, en los pozos 4 y 5 fue de 0.14 y 0.10 respectivamente.

Tabla 44. Resultados del monitoreo de criterios microbiológicos. Enero de 2006.

Tabla 17. Resultados del monitoreo de entornos microbiológicos. Enero de 2006.																
Parámetro	Unidades	Norma D. 475	Otros													
			Zona Expuesta						Zona Control			DONA JUANA ZONA VIII				
			Mochuelo Alto		Mochuelo Bajo		Nacederos		Red de Distribución			Pozo 2	Pozo 3	Pozo 4	Pozo 5	
			P1 ¹	P3	P4	P5 ¹	P6	P10	P11	P7	P8	P9	P12	P13	P14	P15
Hidrocarburos Totales	mg/l		N.D.			N.D.		N.D.							N.D.	N.D.
Pesticidas Organoclorados	mg/l	0.0001	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.		N.D.	N.D.		N.D.	N.D.				
DBO	mg/l		N.D.		N.D.	N.D.		N.D.	3.0						5.0	5.0
DQO	mg/l		3.0		3.0	4.0		3.0	17.0						37.0	48.0

ND. No Detectado. (1) Bocatoma.

P1. Q. "La Porquera" Mochuelo Alto, P2. Vvda-Mochuelo Alto, P3. C.E.D Mochuelo Alto, P4. C.E.D Mochuelo Bajo, P5. Tanque de densificación "Aguas Calientes" M. bajo, P6. Vvda-Mochuelo Bajo, P7. Vivienda-Sta. Isabel, P8. C.E.D los Tejares, P9. Casa Vecinal Olivares, P10. Nacedero Finca "la Corraleja" Mochuelo Bajo, P11. Nacedero Vvda. Sta. Isabel.

8.3.2. Descripción de la calidad del aire

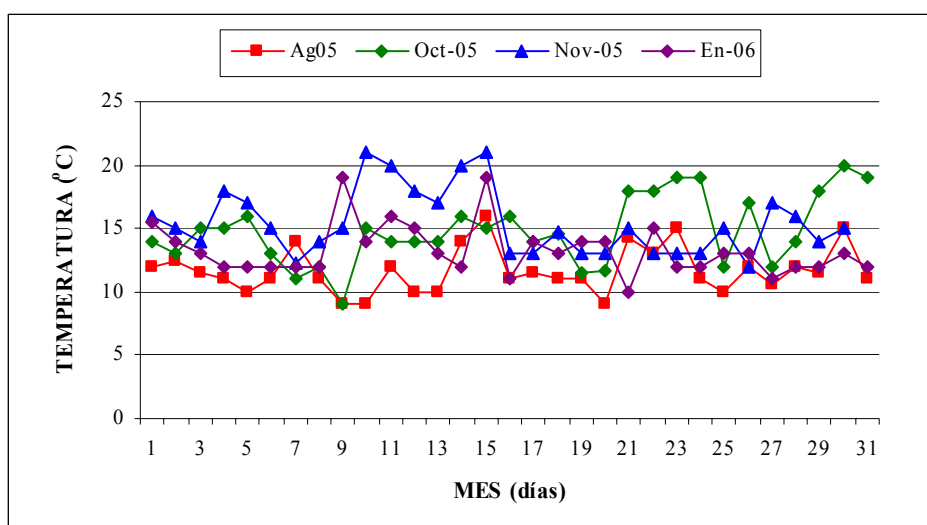
8.3.2.1. Resultados del monitoreo

En primera instancia se considera la información meteorológica imperante durante los días de monitoreo, que fue suministrada por PROACTIVA ESP. S.A. con base en información obtenida de la estación ubicada en predios del relleno. La información tiene relación con la temperatura, pluviosidad y evaporación entre los meses de agosto a noviembre del 2005 y enero de 2006, tiempo durante el cual se efectuaron las mediciones de calidad del aire (Figuras 28 a 30).

La temperatura durante el mes de agosto presento valores bajos fluctuando entre 9 y 16°C (Figura 28). Octubre presento valores ligeramente superiores a los de agosto pero al final

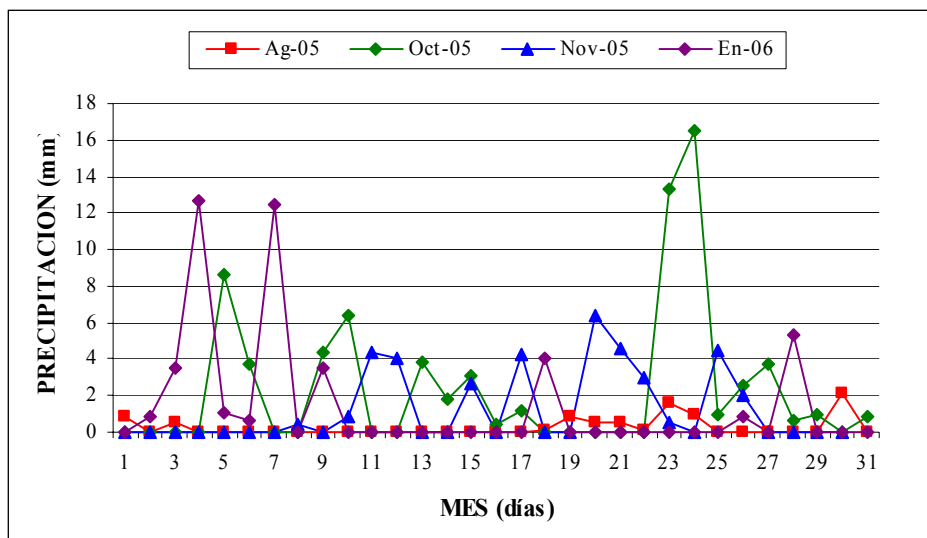
del mes se incrementaron significativamente con picos de hasta 20°C. El mes de noviembre presenta valores superiores a los anteriores meses con picos de hasta 21°C, mientras que el mes de Enero de 2006 presento un comportamiento similar al mes de agosto del 2005 con dos picos máximos de 19 °C los días 9 y 14, lapso de tiempo en el cual se presentaron las mayores temperaturas del mes.

Figura 29. Comportamiento de la Temperatura. Agosto a Noviembre de 2005 y Enero de 2006.



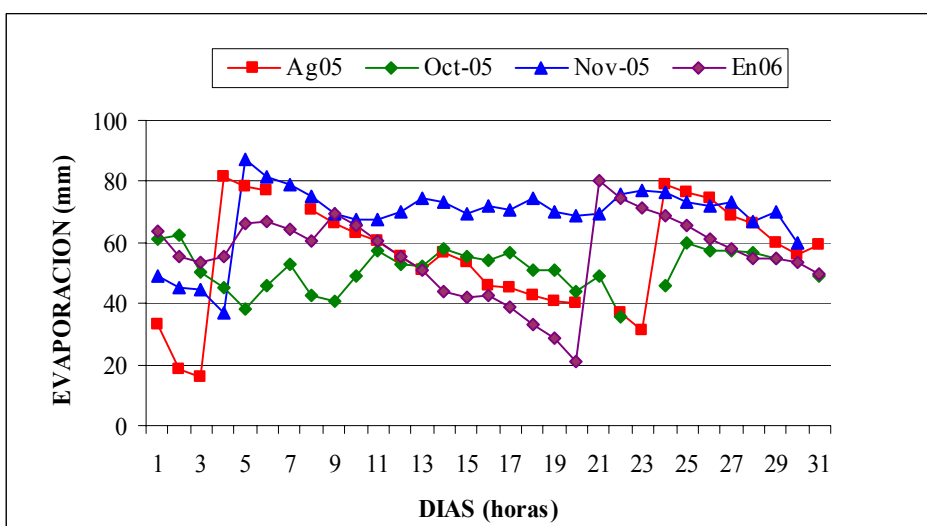
En cuanto a la precipitación el mes de agosto fue el más seco, durante octubre se incremento la frecuencia de las lluvias presentando 17 de 31 días con lluvia y valores picos los días 23 y 24 de hasta 16 mm. En noviembre se disminuyo la frecuencia de las precipitaciones, 12 de 30 días llovió pero con picos menores que los de octubre de hasta 6 mm (Figura 29). Enero de 2006 presento lluvias con picos de 12.7 mm en los primero días, el resto del tiempo tendió a comportarse como el mes de agosto del 2005.

Figura 30. Comportamiento de la Precipitación. Agosto a Noviembre de 2005 y Enero de 2006.



Se observa niveles bajos en la evaporación durante el mes de octubre, en el mes de noviembre se obtuvieron los valores mas altos en forma continua durante todo el mes, mientras que en agosto hubo una variabilidad muy marcada con un pico alto al inicio del mes y bajos casi al final (Figura 30). El mes de Enero de 2006, presentó un comportamiento similar al mes de Agosto de 2005.

Figura 31. Comportamiento de la Evaporación. Agosto a Noviembre de 2005 y Enero de 2006.





Como se mencionó en la metodología, los valores máximos permitidos en la legislación regional y los establecidos como guía por la OMS están referenciados a las condiciones propias del sitio en estudio considerando la presión y la temperatura, valores utilizados para ajustar el valor de la norma. Para el cálculo del estándar local, se asumió la temperatura mínima registrada durante el tiempo de monitoreo: 14 °C y la presión promedio para Bogotá. En el caso de la presión atmosférica, se tomó el valor reportado por el altímetro a 2800 msnm, altitud promedio de los sitios monitoreados, el dato fue de 544.62 mmHg.

8.3.2.1.1. Material Particulado (PM₁₀)

El monitoreo de material particulado se efectuó durante tres campañas. La primera se llevó a cabo simultáneamente del 4 al 23 de agosto de 2005 en la zona expuesta en Mochuelo Alto, Mochuelo Bajo y una vivienda cercana a la zona VIII del RSDJ; y en la zona control el monitoreo se llevó a cabo en Santa Isabel, Arizona y Olivares.

Se efectuó una segunda campaña entre el 18 de octubre y el 6 de noviembre de 2005. El monitoreo y los equipos se ubicaron con la misma distribución que en la primera campaña. Se realizó una tercera campaña en el mes de enero del 2006.

Los niveles de PM₁₀ en los diferentes puntos de monitoreo de la zona expuesta y control se muestran en la Tabla 45. En la zona control, en el barrio Arizona se registró el mayor promedio de PM₁₀ (31.10 µg/m³). En la zona expuesta, en la vivienda cercana al RSDJ se presentó el mayor promedio (44.87 µg/m³), el cual está por encima de la norma local (43.02 µg/m³).

Además, los valores de mediana y de los percentiles 25, 75 y 90 en Mochuelo Bajo y en la vivienda cercana al RSDJ presentan valores más altos que la zona control. El comportamiento del PM₁₀ en Mochuelo Alto es similar a la zona control.

En el barrio Santa Isabel se presentó el valor máximo de PM₁₀ (178.25 µg/m³), seguido de la medición reportada para la vivienda cercana al RSDJ (102.72 µg/m³).

Tabla 45. Distribución del PM₁₀, según puntos de medición en zona control y expuesta.

PM ₁₀	Zona Control			Zona Expuesta		
	Santa Isabel	Arizona	Olivares	Mochuelo Alto	Mochuelo Bajo	Vivienda vecina al RSDJ
Promedio	29.53	31.10	26.08	25.30	33.21	44.87
Mínimo	10.01	8.20	6.2	4.58	5.57	5.70
Percentil 10	12.80	11.93	10.05	6.79	11.23	17.72
Percentil 25	16.00	18.03	16.54	12.23	19.82	29.57
Mediana	22.58	27.81	22.04	20.31	35.42	39.47
Percentil 75	31.96	37.74	36.11	35.51	44.63	59.86

Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Percentil 90	45.23	62.28	48.55	51.8	54.12	79.00
Valor máximo	178.25	69.05	59.78	78.01	77.75	102.72

A continuación, se muestra el registro fotográfico de los filtros de PM₁₀ discriminados por campaña y puntos de monitoreo. Se analizaron los índices de opacidad de los filtros, los cuales están relacionados con el grado al cual las emisiones reducen la transmisión de la luz y oscurecen la visión de un objeto en el fondo.

Se observa que en los diferentes puntos de monitoreo y para cada una de las campañas, los índices de opacidad coinciden con los datos mostrados anteriormente.

Foto 1. Filtros de PM₁₀ utilizados en las tres campañas de monitoreo en Mochuelo Alto

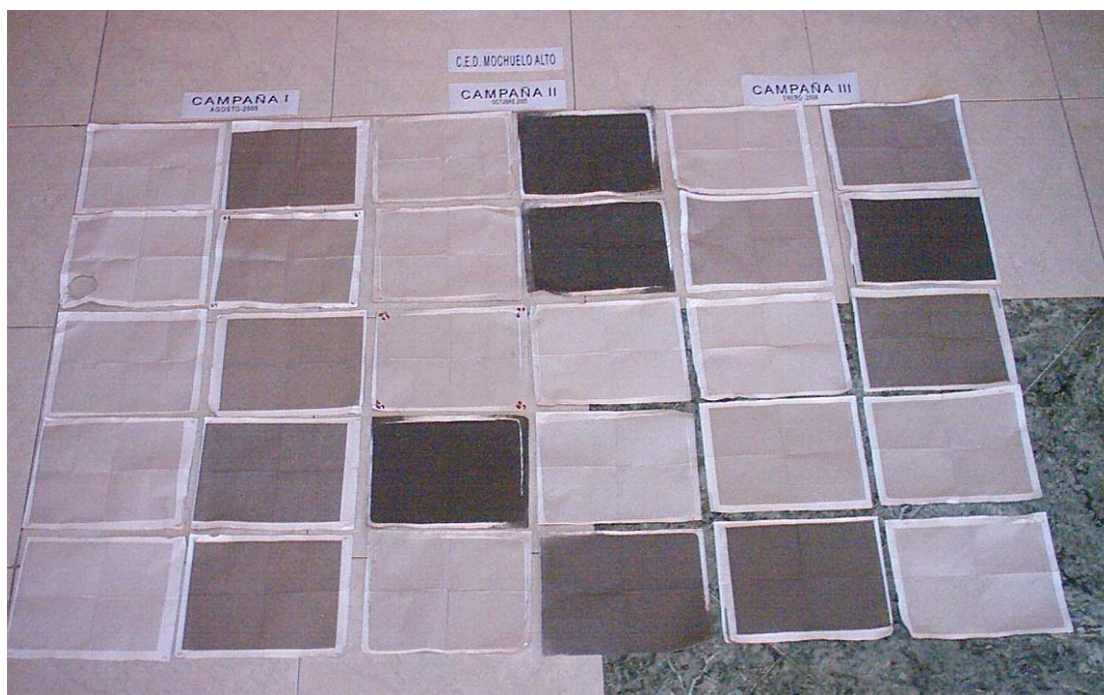


Foto 2. Filtros de PM₁₀ utilizados en las tres campañas de monitoreo en Mochuelo Bajo

Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

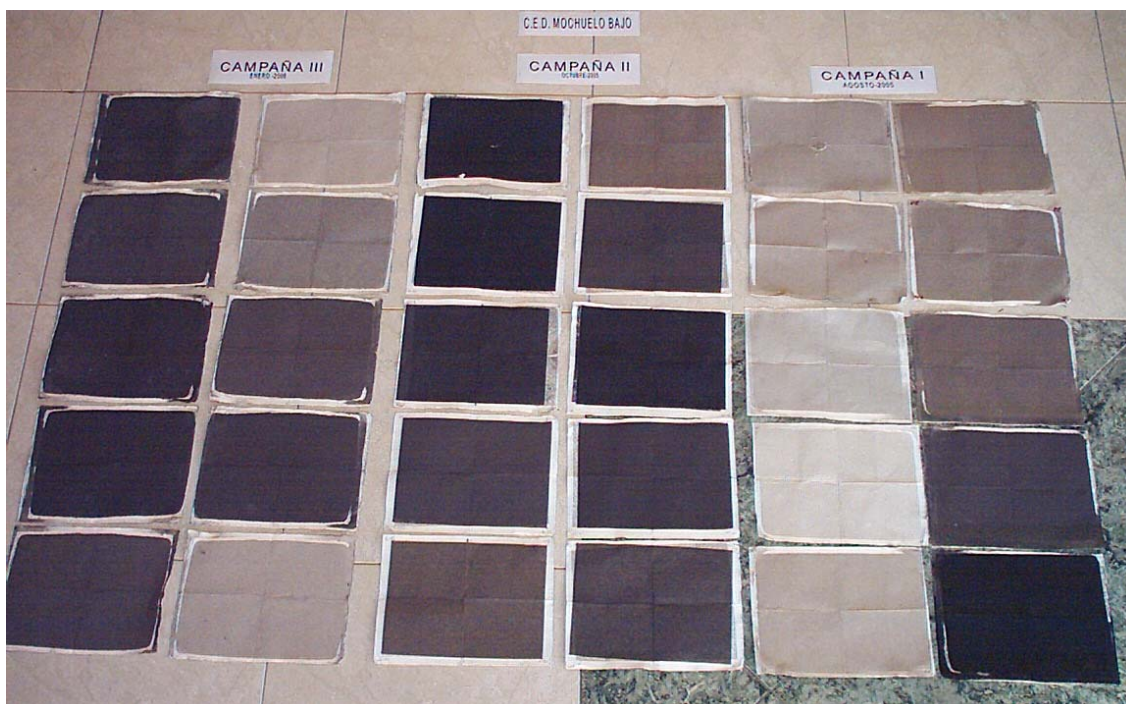


Foto 3. Filtros de PM₁₀ utilizados en las tres campañas de monitoreo en Santa Isabel

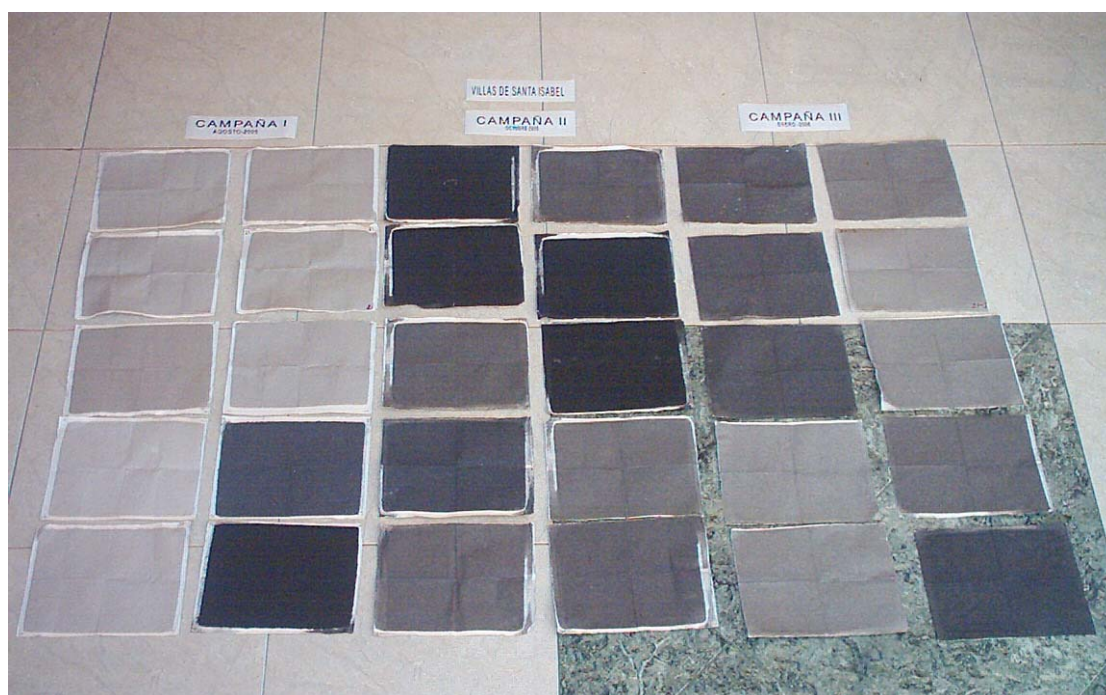


Foto 4. Filtros de PM₁₀ utilizados en las tres campañas de monitoreo en vivienda cercana al RSDJ



Foto 5. Filtros de PM₁₀ utilizados en las tres campañas de monitoreo en Arizona

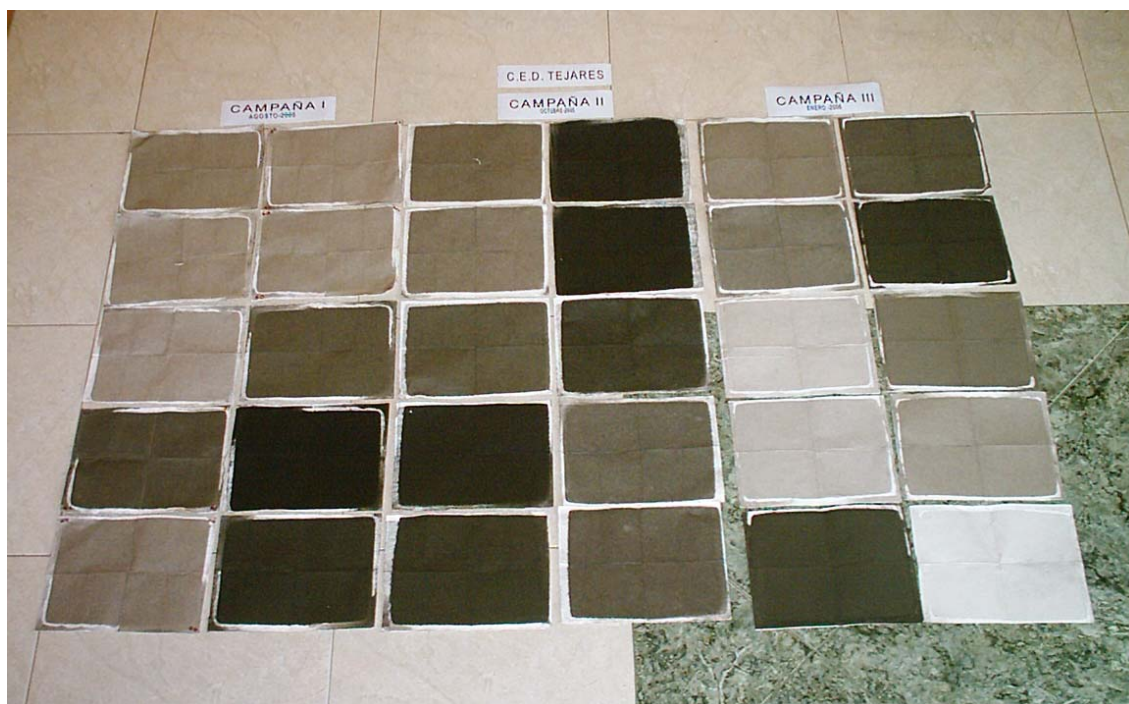
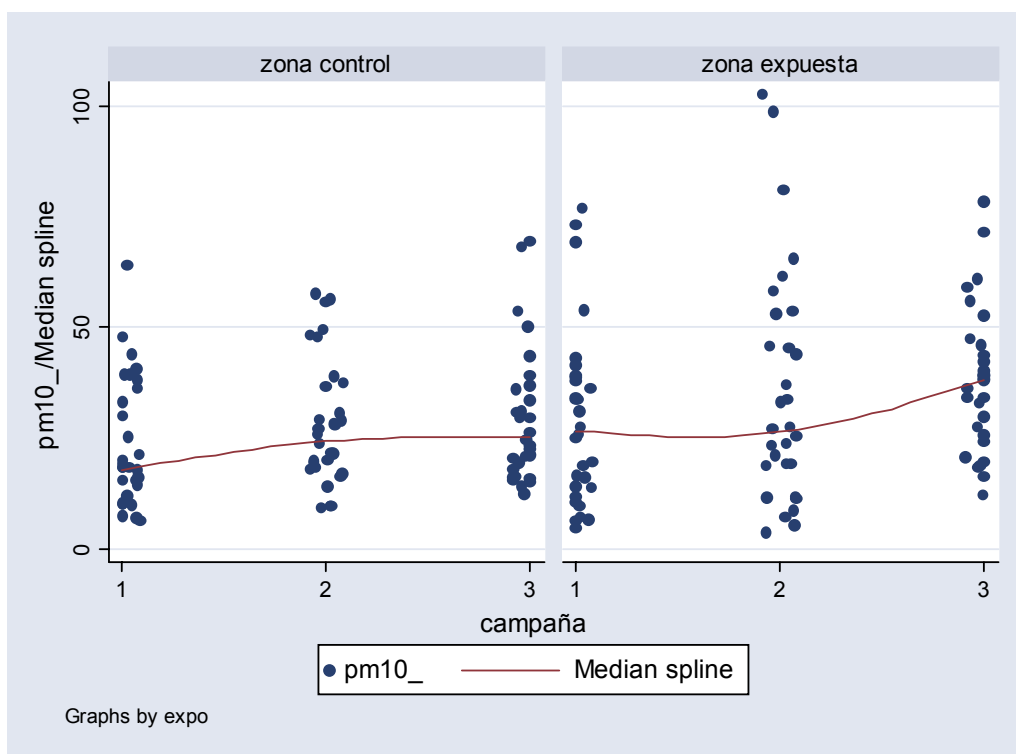


Foto 6. Filtros de PM_{10} utilizados en las tres campañas de monitoreo en Olivares



A continuación, se presenta el comportamiento del PM_{10} , graficado según zona control y zona expuesta e indicando el valor de la mediana en estas dos zonas, a lo largo de las tres campañas (Figura 31). En la zona expuesta la mediana de PM_{10} es de $31.86\mu g/m^3$, mayor que en la zona control ($23.26\mu g/m^3$). Esta diferencia es significativa (valor de p de kruskal wallis = 0.036).

Figura 32. Niveles de PM_{10} en zona control y zona expuesta. Agosto de 2005 a Enero de 2006.



Además, en la zona expuesta se encontró que en 25 de los 90 días del monitoreo (27.8%) el PM_{10} registró valores por encima de la norma ($43.02\mu g/m^3$), en comparación con 14 de 90 días (15.6%) en la zona control. Esta diferencia fue significativa ($p = 0.047$).

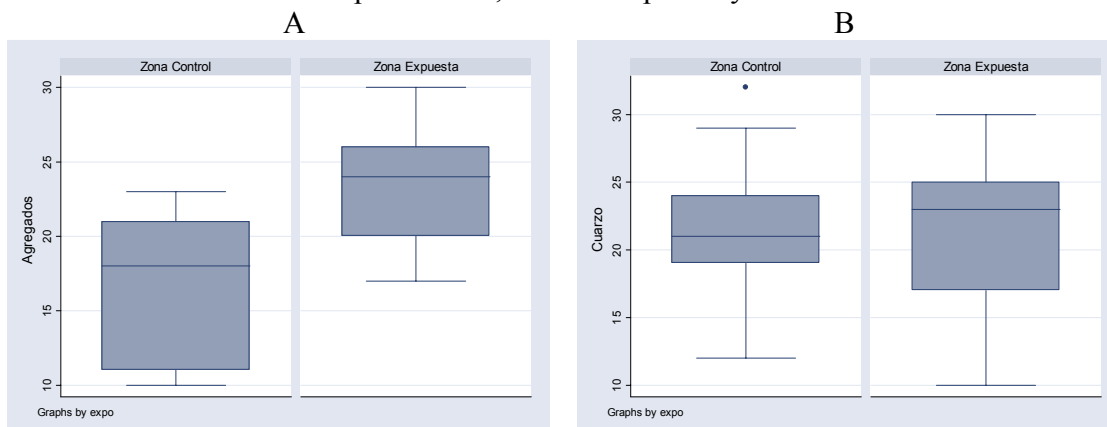
8.3.2.1.2. Análisis óptico del material particulado obtenido en los filtros de aire

Se analizaron 18 filtros de los 180 utilizados en el monitoreo de PM_{10} a lo largo de las tres campañas, 3 de cada uno de los 6 sitios de monitoreo tanto de la zona expuesta como de la zona control, uno por campaña.

A continuación, se muestra el comportamiento de las sustancias detectadas en el material particulado en la zona control y en la zona expuesta (Figuras 32 a 36).

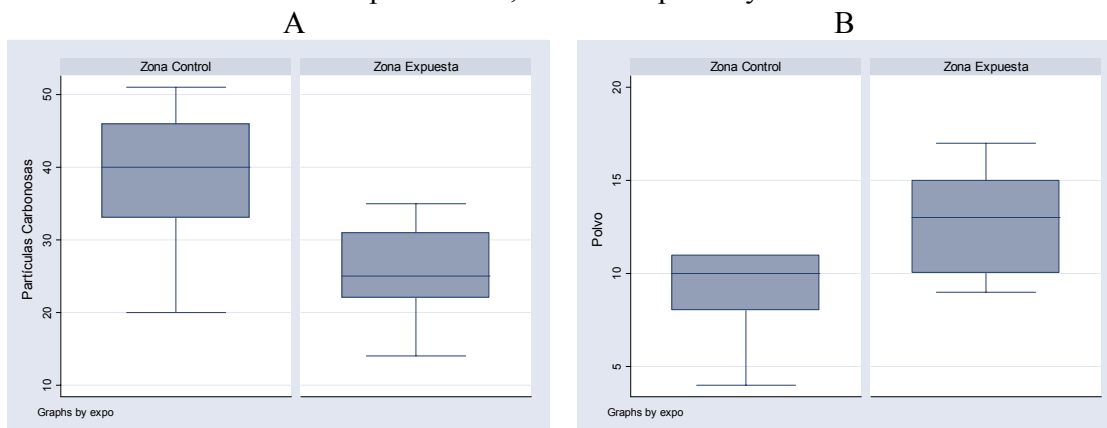
El porcentaje de agregados fue mayor en la zona expuesta en comparación con la zona control (mediana de 24% y 18%, respectivamente). Esta diferencia fue significativa (valor de p de kruskal wallis = 0.03). No se encontró diferencia en el porcentaje de cuarzo, el cual tuvo una mediana de 23% en la zona expuesta y de 21% en la zona control (valor de p de kruskal wallis = 0.79).

Figura 33. Boxplot del porcentaje de agregados (A) y de cuarzo (B) detectados en el material particulado, en zona expuesta y zona control.



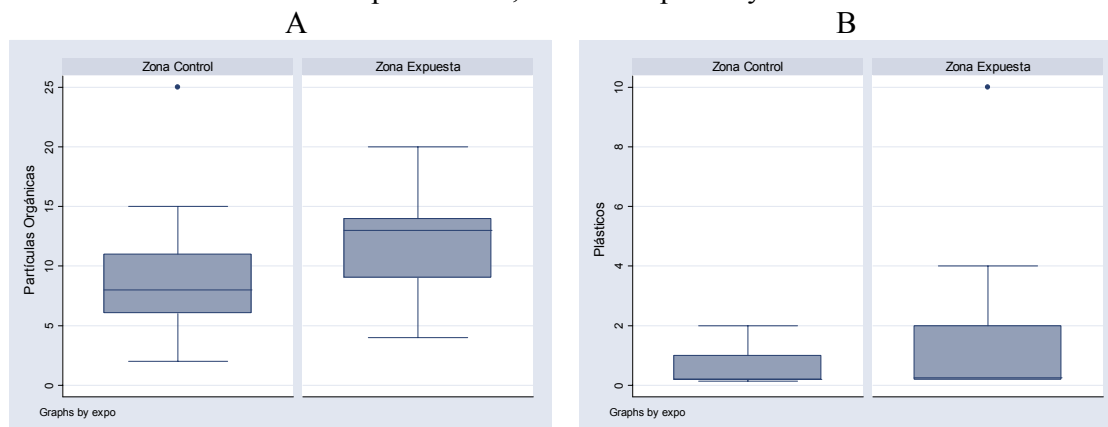
Se encontraron porcentajes mayores de partículas carbonosas en la zona control (40%) en comparación con la zona expuesta (25%). Esta diferencia fue significativa (valor de p de kruskal wallis = 0.008). Por otro lado, en la zona expuesta se detectaron mayores porcentajes de polvo (13%) en comparación con la zona control (10%). Esta diferencia estuvo en el límite de la significancia (valor de p de kruskal wallis = 0.055).

Figura 34. Boxplot del porcentaje de partículas carbonosas (A) y polvo (B) detectados en el material particulado, en zona expuesta y zona control.



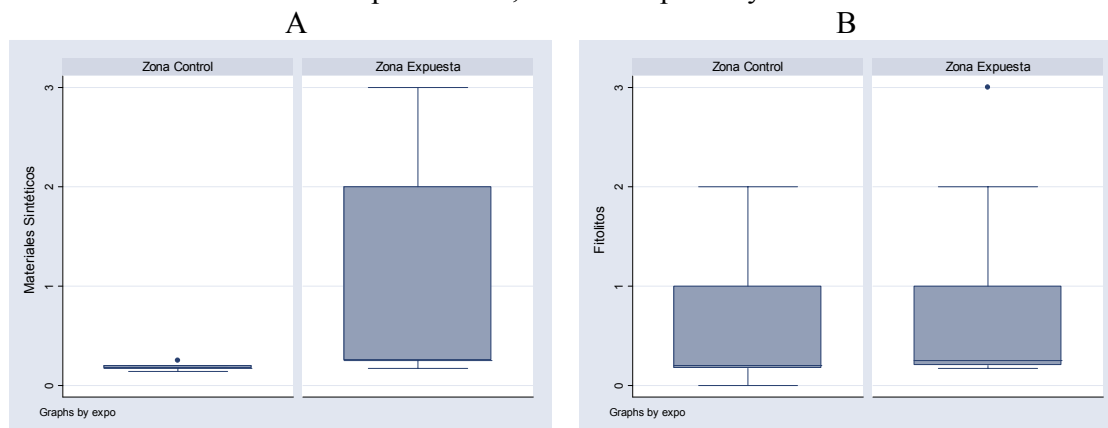
El porcentaje de partículas orgánicas fue mayor en la zona expuesta en comparación con la zona control (mediana de 13% y 8%, respectivamente). Sin embargo, esta diferencia no fue significativa (valor de p de kruskal wallis = 0.377). No se encontró diferencia entre las medianas del porcentaje de plástico entre la zona expuesta y la zona control (0.25% y 0.2%, respectivamente) (valor de p de kruskal wallis = 0.37). Además, el promedio fue mayor en zona expuesta (2.11%) en comparación con la zona control (0.76%); sin embargo, estas diferencias no fueron significantes (valor de p de t de student = 0.24).

Figura 35. Boxplot del porcentaje de partículas orgánicas (A) y plásticos (B) detectados en el material particulado, en zona expuesta y zona control.



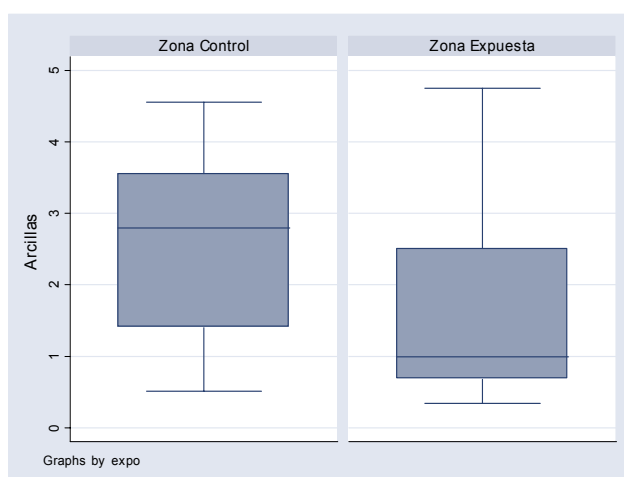
Se encontraron porcentajes mayores de materiales sintéticos en la zona expuesta (0.25%) en comparación con la zona control (0.17%). Esta diferencia fue significativa (valor de p de kruskal wallis = 0.012). No se encontró diferencia en el porcentaje de fitolitos entre la zona expuesta (0.25%) y la zona control (0.2%) (Valor de p de kruskal wallis = 0.055).

Figura 36. Boxplot del porcentaje de materiales sintéticos (A) y fitolitos (B) detectados en el material particulado, en zona expuesta y zona control.



El porcentaje de arcillas en la zona control (2.8%) fue mayor que en la zona expuesta (0.99%); pero esta diferencia no fue significativa (valor de p de kruskal wallis = 0.17). Ahora bien, el promedio fue mayor en zona control (2.52%) en comparación con la zona expuesta (1.67%); esta diferencia estuvo en el límite de la significancia (valor de p de t de student = 0.11).

Figura 37. Boxplot del porcentaje de arcillas detectado en el material particulado, en zona expuesta y zona control.



8.3.2.1.3. Óxidos de Azufre (SO₂)

El monitoreo de los óxidos de azufre se realizó en forma simultánea en los mismos puntos para el monitoreo de PM₁₀ tanto en zona expuesta como control. Los niveles de SO₂ en los diferentes puntos de monitoreo de la zona expuesta y control se muestran en la Tabla 46. En la zona control, en el barrio Olivares se registró el mayor promedio de SO₂ (1.0μg/m³). En la zona expuesta, en la vivienda cercana al RSDJ se presentó el mayor promedio (0.91μg/m³). Ambos valores no superan el valor de la norma local (54.76μg/m³).

Además, los valores de mediana y de los percentiles 25, 75 y 90 en todos los puntos de monitoreo de la zona control presentan valores más altos que los puntos de la zona expuesta a excepción de la vivienda cercana al RSDJ.

En el barrio Mochuelo Bajo se presentó el valor máximo de SO₂ (4.99μg/m³), seguido de la medición reportada en el barrio Olivares (3.85μg/m³) y en la vivienda cercana al RSDJ (3.33μg/m³).

Tabla 46. Distribución del SO₂, según puntos de medición en zona control y expuesta.

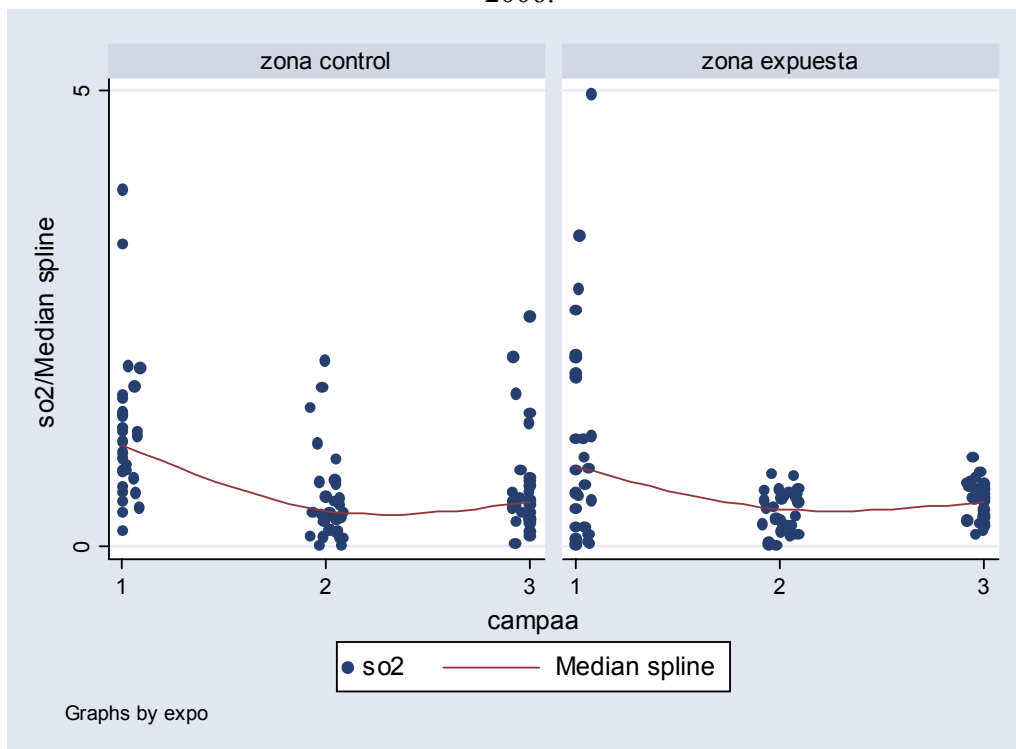
SO ₂	Zona Control			Zona Expuesta		
	Santa Isabel	Arizona	Olivares	Mochuelo Alto	Mochuelo Bajo	Vivienda vecina al RSDJ
Promedio	0.76	0.65	1.00	0.42	0.72	0.91
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12

Percentil 10	0.20	0.14	0.21	0.00	0.06	0.26
Percentil 25	0.32	0.26	0.52	0.13	0.26	0.38
Mediana	0.52	0.42	0.68	0.42	0.50	0.54
Percentil 75	0.94	0.86	1.36	0.60	0.70	1.13
Percentil 90	1.90	1.53	1.63	0.83	1.38	2.16
Valor máximo	2.38	2.05	3.85	1.16	4.99	3.33

A continuación se presenta el comportamiento del SO₂, graficado según zona control y zona expuesta e indicando el valor de la mediana en estas dos zonas, a lo largo de las tres campañas (Figura 37).

En la zona expuesta la mediana de SO₂ es de 0.495µg/m³, menor que en la zona control (0.52µg/m³). Esta diferencia está en el límite de la significancia (valor de p de kruskal wallis = 0.09).

Figura 38. Niveles de SO₂ en zona control y zona expuesta. Agosto de 2005 a Enero de 2006.



Los valores de SO₂ nunca estuvieron por encima de la norma. En la zona expuesta se registraron niveles de SO₂ en 83 de los 90 días del monitoreo (92.2%), en comparación con 86 de 90 días (95.6%) en la zona control. Esta diferencia no fue significativa (p exacta de fisher = 0.27).



8.3.2.1.4. Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX)

De todos los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC), se tuvieron en cuenta para el monitoreo en este estudio el benceno, el tolueno y el xileno (BTEX), dado que su presencia es común en los rellenos sanitarios.

La primera campaña de monitoreo para BTEX se realizó entre el 6 y el 28 de agosto de 2005, durante 10 días continuos cubriendo toda la zona de estudio. Sin embargo los datos obtenidos en ese monitoreo no se consideraron ya que por tratarse de un monitoreo no continuo se requería de una captura de datos por lo menos del 90%, y no fue posible obtenerlo. La segunda campaña se llevó a cabo a mediados de octubre y mediados de noviembre y una tercera campaña en enero del 2006.

- **Benceno**

Los niveles de benceno en los diferentes puntos de monitoreo de la zona expuesta y control se muestran en la Tabla 47. En la zona control, en el barrio Arizona se registró el mayor promedio de benceno (7.04 ppb). En la zona expuesta, en Mochuelo Alto, Mochuelo Bajo y en la vivienda cercana al RSDJ se presentaron promedios más altos que en la zona control (6.9, 5.43 y 3.9 ppb, respectivamente). Los promedios de benceno en todos los puntos de medición superan la norma local (0.98 ppb).

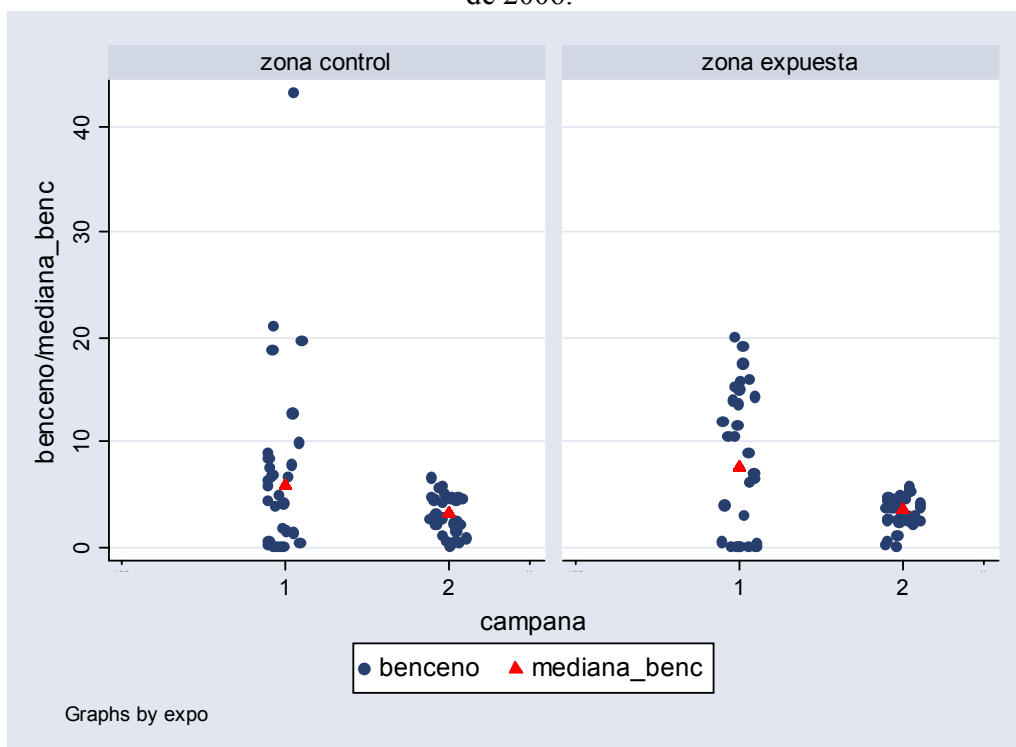
Los valores de mediana y de los percentiles 25 y 75 en todos los puntos de monitoreo de la zona expuesta presentan valores más altos que los puntos de la zona control. Los valores de benceno para el percentil 90 fueron mayores también la zona expuesta en comparación con la zona control a excepción de lo presentado en el barrio Arizona. Además, en este barrio se presentaron los valores máximos (43.34 ppb) seguido del registrado en el barrio Olivares (20.72 ppb) y el de Mochuelo Alto (19.77 ppb).

Tabla 47. Distribución del benceno según puntos de medición en zona control y expuesta.

Benceno	Zona Control			Zona Expuesta		
	Santa Isabel	Arizona	Olivares	Mochuelo Alto	Mochuelo Bajo	Vivienda vecina al RSDJ
Promedio	3.48	7.04	4.30	6.90	5.43	3.90
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Percentil 10	0.00	0.35	0.00	0.85	0.00	0.00
Percentil 25	0.14	1.70	0.92	2.94	0.86	0.09
Mediana	3.67	3.48	3.84	4.28	4	2.44
Percentil 75	6.10	6.24	4.36	11.79	9.65	4.67
Percentil 90	7.90	18.56	9.00	17.54	15.41	13.57
Valor máximo	8.96	43.34	20.72	19.77	16.45	16.22

A continuación se presenta el comportamiento del benceno, graficado según zona control y zona expuesta e indicando el valor de la mediana en estas dos zonas, a lo largo de las tres campañas (Figura 38). En la zona expuesta la mediana de benceno fue mayor (5.52 ppb) que en la zona control (4.53 ppb); esta diferencia fue significativa (valor de p de kruskal wallis = 0.0001).

Figura 39. Niveles de benceno en zona control y zona expuesta. Agosto de 2005 a Enero de 2006.



Además, en la zona expuesta se encontró que en 46 de los 60 días del monitoreo (76.7%) el benceno registró valores por encima de la norma (0.98 ppb), casi igual que en la zona control, en la cual en 45 de 60 días (75.0%) los valores superaron la norma ($p = 0.83$).

- **Tolueno**

En el barrio Arizona no se detectó tolueno en el aire. Los niveles de tolueno en los diferentes puntos de monitoreo de la zona expuesta y control se muestran en la Tabla 48. En la zona control, en Santa Isabel se registró el mayor promedio de tolueno (2.86 ppb). En la zona expuesta, el promedio más alto se registró en la vivienda cercana al RSDJ (2.52 ppb). Ninguno de los valores superaron la norma local (62.43 ppb).

Los valores más altos de tolueno para el percentil 90 se registraron en Olivares en la zona control y en la vivienda cercana al RSDJ en la zona expuesta. Además, el valor máximo mayor se encontró en Olivares (93.17 ppb), seguido en Santa Isabel (52.16) y en la vivienda cercana al RSDJ (38.83 ppb).

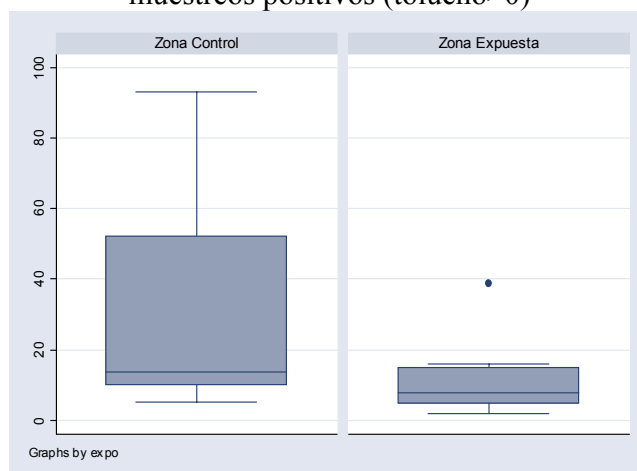
Tabla 48. Distribución del tolueno según puntos de medición en zona control y expuesta.

Tolueno	Zona Control			Zona Expuesta		
	Santa Isabel	Arizona	Olivares	Mochuelo Alto	Mochuelo Bajo	Vivienda vecina al RSDJ
Promedio	2.86	0.00	4.07	0.98	0.29	2.52
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Percentil 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Percentil 25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mediana	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Percentil 75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Percentil 90	5.16	0.0	7.69	2.47	0.0	8.61
Valor máximo	52.16	0.0	93.17	15.23	6.78	38.83

En la zona expuesta se encontró que en 10 de los 90 días del monitoreo (11.1%) el tolueno registró valores diferentes de 0 y nunca por encima de la norma (62.42 ppb), mientras que en la zona control esto sucedió en 7 de 90 días (7.8%) y una día se registró un valor por encima de la norma en Olivares (93.17 ppb); esta diferencia no es significativa ($p = 0.3$).

Dado que en solo 17 de las 180 mediciones, se registraron valores diferentes de 0, a continuación se muestra el análisis del comportamiento del tolueno en la zona control y en la zona expuesta cuando el tolueno fue detectado (Figura 39).

Figura 40. Boxplot de los niveles de tolueno en zona control y zona expuesta entre los muestreos positivos (tolueno>0)





La mediana de los niveles de tolueno en este grupo de datos, entre los expuestos fue de 7.98 ppb, mientras que en la zona control fue mayor, de 13.67 ppb. Esta diferencia estuvo en el límite de la significancia (valor de p de kruskal wallis = 0.11).

- **Xileno**

En Mochuelo Alto no se detectó xileno en el aire. Los niveles de xileno en los diferentes puntos de monitoreo de la zona expuesta y control se muestran en la Tabla 49. En la zona control, en el barrio Arizona se registró el mayor promedio de xileno (6.0 ppb). En la zona expuesta, el promedio más alto se registró en la vivienda cercana al RSDJ (10.67 ppb). En todas las ocasiones en que se detectó xileno en todos los puntos de monitoreo, los valores estuvieron muy por encima de la norma local (0.87 ppb).

Los valores más altos de xileno para el percentil 90 y el valor máximo se registraron también la vivienda cercana al RSDJ en la zona expuesta y en el barrio Arizona en la zona control (valores máximos de 187.53 y 88.49 ppb, respectivamente).

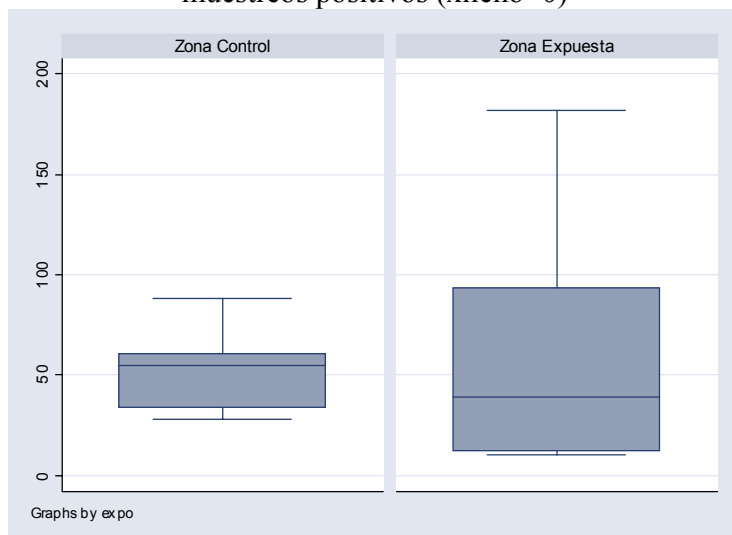
Tabla 49. Distribución del xileno según puntos de medición en zona control y expuesta.

Xileno	Zona Control			Zona Expuesta		
	Santa Isabel	Arizona	Olivares	Mochuelo Alto	Mochuelo Bajo	Vivienda vecina al RSDJ
Promedio	3.85	6.00	2.11	0	1.92	10.67
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Percentil 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Percentil 25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mediana	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Percentil 75	0	0	0	0	0	0
Percentil 90	0	16.88	0	0	0	22.46
Valor máximo	60.65	88.49	35.24	0	46.76	181.53

En la zona expuesta se encontró que en 6 de los 90 días del monitoreo (6.7%) el xileno registró valores diferentes de 0; en la zona control esto sucedió en 7 de 90 días (7.8%); esta diferencia no es significativa ($p = 0.5$).

Dado que en solo 13 de las 180 mediciones, se registraron valores diferentes de 0, a continuación se muestra el análisis del comportamiento del xileno en la zona control y en la zona expuesta cuando el xileno fue detectado (Figura 40).

Figura 41. Boxplot de los niveles de xileno en zona control y zona expuesta entre los muestreos positivos (xileno>0)



La mediana de los niveles de xileno en este grupo de datos, entre los expuestos fue de 39.52 ppb, mientras que en la zona control fue mayor, de 54.91 ppb. Sin embargo, esta diferencia no fue significativa (valor de p de kruskal wallis = 0.67).

8.3.2.1.5. Hidrocarburos Totales (Metano: CH₄)

El metano se midió tanto en zona expuesta como en zona control durante los períodos programados para las mediciones que abarcaron los meses de agosto, octubre, noviembre y enero. Los sitios de monitoreo fueron los mismos monitoreados para las otras sustancias.

En ninguna de las mediciones para todos los puntos de monitoreo, el nivel de CH₄ estuvo por debajo de los niveles de detección con el equipo y con la técnica utilizados en las tres campañas, que fue de 1000 ppm.

Debido a esto, el 9 de febrero de 2006 se llevó a cabo una nueva campaña de monitoreo de CH₄ en Mochuelo Alto, Mochuelo Bajo y puntos cercanos al RSDJ, con una técnica más sensible con un nivel de detección de 0 a 700 ppm. Los hallazgos de este monitoreo se muestran a continuación (Tabla 50).

Tabla 50. Niveles de CH₄ en puntos de monitoreo en la zona expuesta. Febrero de 2006.

Puntos de Monitoreo		CH ₄	Foto
Mochuelo Alto		0.0	7
Mochuelo Bajo		0.0	8
Puntos cercanos	Punto 1	0.0	9

al RSDJ		295	
		131	
		0	
		0	
	Punto 2	> 700	10
	Punto 3	194	11
	Punto 4	338	12
	Punto 5	638	13
	Punto 6	293	14

No se obtuvieron niveles detectables de CH₄ en Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo. En todos los puntos de monitoreo cercanos al RSDJ se detectaron niveles de CH₄ que fluctuaron entre 131 ppm en una de las mediciones del punto 1, superior a 700 ppm (límite superior del rango de medición del equipo) en el punto 2. En el punto 1 que está ubicado en una vivienda cercana al RSDJ se llevó a cabo 5 mediciones que variaron según la dirección del viento desde 0 hasta 295 ppm.

El punto 2 correspondió la chimenea de salida de gases de parte de la zona VIII, cuyo tubo esta doblado; el punto 3 registró los valores de CH₄ a una distancia aproximada de 10 metros; el punto 4 correspondió a una vía interna que pasa cerca de la zona VIII del RSDJ; el punto 5 registró los valores de CH₄ en una vía perimetral de la misma zona del relleno; y el punto 6 correspondió a una zona cercana a un punto de descarga de basura de la zona VIII.

Foto 7. Monitoreo de CH₄ en Mochuelo Alto



Foto 8. Monitoreo de CH₄ en Mochuelo Bajo



Foto 9. Monitoreo de CH₄ en el punto 1 cercano al RSDJ



Foto 10. Monitoreo de CH₄ en el punto 2 cercano al RSDJ



Foto 11. Monitoreo de CH₄ en el punto 3 cercano al RSDJ



Foto 12. Monitoreo de CH₄ en el punto 4 cercano al RSDJ

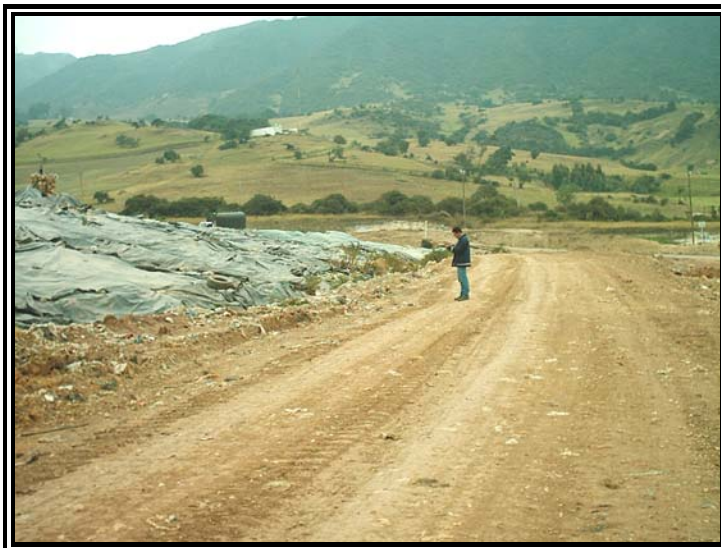


Foto 13. Monitoreo de CH₄ en el punto 5 cercano al RSDJ



Foto 14. Monitoreo de CH₄ en el punto 6 cercano al RSDJ



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final



8.4. Eventos adversos en salud en niños de 0 a 3 años

8.4.1. Descripción de la población

8.4.1.1. Características socio-demográficas

En el estudio se incluyeron un total de 444 niños entre 0 y 3 años (207 en la zona control y 237 en la zona expuesta). La Tabla 51 muestra la distribución por sexo y edad de los niños y su régimen de afiliación al sistema de seguridad social, y algunas características de los padres como nivel de escolaridad, edad y ocupación.

Tabla 51. Distribución de las características sociodemográficas de los niños de 0-3 años

VARIABLES	CONTROL		EXPUESTOS	
	n = 207	%	n = 237	%
Sexo				
Masculino	109	52.7	125	52.7
Femenino	98	47.3	112	47.3
Edad				
<12 meses	59	28.50	55	23.21
12-24 meses	37	17.87	47	19.83
>24 meses	111	53.62	134	56.96
Afiliación a seguridad social				
No afiliado	34	16.4	62	26.2
Afiliado	173	83.5	175	73.8
Régimen de afiliación				
Contributivo	78	37.7	63	41.6
Subsidiado	95	45.9	112	47.3
No afiliado	34	16.4	62	26.2
Edad de la madre				
<18 años	13	6.3	19	8.2
18-25 años	86	41.8	102	44.0
25-35 años	85	41.3	89	38.4
>35 años	22	10.7	22	9.5
Nivel de escolaridad de la madre				
Ninguna o primaria	52	25.4	114	48.9
Bachillerato	137	66.5	111	47.6
Universitaria o técnica	17	8.2	8	3.4
Ocupación de la madre(en el último mes)				
Trabajó	89	43.2	53	22.7
Hogar	102	49.5	165	70.8
Estudió	9	4.4	7	3.0
Buscó trabajo	6	2.9	8	3.4



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Edad del padre				
<25 años	48	25.8	84	39.4
25-35 años	91	48.9	81	38.0
35-45 años	35	18.8	32	15.0
>45 años	12	6.4	16	7.5
Nivel de escolaridad del padre				
Ninguna o primaria	61	33.1	133	62.7
Bachillerato	112	60.9	75	35.4
Universitaria o técnica	11	5.9	4	1.9
Ocupación del padre(en el último mes)				
Trabajó	179	96.2	201	93.5
Hogar	2	1.1	7	3.3
Estudió	1	0.5	2	0.9
Buscó trabajo	4	2.1	5	2.3
Nivel de ingresos				
<400.000 pesos	147	71.0	212	89.4
>400.000 pesos	60	28.9	25	10.5
Personas por vivienda				
<6 personas	112	54.1	177	75.0
>6 personas	95	45.89	59	25.0

Al comparar los grupos expuesto y control, se observan diferencias en la escolaridad de los padres, con un menor número de años cursados en los individuos de la zona expuesta. También existen diferencias en cuanto a ocupación de la madre, con mayor proporción en la zona control de madres que trabajan (43.2%), mientras que en el área expuesta las madres se dedican en su mayoría a oficios del hogar (70.8%). En cuanto al nivel de ingresos y el número de personas por vivienda también se encuentran también diferencias. En la zona expuesta, 10.5% de los hogares reportaron ingresos superiores a \$400.000, comparado con 28.9% de los hogares de la zona control; en la zona expuesta hay una mayor proporción de viviendas con más de 6 habitantes (75%) en comparación con la zona control en que sólo la mitad de los hogares son de ese tamaño.

8.4.1.2. Acceso a servicios públicos

En la Tabla 52 se muestra el acceso a los servicios públicos básicos, y no se observan diferencias entre la zona expuesta y la zona control.

Tabla 52. Acceso a Servicios Públicos

VARIABLES	CONTROL		EXPUESTOS	
	N	%	n	%
Agua				
No	0	0.0	3	1.3
Si	207	100.0	234	98.7



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Alcantarillado				
No	22	10.6	63	25.0
Si	185	89.4	174	73.4
Energía				
No	1	0.5	2	0.9
Si	206	99.5	235	99.1

8.4.1.3.Estado de vacunación y lactancia materna

En la zona expuesta se encontró una mayor proporción de niños vacunados y con esquema completo en comparación con la zona control. La proporción de niños que recibieron lactancia materna fue similar en ambos grupos.

Tabla 53. Vacunación y lactancia materna

VARIABLES	CONTROL		EXPUESTOS	
	n	%	n	%
Estado de vacunación				
Vacunado	166	80.2	206	86.9
No vacunado	41	19.81	31	13.1
Esquema completo				
Si	174	88.3	204	90.3
No	23	11.7	22	9.7
Lactancia				
Si	196	95.1	221	93.3
No	10	4.9	16	6.7

8.4.1.4.Exposición a ladrilleras

En la Tabla 54 se observa la proporción de individuos con exposición a ladrilleras. La zona expuesta al relleno sanitario presenta una mayor proporción de hogares con exposición a ladrilleras comparado con la zona control (30.9% con exposición alta a las ladrilleras – según distancia- en la zona control vs. 45.6% en la zona expuesta).

Tabla 54. Exposición a las ladrilleras

VARIABLES	CONTROL		EXPUESTOS	
	n	%	n	%
Exposición a ladrilleras				
Baja	143	69.1	129	54.4
Media/Alta	64	30.9	108	45.6

8.4.1.5.Exposición al RSDJ

Se calculó la proporción de tiempo vivido en el barrio con referencia a la edad del niño, los resultados se muestran en la Tabla 55 y son similares en ambas zonas. En cuanto a las horas

de permanencia en la casa, la mayoría permanecieron más de 12 horas y tampoco se observaron diferencias entre los grupos. Solamente 9 niños se encontraban menos de 12 horas en la casa, en ellos se verificó el barrio y la zona en que permanecían el resto del tiempo, encontrando que no salían de la zona del estudio definida para ellos.

Tabla 55. Tiempo de vivir en el barrio y horas de permanencia en la zona

VARIABLES	CONTROL		EXPUESTOS	
	n	%	n	%
Proporción de tiempo vivido en el barrio				
<0.5	36	18.1	49	21.1
0.5-1.0	163	81.9	183	78.9
Horas de permanencia en la casa				
<12 horas	8	3.9	1	0.42
12-24 horas	199	96.1	236	99.6

8.4.2. Análisis transversal de las medidas del peso y la talla

8.4.2.1.Score z de peso para la talla (whz)

La proporción de individuos con whz en valores extremos, es decir con valores menores a -2.0 desviaciones estándar (DE) y mayores a +2.0 DE, es similar en las zonas expuesta y control. En la zona control existe una menor proporción de niños con whz entre -2.0 DE y 0.0 DE al compararla con la zona expuesta (41.46% vs. 62.34%), y esta diferencia es significativa ($p < 0.001$).

Tabla 56. Distribución del score z de peso para la talla (whz)

WHZ	CONTROL		EXPUESTOS	
	n	%	n	%
<-2.0	4	1.95	2	0.87
-2.0 - 0.0	85	41.46	144	62.34
0.0 – +2.0	111	54.15	82	35.50
>+2.0	5	2.44	3	1.30

Pearson $\chi^2(3) = 19.2430$ Pr = 0.000

En la primera medición, el promedio del whz es mayor en el área control (0.11 vs.-0.18), y la diferencia es estadísticamente significativa con $p < 0.05$.

Tabla 57. Promedio del score z de peso para la talla

Grupo	n	Promedio	IC 95%
CONTROL	206	0.11	-0.07, 0.29
EXPUESTOS	232	-0.18	-0.33, -0.04
TOTAL	438	-0.05	-0.16, 0.07



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Diferencia*		0.29	0.07, 0.52
--------------------	--	------	------------

*Ha: dif > 0; t = 2.5598. P = 0.0054

Se realizó un modelo de regresión lineal univariado para whz. En la Tabla 58 se muestran los coeficientes de la regresión de las variables con $p < 0.15$ y otras variables que en la literatura se han reportado como factores determinantes del crecimiento pondo-estatural.

En la zona expuesta, el whz es en promedio 0.29 desviaciones estándar menor que en la zona control ($p < 0.05$). La mayor talla materna y el estar vacunado se asocian de manera significativa a mayor whz, mientras que los niños con episodios de diarrea en el último mes tuvieron en promedio un menor whz.

En cuanto a la edad de la madre, se observa una disminución significativa del whz en los hijos de las mujeres entre 18 y 35 años con respecto a las mujeres <18 años, en las mujeres >35 años esta disminución deja de ser significativa.

La ausencia de lactancia, el haber tenido alguna enfermedad en el último mes, el desempleo de la madre, el menor nivel de ingresos y el mayor número de personas por vivienda disminuyen el whz pero no de manera significativa.

Tabla 58. Modelo de regresión lineal univariado para score z de peso para la talla

Variable	Coeficiente	P
<i>Variables de exposición</i>		
Exposición a RSDJ	-0.29	<0.05
Exposición a ladrilleras	0.12	0.15
<i>Variables clínicas y biológicas</i>		
Talla materna (10 cm.)	0.26	<0.05
Enfermedad en el último mes	-0.18	0.12
Episodio de diarrea en el último mes	-0.27	<0.05
Ausencia de lactancia	-0.16	0.49
Niño vacunado	0.54	<0.05
<i>Variables sociodemográficas</i>		
Edad de la madre		
<18 años	0.52	
18-25 años	-0.62	<0.05
25-35 años	-0.62	<0.05
>35 años	-0.47	0.10
Dedicación de la madre en el último mes:		
Trabajo	-0.09	
Hogar	0.07	0.55
Estudió	0.27	0.38
Sin trabajo	-0.48	0.16



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Régimen de afiliación a seguridad social		
Contributivo	-0.12	
Subsidiado	0.05	0.67
No afiliado	0.23	0.14
Ingresos <\$400.000	-0.09	0.52
Personas por vivienda	-0.02	0.87

En el modelo de regresión lineal múltiple final, se observa que la exposición al relleno se asocia en el límite de la significancia ($p < 0.10$) a una disminución del whz en 0.24 DE, mientras que la mayor talla materna se asocia a mayor valor del whz. Las variables de régimen de afiliación a seguridad social, nivel de ingresos y número de personas por vivienda no tienen un efecto significativo en el índice de peso para la talla, pero se conservaron en el modelo para ajustar la exposición de interés principal (i.e. el RSDJ).

Tabla 59. Modelo de regresión lineal múltiple para el score z de peso para talla

WHZ	Coefficiente.	P	IC. 95%	
Exposición al RSDJ	-0.24	0.094	-0.52	0.04
Talla materna (+10 cm.)	0.24	0.035	0.02	0.47
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	0.21	0.207	-0.12	0.53
No afiliado	0.31	0.129	-0.09	0.70
Nivel de ingresos <\$400.000	-0.08	0.614	-0.41	0.24
Personas por vivienda	-0.10	0.513	-0.40	0.20

8.4.2.2.Score z de peso para la edad (waz)

La proporción de individuos con waz menor a -2.0 desviaciones estándar (DE) es mayor en la zona expuesta, mientras que la proporción mayor a +2.0 DE es ligeramente mayor en la zona control. En ambas zonas la mayor parte de la población se encuentra entre -2.0 DE y +2.0 DE.

Tabla 60. Distribución del score z de peso para la edad (waz)

WAZ	CONTROL		EXPUESTOS	
	n	%	n	%
<-2.0	25	12.08	46	19.74
-2.0 - 0.0	133	64.25	158	67.81
0.0 – +2.0	45	21.74	28	12.02
>+2.0	4	1.93	1	0.43

Pearson $\chi^2(3) = 12.6257$ Pr = 0.006



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

En la primera medición hecha al momento de la captación, el promedio del waz es mayor en el área control, y la diferencia es estadísticamente significativa con $p < 0.05$.

Tabla 61. Promedio del score z de peso para la edad

Grupo	n	Promedio	IC 95%	
CONTROL	207	-0.74	-0.93	-0.55
EXPUESTOS	234	-1.12	-1.28	-0.95
TOTAL	441	-0.94	-1.07	-0.82
Diferencia*		0.37	0.12	0.62

*Ha: $\text{dif} > 0$ $t = 2.9494$ $P = 0.001$

En la Tabla 62 se muestran los coeficientes del análisis lineal univariado con $p < 0.15$ y otras variables determinantes del crecimiento pondero-estatural. En la zona expuesta, el waz es en promedio 0.37 DE menor que en la zona control ($p < 0.05$). La mayor talla materna aumenta el waz de manera significativa, mientras que la ausencia de lactancia lo disminuye, aunque este último hallazgo no es significativo.

En cuanto a la edad de la madre, se observa una disminución del waz en los hijos de las mujeres mayores de 18 con respecto a las mujeres < 18 años, siendo significativa en el grupo de mujeres entre 25 y 35 años. Referente a la edad del padre, el waz tiende a disminuir en los hijos de los padres mayores de 25 años, pero esta diferencia no es significativa. Respecto a la escolaridad, se observa que entre aquellos padres con escolaridad secundaria aumenta el waz de los niños de manera significativa con respecto a aquellos en la categoría de referencia (primaria o ninguna); la misma tendencia se ve en comparación con el nivel de escolaridad universitario o técnico, pero esta diferencia no es significativa, probablemente debido al pequeño tamaño de muestra de esta categoría (25 madres y 15 padres con educación superior).

En cuanto a la dedicación de los padres, entre aquellos que estudian se observó un valor promedio mayor en el waz que es estadísticamente diferente, pero no hubo otras diferencias significativas con otras categorías. El menor nivel de ingresos y el mayor número de personas por vivienda disminuyen el waz pero no de manera significativa.

Tabla 62. Modelo de regresión lineal univariado para score z de peso para la edad

Variables	Coeficiente	P
Variables de exposición		
Exposición a RSDJ	-0.37	<0.05
Variables clínicas y biológicas		
Talla materna (+10 cm.)	0.65	<0.05
Ausencia de lactancia	-0.43	0.11
Variables sociodemográficas		



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Edad de la madre		
<18 años	-0.54	
18-25 años	-0.40	0.12
25-35 años	-0.53	<0.05
>35 años	-0.25	0.41
Escolaridad de la madre		
Primaria o ninguna	-1.24	
Bachillerato	0.52	<0.05
Universitaria o técnica	0.21	0.44
Dedicación de la madre		
Trabajo	-0.93	
Hogar	-0.01	0.92
Estudio	0.78	<0.05
Sin trabajo	-0.66	0.08
Edad del padre		
<25 años	0.81	
25-35 años	-0.20	0.19
35-45 años	-0.05	0.79
>45 años	-0.23	0.40
Escolaridad del padre		
Primaria o ninguna	-1.10	
Bachillerato	0.35	<0.05
Universitaria o técnica	0.027	0.94
Dedicación del padre		
Trabajo	-0.96	
Hogar	-0.15	0.74
Estudió	3.91	<0.05
Sin trabajo	0.41	0.35
Régimen de afiliación a seguridad social		
Contributivo	-0.85	
Subsidiado	-0.23	0.11
No Afiliado	0.11	0.51
Ingresos < \$400.000	-0.15	0.34
Personas por vivienda	-0.05	0.67

En el análisis múltiple, los niños con exposición al RSDJ presentan en promedio un menor waz en 0.28 DE, aunque este coeficiente no es significativo. Aumentos en el waz se observaron asociados con mayor talla materna, con una dedicación al estudio en los padres. No se encontraron otras variables asociadas con este índice.

Tabla 63. Modelo de regresión lineal múltiple para el score z de peso para la edad



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

WAZ	Coefficiente.	P	IC. 95%	
Exposición al RSDJ	-0.28	0.164	-0.66	0.11
Talla materna (+10 cm.)	0.46	0.003	0.16	0.77
Dedicación de la madre				
Hogar	-0.02	0.937	-0.44	0.41
Estudió	0.77	0.144	-0.26	1.80
Buscó trabajo	-0.58	0.361	-184.44	0.68
Dedicación del padre				
Hogar	-0.10	0.865	-1.22	1.03
Estudió	3.69	0.000	2.11	5.28
Buscó trabajo	0.30	0.546	-0.69	1.30
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	-0.27	0.220	-0.71	0.16
No afiliado	0.13	0.645	-0.42	0.68
Nivel de ingresos <\$400.000	0.09	0.659	-0.34	0.54
Personas por vivienda	-0.04	0.852	-0.45	0.37

8.4.2.3.Score z de talla para la edad (haz)

La proporción de individuos con haz menor a -2.0 DE es mayor en la zona expuesta, mientras que la proporción mayor a +2.0 DE es mayor en la zona control.

Tabla 64. Distribución del score z de talla para la edad

VARIABLES	CONTROL		EXPUESTOS	
	n	%	n	%
HAZ				
<-2.0	45	21.84	71	30.47
-2.0 - 0.0	139	67.48	148	63.52
0.0 – +2.0	16	7.77	13	5.58
>+2.0	6	2.91	1	0.43

Pearson chi2(3) = 8.3626 Pr = 0.039

En la primera medición, el promedio del haz es mayor en el área control, la diferencia es significativamente estadística con $p < 0.05$.

Tabla 65. Promedio del score z de talla para la edad

Grupo	n	Promedio	IC 95%	
CONTROL	206	-1.19	-1.42	-0.97
EXPUESTOS	234	-1.49	-1.61	-1.28
TOTAL	440	-1.35	-1.50	-1.20
Diferencia*		0.30	-0.01	0.60

Ha: dif> 0 t = 1.9221 P = 0.028



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Según el análisis univariado, en la zona expuesta, el haz es en promedio 0.30 DE menor que en la zona control ($p = 0.05$). La mayor talla materna aumenta el haz mientras que la ausencia de lactancia lo disminuye, ambos con $p < 0.05$.

En cuanto a la edad de la madre, se observa una disminución del haz en los hijos de las mujeres mayores de 18 años al compararlos con las mujeres < 18 años, siendo mas notoria la disminución en el grupo de mujeres entre 25 y 35 años, aunque esta diferencia no es significativa.

Respecto a la escolaridad de los padres, el resultado es similar al índice de peso para la edad (waz), el tener un nivel de bachillerato aumenta el haz de manera significativa con respecto a la categoría de referencia (primaria o ninguna), esto no es significativo en el nivel universitario o técnico probablemente debido al tamaño de muestra de esta categoría. En cuanto a la dedicación de los padres, el estudiar tiene un efecto positivo en el haz y es significativo estadísticamente, no hay significancia estadística en las otras categorías. Al comparar el índice de talla para la edad según los regimenes de afiliación, los niños del régimen subsidiado tienen en promedio un haz 0.33 DE menor que los del régimen contributivo ($p = 0.05$).

En este grupo de estudio, el menor nivel de ingresos y el mayor número de personas por vivienda no se encontraron asociados al valor del haz.

Tabla 66. Modelo de regresión lineal univariado para score z de talla para la edad

Variable	Coefficiente	P
Variables de exposición		
Exposición a RSDJ	-0.30	0.05
Variables clínicas y biológicas		
Talla materna (+ 10 cm.)	0.69	<0.05
Ausencia de lactancia	-0.65	<0.05
Variables sociodemográficas		
Edad de la madre		
<18 años	-1.07	
18-25 años	-0.19	0.53
25-35 años	-0.42	0.18
>35 años	-0.17	0.65
Escolaridad de la madre		
Primaria o ninguna	-1.70	
Bachillerato	0.59	<0.05
Universitaria o técnica	0.31	0.37



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Dedicación de la madre		
Trabajo	-1.35	
Hogar	-0.03	0.86
Estudió	0.98	<0.05
Sin trabajo	-0.48	0.28
Escolaridad del padre		
Primaria o ninguna	-1.49	
Bachillerato	0.31	0.07
Universitaria o técnica	0.19	0.44
Dedicación del padre		
Trabajo	-1.37	
Hogar	-0.06	0.90
Estudió	4.16	<0.05
Sin trabajo	0.44	0.41
Régimen de afiliación		
Contributivo	-1.19	
Subsidiado	-0.33	0.05
No afiliado	0.01	0.96
Ingresos <\$400.000	-0.12	0.51
Personas por vivienda	0.01	0.97

En el análisis múltiple, no se observó asociación entre la exposición al relleno y el índice de talla para la edad. En contraste, la asociación entre la talla materna y el haz del niño sigue siendo altamente significativa. Respecto a la dedicación de los padres, se mantiene el hecho de encontrar un promedio del haz mayor entre aquellos dedicados al estudio. Por otra parte, se encuentra que los niños afiliados en el régimen subsidiado, presentan un haz 0.62 DE menor al compararlos con los del régimen contributivo ($p < 0.05$). Las otras variables no tienen un efecto significativo sobre este índice.

Tabla 67. Modelo de regresión lineal múltiple para el score z de talla para la edad

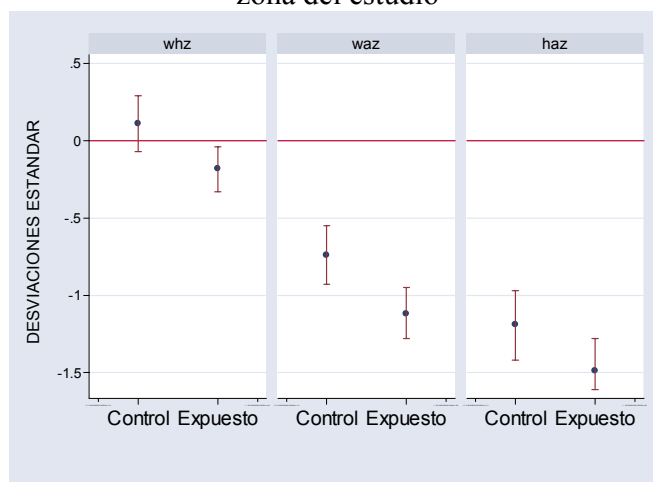
HAZ	Coefficiente.	P	IC. 95%	
Exposición al RSDJ	-0.07	0.778	-0.57	0.43
Talla materna (+ 10 cm.)	0.53	0.009	0.13	0.92
Dedicación de la madre:				
Hogar	0.05	0.856	-0.49	0.60
Estudió	1.62	0.016	0.30	2.94
Buscó trabajo	0.01	0.991	-1.60	1.62
Dedicación del padre:				
Hogar	-0.16	0.830	-1.59	1.28
Estudió	3.98	0.000	1.96	6.01
Sin trabajo	0.20	0.754	-1.07	1.47

Régimen de afiliación:				
Subsidiado	-0.62	0.032	-1.18	-0.05
No afiliado	-0.15	0.672	-0.86	0.55
Ingresos <\$400.000	0.10	0.725	-0.47	0.67
Personas por vivienda	0.02	0.954	-0.51	0.54

En resumen, el análisis crudo de las mediciones de whz, waz y haz entre las zonas expuesta y control mostró una tendencia consistente a menores valores de estos índices en la zona expuesta (Figura 41). Los valores del haz fueron los que se encontraron más lejos de la población de referencia (distantes de cero), pero las diferencias debidas a la exposición de interés (RSDJ) en los modelos de regresión múltiple sólo alcanzaron significancia límite ($p < 0.10$) en los whz.

Estos hallazgos necesitan evaluarse además durante el seguimiento para determinar la dinámica de los cambios de estos indicadores con el tiempo y ajustar por covariables que cambian durante el estudio, como la ocurrencia de morbilidad.

Figura 42. Promedios e intervalos de confianza crudos de cada uno de los score-z según zona del estudio



8.4.3. Análisis longitudinal de la velocidad de crecimiento

8.4.3.1. Score z de los índices antropométricos

En las Tablas 68, 69 y 70, se muestran los promedios de los score z de los índices de peso para talla (whz), peso para edad (waz) y talla para la edad (haz) por cada seguimiento. En las tres visitas en que se realizó medición del peso y la talla, se observa un menor promedio de los índices en los expuestos, siendo mayor la diferencia en peso para la talla (whz).



Tabla 68. Promedio del score z de peso para la talla (whz), y número de niños por visita

	Mediciones	1	2	3
Control	whz	0.11	0.09	0.31
	n	206	136	108
Expuestos	whz	-0.18	-0.02	-0.36
	n	232	177	134
Total	whz	-0.04	0.03	-0.06
	n	438	313	242

Tabla 69. Promedio del score z de peso para la edad (waz), y número de niños por visita

	Mediciones	1	2	3
Control	waz	-0.74	-0.75	-0.64
	n	207	139	110
Expuestos	waz	-1.12	-0.93	-1.16
	n	234	181	135
Total	waz	-0.94	-0.85	-0.93
	n	441	320	245

Tabla 70. Promedio de score z de talla para la edad (haz), y número de niños por visita

	Mediciones	1	2	3
Control	haz	-1.20	-1.15	-1.24
	n	206	136	108
Expuestos	haz	-1.49	-1.43	-1.42
	n	234	178	134
Total	haz	-1.35	-1.31	-1.34
	n	440	314	242

Un análisis gráfico de tendencias con técnicas de suavización (i.e.; método de “splines” de medianas) de los valores del score z a lo largo del estudio, muestra que durante el seguimiento se observó una tendencia ascendente en los índices whz y waz (Figuras 42 y 43) de los niños de la zona control y en contraste una tendencia descendente de estos dos índices en la zona expuesta. A diferencia de lo anterior, el análisis gráfico sugiere que el índice haz (Figura 44) presenta una tendencia estable durante los 6 meses de seguimiento en ambas zonas del estudio.

Figura 43. Análisis de tendencias del whz (splines de medianas) durante el seguimiento



Figura 44. Análisis de tendencias del waz (splines de medianas) durante el seguimiento

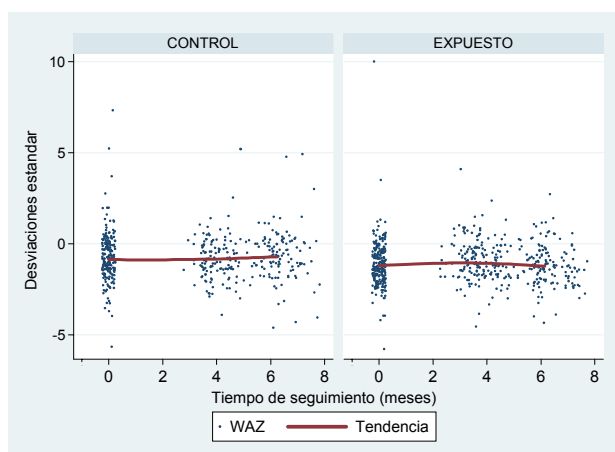
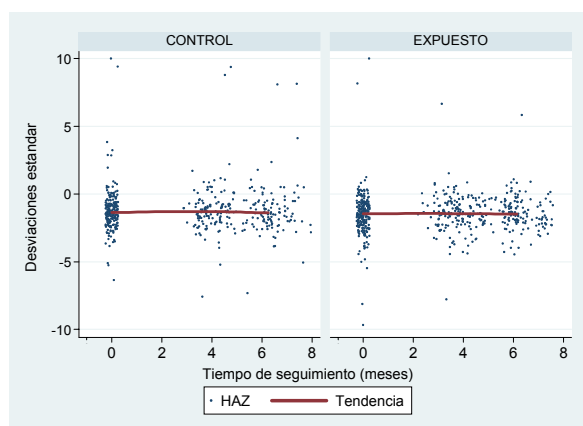


Figura 45. Análisis de tendencias del whz (splines de medianas) durante el seguimiento



8.4.3.2. Mediciones de talla y peso

En las mediciones crudas de talla y peso se observó una pequeña diferencia del peso al comparar la zona expuesta con la zona control en las tres visitas, con menor peso en los niños expuestos al RS. En las mediciones de la talla no se encontraron diferencias consistentes entre las dos zonas durante las tres mediciones del estudio. En estas comparaciones crudas del peso y la talla se debe tener en cuenta sin embargo que las posibles diferencias en la distribución de la edad o del sexo pueden explicar parcial o totalmente las diferencias observadas entre las zonas.

Tabla 71. Promedio de peso en kilogramos por visita

	Mediciones	1	2	3
Control	Peso(kg)	10.94	11.91	12.44
	n	207	139	110
Expuestos	Peso(kg)	10.69	11.86	11.95
	n	234	181	135
Total	Peso(kg)	10.81	11.88	12.17
	n	441	320	245

Tabla 72. Promedio de talla en centímetros

	Mediciones	1	2	3
Control	Talla(cm)	80.60	84.44	85.41
	n	206	136	108
Expuestos	Talla(cm)	80.60	84.27	86.12
	n	234	178	134
Total	Talla(cm)	80.60	84.34	85.80
	n	440	314	242

Las siguientes gráficas muestran las tendencias de las mediciones de peso y talla. En la Figura 45 se muestran las mediciones del peso y, como era de esperar, durante el seguimiento se observa una tendencia ascendente en ambas zonas, pero con una tendencia al aplanamiento de la pendiente de crecimiento en la zona expuesta. Los análisis de las tendencias de la talla sugieren pendientes de crecimiento similares en ambas zonas (Figura 46).

Figura 46. Análisis de tendencias del peso (splines de medianas) durante el seguimiento en zona expuesta y control

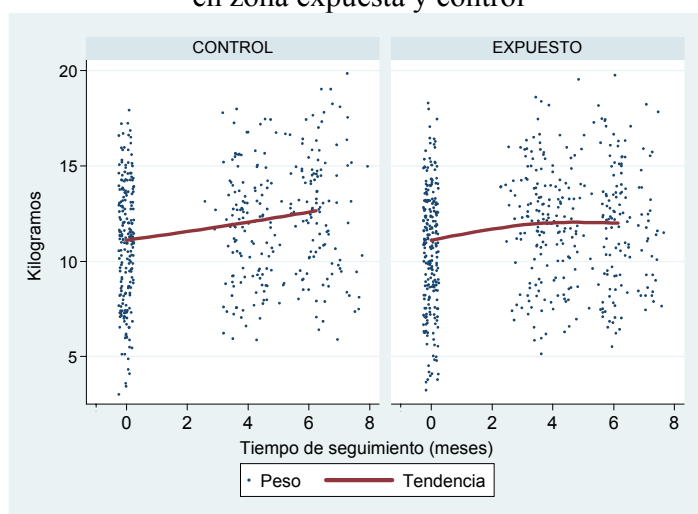
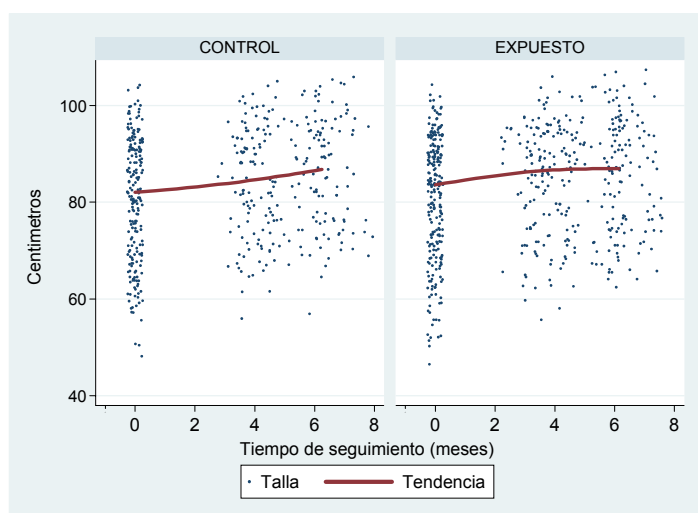


Figura 47. Análisis de tendencias de la talla (splines de medianas) durante el seguimiento en zona expuesta y control



8.4.3.3. Análisis de las tendencias en los score-z durante el seguimiento mediante modelos longitudinales para regresión lineal multivariada (modelos de estimación de ecuaciones generalizadas-GEE)

Con base en los resultados obtenidos a la captación con los modelos de regresión lineal múltiple y teniendo en cuenta el marco teórico sobre los factores que influyen en el crecimiento de los niños, se construyeron modelos longitudinales por estimaciones con ecuaciones generalizadas (GEE) para cada uno de los índices.

El efecto de la exposición al RSDJ durante el seguimiento es consistente con lo visto en la captación, pero alcanzó niveles de mayor significancia. Específicamente, los niños expuestos al relleno tuvieron en promedio -0.35 DE de whz ($p = 0.018$; IC95%: -0.64, -0.06), -0.24 DE de waz ($p = 0.153$; IC95%: -0.56, 0.10) y -0.12 DE de haz ($p = 0.59$; IC95%: -0.55, 0.32) luego de ajustar por la talla de la madre, la ocurrencia de enfermedad en el último mes, los ingresos familiares, el tamaño de la familia, la dedicación de la madre y del padre, y el tipo de régimen de seguridad social.

En estos modelos otra variable resultado de interés es la pendiente de cambio de los índices durante el seguimiento (i.e.; tiempo de seguimiento en meses) y para estimar el efecto del RS en estas pendientes se construyeron modelos estratificados para la zona control y la zona expuesta para cada uno de los 3 índices. Dada la diferencia en la velocidad de crecimiento entre los menores y mayores de 24 meses se estratificó también por esos dos grupos de edad dentro de cada zona.

Tabla 73. Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del WHZ entre niños <24 meses de la zona control.

WHZ	Coeficiente.	P	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento (1 mes)	-0.01	0.82	-0.09	0.07
Enfermedad en el último mes	0.07	0.81	-0.52	0.66
Episodio de diarrea en el último mes	-0.25	0.39	-0.85	0.33
Talla materna (+10 cm.)	0.36	0.36	-0.41	1.13
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	0.76	0.14	-0.26	1.8
No afiliado	0.48	0.48	-0.88	1.8
Ingresos < \$400.000	-0.04	0.50	-0.16	0.07
Personas por vivienda	0.44	0.34	-1.37	0.47

Tabla 74. Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del **WHZ** entre niños <24 meses de la zona **expuesta**.

WHZ	Coefficiente.	P	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento (1 mes)	-0.04	0.08	-0.09	0.00
Enfermedad en el último mes	-0.09	0.58	-0.43	0.24
Episodio de diarrea en el último mes	-0.15	0.41	-0.50	0.20
Talla materna (+10 cm.)	0.40	0.01	0.07	0.73
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	0.19	0.52	-0.40	0.78
No afiliado	0.04	0.89	-0.55	0.64
Ingresos <\$400.000	0.07	0.06	0.00	0.15
Personas por vivienda	0.19	0.41	-0.27	0.67

Se observa una tendencia a una menor velocidad de crecimiento en los niños <24 meses de la zona expuesta con respecto a los de la zona control. Al incluir un termino de interacción este no fue estadísticamente significativo (p=0.44).

Tabla 75. Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del WHZ entre niños >24 meses de la zona control.

WHZ	Coefficiente.	P	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento (1 mes)	0.04	0.05	0.00	0.08
Enfermedad en el último mes	0.11	0.40	-0.15	0.38
Episodio de diarrea en el último mes	0.05	0.77	-0.29	0.39
Talla materna (+10 cm.)	0.05	0.78	-0.33	0.44
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	-0.30	0.21	-0.80	0.18
No afiliado	-0.01	0.56	-0.95	0.52
Ingresos < \$400.000	-0.01	0.62	-0.06	0.04
Personas por vivienda	0.21	0.35	-0.23	0.67

Tabla 76. Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del **WHZ** entre niños >24 meses de la zona **expuesta**.

WHZ	Coefficiente.	P	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento (1 mes)	-0.03	0.02	-0.05	0.00
Enfermedad en el último mes	0.05	0.56	-0.12	0.22
Episodio de diarrea en el último mes	-0.29	0.01	-0.51	-0.06
Talla materna (+10 cm.)	0.00	0.95	-0.27	0.26
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	-0.12	0.46	-0.47	0.21
No afiliado	0.04	0.85	-0.41	0.50



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Ingresos <\$400.000	0.00	0.96	-0.03	0.04
Personas por vivienda	0.00	0.96	-0.39	0.38

Se observa una tendencia a una menor velocidad de crecimiento en los niños >24 meses de la zona expuesta con respecto a los de la zona control. El termino de interacción fue estadísticamente significativo ($p=0.01$), es decir la velocidad de crecimiento de los niños mayores de 24 meses en términos de peso para la talla es mayor en los niños del grupo control que en los niños del grupo expuesto.

Tabla 77. Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del **WAZ** entre niños <24 meses de la zona **control**

WAZ	Coeficiente.	P	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento (1 mes)	-0.06	0.00	-0.09	-0.03
Enfermedad en el último mes	0.08	0.43	-0.13	0.31
Episodio de diarrea en el último mes	-0.14	0.19	-0.36	0.07
Talla materna (+10 cm.)	0.25	0.55	-0.57	1.07
Ocupación de la madre				
Hogar	0.18	0.73	-0.84	1.21
Estudió	0.59	0.50	-1.14	2.32
Sin ocupación	-	-	-	-
Ocupación del Padre				
Hogar	0.47	0.78	-2.92	3.86
Estudió	0.51	0.76	-2.88	3.90
Buscó trabajo	0.53	0.75	-2.78	3.85
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	-0.52	0.36	0.36	0.59
No afiliado	-0.25	0.73	0.73	1.24
Ingresos <\$400.000	-0.03	0.12	0.12	0.01
Personas por vivienda	-0.47	0.35	0.35	0.53

Tabla 78. Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del **WAZ** entre niños <24 meses de la zona **expuesta**

WAZ	Coeficiente.	P	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento (1 mes)	-0.06	0.08	-0.13	0.00
Enfermedad en el último mes	-0.20	0.40	-0.70	0.28
Episodio de diarrea en el último mes	0.10	0.70	-0.42	0.63
Talla materna (+10 cm.)	0.68	0.00	0.20	1.17



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Ocupación de la madre				
Hogar	-1.78	0.00	-2.99	-0.56
Estudió	-1.70	0.27	-4.74	1.34
Sin ocupación	-1.60	0.19	-4.04	0.82
Ocupación del Padre				
Hogar	0.58	0.46	-1.00	2.18
Estudió	1.97	0.01	0.41	3.53
Buscó trabajo	-0.38	0.61	-1.89	1.12
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	0.18	0.69	-0.71	1.07
No afiliado	0.56	0.24	-0.38	1.50
Ingresos <\$400.000	0.03	0.51	-0.07	0.15
Personas por vivienda	0.49	0.18	-0.23	1.22

La velocidad de crecimiento en términos de peso para la edad en los niños <24 meses es similar en ambas zonas. El termino de interacción no fue estadísticamente significativo ($p=0.62$).

Tabla 79. Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del **WAZ** entre niños >24 meses de la zona **control**

WAZ	Coeficiente.	P	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento (1 mes)	0.04	0.01	0.00	0.08
Enfermedad en el último mes	0.18	0.11	-0.04	0.42
Episodio de diarrea en el último mes	0.05	0.73	-0.25	0.35
Talla materna (+10 cm.)	0.42	0.04	0.01	0.82
Ocupación de la madre				
Hogar	-0.22	0.30	-0.66	0.20
Estudió	0.46	0.65	-1.54	2.48
Sin ocupación	-0.92	0.06	-1.93	0.07
Ocupación del Padre				
Hogar	-0.53	0.58	-2.45	1.39
Estudió	-	-	-	-
Buscó trabajo	-0.64	0.32	-1.91	0.62
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	-0.50	0.05	-1.01	0.00
No afiliado	0.30	0.59	-0.80	1.40
Ingresos <\$400.000	0.00	0.95	-0.04	0.04
Personas por vivienda	0.35	0.14	0.14	0.83

Tabla 80. Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del **WAZ** entre niños >24 meses de la zona **expuesta**

WAZ	Coefficiente.	P	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento (1 mes)	0.00	0.94	-0.01	0.01
Enfermedad en el último mes	0.03	0.62	-0.09	0.15
Episodio de diarrea en el último mes	-0.15	0.05	-0.31	0.00
Talla materna (+10 cm.)	0.23	0.19	-0.12	0.58
Ocupación de la madre				
Hogar	0.12	0.59	-0.33	0.59
Estudió	0.08	0.90	-1.28	1.45
Sin ocupación	-	-	-	-
Ocupación del Padre				
Hogar	-0.53	0.37	-1.72	0.65
Estudió	-	-	-	-
Buscó trabajo	0.61	0.27	-0.48	1.71
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	-0.12	0.56	-0.57	0.31
No afiliado	0.17	0.57	-0.42	0.77
Ingresos <\$400.000	0.00	0.98	-0.02	0.03
Personas por vivienda	-0.14	0.58	-0.68	0.38

Se observa una tendencia a una menor velocidad de cambio en DE por mes de PE en los niños >24 meses de la zona expuesta con respecto a los de la zona control. El termino de interacción está cerca de la significancia estadística ($p=0.09$), lo que sugiere que la velocidad de crecimiento de los niños mayores de 24 meses en términos de peso para la edad es mayor en los niños del grupo control que en los niños del grupo expuesto

Tabla 81 Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del **HAZ** (talla para la edad) entre niños <24 meses de la zona control.

HAZ	Coefficiente.	P	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento (1 mes)	0.00	0.74	-0.05	0.03
Enfermedad en el último mes	0.08	0.62	-0.24	0.40
Episodio de diarrea en el último mes	-0.07	0.64	-0.39	0.24
Talla materna (+10 cm.)	0.53	0.36	-0.62	1.69
Ocupación de la madre				
Hogar	0.46	0.52	-0.98	1.91
Estudió	2.30	0.06	-0.13	4.74
Sin ocupación	-	-	-	-



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Ocupación del Padre				
Hogar	1.42	0.85	-3.34	6.20
Estudió	0.39	0.57	-4.37	5.17
Buscó trabajo	0.25	0.91	-4.41	4.91
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	-1.73	0.03	-3.31	-0.15
No afiliado	-1.27	0.23	-3.38	0.84
Ingresos <\$400.000	0.07	0.02	0.00	0.15
Personas por vivienda	0.33	0.64	-1.76	1.09

Tabla 82. Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del HAZ (talla para la edad) entre niños <24 meses de la zona expuesta.

HAZ	Coefficiente.	P>t	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento	-0.07	0.03	-0.14	0.00
Enfermedad en el último mes	-0.22	0.40	-0.74	0.29
Episodio de diarrea en el último mes	0.37	0.19	-0.19	0.94
Talla materna	0.70	0.02	0.10	1.30
Dedicación de la madre				
Hogar	-2.49	0.00	-3.96	-1.01
Estudió	-1.65	0.36	-5.20	1.90
Buscó trabajo	-1.92	0.21	-4.94	1.10
Dedicación del padre				
Hogar	0.03	0.97	-1.94	2.00
Estudió	1.99	0.04	0.05	3.93
Buscó trabajo	-0.80	0.39	-2.66	1.06
Régimen de afiliación				
Subsidiado	0.15	0.77	-0.94	1.25
No afiliado	0.72	0.21	-0.42	1.87
Nivel de ingresos	-0.02	0.67	-0.14	0.09
Personas por vivienda	0.80	0.08	-0.10	1.71

En los niños <24 meses se observa una menor velocidad de crecimiento de la zona expuesta con respecto a los de la zona control en términos de talla para la edad. El término de interacción fue estadísticamente significativo ($p=0.02$), es decir la velocidad de crecimiento de los niños menores de 24 meses en términos de talla para la edad es mayor en los niños del grupo control que en los niños del grupo expuesto.

Tabla 83 Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del **HAZ** (talla para la edad) entre niños >24 meses de la zona **control**.

HAZ	Coefficiente.	P	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento (1 mes)	0.02	0.00	0.01	0.03
Enfermedad en el último mes	0.10	0.01	0.01	0.18
Episodio de diarrea en el último mes	0.00	0.91	-0.11	0.10
Talla materna (+10 cm.)	0.84	0.00	0.40	1.27
Ocupación de la madre				
Hogar	-0.16	0.50	-0.63	0.31
Estudió	-0.02	0.97	-2.21	2.15
Sin ocupación	-0.39	0.47	-1.49	0.69
Ocupación del Padre				
Hogar	-1.53	0.15	-3.65	0.57
Estudió	-	-	-	-
Buscó trabajo	0.18	0.79	-1.21	1.58
Régimen de afiliación a seguridad social				
Subsidiado	-0.23	0.39	-0.79	0.31
No afiliado	0.59	0.33	-0.61	1.79
Ingresos <\$400.000	0.00	0.95	-0.01	0.01
Personas por vivienda	0.21	0.41	-0.30	0.74

Tabla 84. Modelo de regresión múltiple (GEE) de determinantes del **HAZ** (talla para la edad) entre niños >24 meses de la zona **expuesta**.

HAZ	Coefficiente.	P>t	IC. 95%	
Tiempo de seguimiento	0.04	0.00	0.01	0.07
Enfermedad en el último mes	-0.03	0.72	-0.24	0.17
Episodio de diarrea en el último mes	0.13	0.34	-0.14	0.40
Talla materna	0.38	0.07	-0.03	0.80
Dedicación de la madre				
Hogar	0.11	0.68	-0.43	0.67
Estudió	0.94	0.26	-0.71	2.59
Buscó trabajo	-	-	-	-
Dedicación del padre				
Hogar	-0.27	0.70	-1.68	1.13
Estudió	-	-	-	-
Buscó trabajo	0.72	0.28	-0.59	2.04



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Régimen de afiliación				
Subsidiado	-0.01	0.95	-0.54	0.51
No afiliado	0.11	0.75	-0.60	0.82
Nivel de ingresos	0.00	0.81	-0.04	0.05
Personas por vivienda	-0.31	0.34	-0.95	0.33

La velocidad de crecimiento en talla para la edad en los niños >24 meses es ligeramente menor en el grupo control comparada con el grupo expuesto. Al incluir un termino de interacción este no fue estadísticamente significativo ($p=0.25$).

En resumen, después de ajustar por las covariables relevantes, la tendencia del cambio en DE por mes en los score Z durante el seguimiento muestra heterogeneidad entre la zona control y la expuesta en los mayores de 24 meses en términos de peso para la talla y peso para la edad y en los menores de 24 meses en términos de talla para la edad.

Específicamente entre los mayores de 24 meses el signo de la pendiente del peso para la talla es positivo en el grupo control y negativo en el grupo expuesto, ambos con $p<0.05$. En este mismo grupo la pendiente del peso para la edad es positiva y estadísticamente diferente de cero en el grupo control, mientras que no es diferente de cero en el grupo expuesto. Entre los menores de 24 meses, la pendiente del índice de talla para la edad no es estadísticamente diferente de cero en la zona control y es negativa ($p=0.03$) en el grupo expuesto.

8.5. Eventos adversos en salud en niños de 1 a 5 años

8.5.1. Descripción de la población

Un total de 536 niños entre 1 y 5 años de edad fueron incluidos en el estudio (268 en cada una de las dos zonas). La distribución por sexo y edad de los niños, y las características principales de la madre y el padre se resumen en la Tabla 85.

Tabla 85. Distribución de las características sociodemográficas de los niños de 1-5 años

	Expuestos		Control		Total	
	n	%	n	%	n	%
Sexo del niño						
Femenino	125	46.64	129	48.13	254	47.39
Masculino	143	53.36	139	51.87	282	52.61
Total	268	100.00	268	100.00	536	100.00
Edad en años del niño						
1	36	13.43	37	13.81	73	13.62
2	64	23.88	52	19.40	116	21.64
3	51	19.03	58	21.64	109	20.34
4	58	21.64	64	23.88	122	22.76
5	59	22.01	57	21.27	116	21.64
Total	268	100.00	268	100.00	536	0
Edad de la madre						
16-20	22	8.21	23	8.58	45	8.40
21-25	81	30.22	76	28.36	157	29.29
26-30	79	29.48	61	22.76	140	26.12
31-35	45	16.79	61	22.76	106	19.78
36 y más	41	15.30	47	17.54	88	16.42
Total	268	100.00	268	100.00	536	100.00
Educación de la madre						
Ninguna /Primaria	71	26.79	137	52.49	208	39.54
Secundaria	174	65.66	113	43.30	287	54.56
Técnica /Universitaria	20	7.55	11	4.21	31	5.89
Total	265	100.00	261	100.00	536	100.00
Ocupación de la madre						
Trabajo	81	31.03	128	48.30	209	39.73
Hogar	163	62.45	116	43.77	279	53.04
Estudio	5	1.92	12	4.53	17	3.23
Busco trabajo	12	4.60	9	3.40	21	3.99
Total	261	100.00	265	100.00	536	100.00
Edad del padre						
<=25	68	25.37	38	14.18	106	19.78
25-30	63	23.51	70	26.12	133	24.81
31-35	44	16.42	48	17.91	92	17.16
36 y más	93	34.70	112	41.79	205	38.25
Total	268	100.00	268	100.00	536	100.00



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Educación del padre						
Ninguna /Primaria	150	63.83	71	30.47	221	47.22
Secundaria	79	33.62	152	65.24	231	49.36
Técnica /Universitaria	6	2.55	10	4.29	16	3.42
Total	235	100.00	233	100.00	536	100.00
Ocupación del padre						
Trabajo	226	94.96	227	97.01	453	95.97
Hogar	7	2.94	3	1.28	10	2.12
Estudio	2	0.84	4	1.71	2	0.42
Buscó trabajo	3	1.26			7	1.48
Total	238	100.00	234	100.00	536	100.00
Afiliación en salud del niño						
Contributivo	81	30.22	115	42.91	196	36.57
Subsidiado	138	51.49	116	43.28	254	47.39
No afiliado	49	18.28	37	13.81	86	16.04
Total	268	100.00	268	100.00	536	100.00

La comparación entre expuestos y residentes en la zona control mostró diferencias en el nivel educativo de los padres: una mayor escolaridad en las madres y una menor escolaridad en los padres en la zona expuesta en comparación con la zona control (Tabla 85).

8.5.1.1.Estado de vacunación y lactancia materna

De los 536 niños incluidos, 91.2% (489/536) había sido vacunado, y 86.4% (463/536) contaba con un esquema de vacunación completo. En la zona no expuesta se observó un mayor porcentaje de niños no vacunados y con esquema incompleto.

Tabla 86. Distribución del estado de vacunación de los niños entre 1 y 5 años de edad

	Control		Expuestos		Total	
	n	%	n	%	n	%
Vacunado						
SI	233	86.94	256	95.52	489	91.23
NO	35	13.06	12	4.48	47	8.77
Total	268	100.00	268	100.00	536	100.00
Esquema						
Completo	228	85.07	235	87.69	463	86.38
Incompleto	30	11.19	17	6.34	47	8.77
No aplica	10	3.73	16	5.97	26	4.85
Total	268	100.00	268	100.00	536	100.00

Con respecto a la lactancia, se observó que 93.3% (500/536) de los niños incluidos había recibido leche materna, mientras que 6.72 (36/536) no había sido lactado. No se observaron diferencias entre las zonas del estudio.



8.5.1.2. Características del hogar y la vivienda

Tanto en expuestos como en residentes en la zona control se observó una mediana de 3 personas por dormitorio. El promedio en expuestos y residentes en la zona control fue de 3.2 y 4.1 personas por dormitorio, respectivamente. Para el total de la muestra, la mediana y el promedio fue de 3 y 3.6 personas por dormitorio.

En ambas zonas, la mediana de personas en el hogar que fuman fue de cero y el promedio fue 0.67 fumadores por hogar (0.78 en residentes en la zona control, 0.56 en expuestos).

Más de la mitad de los hogares refirieron tenencia de animales en casa (52.9%), y no se observó diferencia entre expuestos (52.3%) y residentes en la zona control (53.6%). Cerca de 10% de los habitantes de la zona no expuesta y 14.2% de la expuesta tenía gatos en casa. Una tendencia similar se observó entre las zona del estudio para la tenencia de perros.

Más del 98% de los encuestados reportó contar con el servicio de agua en su vivienda. No se observaron diferencias entre expuestos y residentes en la zona control. Adicionalmente, el 100% de los hogares cuenta con servicio de energía. Se encontraron diferencias con respecto a la existencia de alcantarillado entre los hogares de la zona expuesta (75.4% = 202) y la zona control (93.7%).

Se determinó además que 82.5% de los hogares en la zona control y solo 59% de los expuestos, contaba con servicio telefónico. De igual forma, se observó una mayor cobertura de servicio de gas en la zona control (79.9%) que en expuestos (56%). En la mayoría de los hogares se utiliza el gas natural y el gas propano para cocinar. Así, 47%(125) y 43% (114) de los expuestos utilizaba gas natural y gas propano, respectivamente. En residentes en la zona control, dichas proporciones fueron 75.7%(199) y 19.8% (52).

La mayoría de los encuestados reportaron no haber observado humedad en la vivienda en los últimos 6 meses, 68.8% (181) en zona control y 66% (175) en expuestos. La mayoría de los encuestados reportaron no haber observado presencia de moho dentro de la vivienda en los últimos 6 meses, 80.6% (212) en zona control y 75.5% (200) en expuestos. Se observaron diferencias con respecto al material de las paredes: en 97.4% (260) de los hogares en la zona control las paredes eran de ladrillo, mientras que en los expuestos dicha proporción fue de solo 76.9% (206). Con respecto al piso de la vivienda, se observó que 46.8% (125) de los hogares de la zona no expuesta tenían un piso hecho principalmente de baldosa o de ladrillo; mientras que en aquellos de la zona expuesta 77.2% (207) tenían piso de cemento y 6.7% (18) tenía piso de baldosa. Igualmente, se observó diferencia en la proporción de viviendas con piso de tierra o arena, 1.1.% (3) en la zona control y 11.6% expuestos (31).

Tabla 87. Material predominante del piso en la zona control

Material de piso	Frecuencia	%	% acumulado
Baldosa	125	46.82	46.82
Ladrillo	2	0.75	47.57
Cemento	125	46.82	94.38
Madera Pulida	3	1.12	95.51
Madera sin pulir	2	0.75	96.25
Tierra/arena	3	1.12	97.38
Otro	7	2.62	100.00
Total	267	100.00	

Tabla 88. Material predominante del piso en la zona expuesta al RS

Material de piso	Frecuencia	%	% acumulado
Baldosa	18	6.72	6.72
Ladrillo	2	0.75	7.46
Cemento	207	77.24	84.70
Madera Pulida	1	0.37	85.07
Madera sin pulir	5	1.87	86.94
Tierra/arena	31	11.57	98.51
Otro	4	1.49	100.00
Total	268	100.00	

Se observaron diferencias entre las zonas del estudio en el material predominante del techo de las viviendas. Así, mientras 63.0% (165/262) de los hogares de la zona no expuesta tenían un techo compuesto principalmente de cemento, en aquellos de la zona expuesta dicha proporción fue de 19.2% (51/266). En los expuestos 40.2% tenía techo de teja de zinc, en los de la zona control 14.5%(38/262) tenía dicho material en el techo.

Tabla 89. Material predominante del techo en la zona control

Material techo	Frecuencia	%	% acumulado
Cemento	165	62.98	62.98
Teja asbesto	51	19.47	82.44
Teja zinc	38	14.50	96.95
Otro	8	3.05	100.00
Total	262	100.00	

Tabla 90. Material predominante del techo en la zona expuesta al RS

Material techo	Frecuencia	%	% acumulado
Cemento	51	19.17	19.17
Teja asbesto	98	36.84	56.02
Teja zinc Plástico	107	40.23	96.24
Otro	3	1.13	97.37
	7	2.63	100.00
Total	266	100.00	



Más de una tercera parte (37.7%= 101/268) de los hogares de los niños entre 1 y 5 años de la zona control reportaron un ingreso familiar entre \$300.000 y \$400.000 durante el último mes. De otra parte, 55.2% de los hogares expuestos encuestados (148) reportaron un ingreso familiar de más de \$400.000 en el último mes.

Tabla 91. Rango de ingresos familiares (pesos) en la zona control

Ingresos	Frecuencia	%	% acumulado
>400.001	94	35.07	35.07
300.001-400.000	101	37.69	72.76
<=300.000	73	27.24	100.00
Total	268	100.00	

Tabla 92. Rango de ingresos familiares (pesos) en la zona expuesta al RS

Ingresos	Frecuencia	%	% acumulado
>400.001	148	55.22	55.22
300.001-400.000	86	32.09	87.31
<=300.000	34	12.69	100.00
Total	268	100.00	

8.5.1.3.Exposición al relleno, ladrilleras y tiempo de residencia

Al momento de la captación, 35.3% (189/536) de los niños de la población del estudio residían en zonas consideradas con exposición a ladrilleras (alta a mediana); 39.3% de los expuestos y 31.1% de los residentes en la zona control.

No se observaron diferencias entre los tiempos de residencia de los niños de la zona expuesta y de la zona control. El tiempo promedio de residencia en los niños de la zona control fue de 32.9 meses (IC95% 30.6, 35.2) y la mediana fue 33 meses (IC95% 26; 36). En el área expuesta el tiempo promedio de residencia fue de 30.8 meses (IC95%28.6; 32.9) y la mediana fue 24 meses (IC95% 24; 33).

8.5.2. Efectos en Enfermedad diarreica aguda

8.5.2.1.Análisis de prevalencia de enfermedad diarreica aguda al momento de la captación

Análisis univariado

Al momento de la captación se determinó que la prevalencia de enfermedad diarreica aguda (EDA) no fue diferente ($\chi^2=0.0015$; $p=0.896$) entre los niños de la zona expuesta (79/266; 2 valores perdidos) y la zona control (80/268)(Tabla 93). al RSDJ. La oportunidad de tener EDA entre los niños expuestos al relleno con respecto a los niños residentes en la zona control fue igual (OR=0.99; IC_{95%}:0.80; 1.21) al momento de la captación.

Tabla 93. Comparación de la prevalencia de EDA entre zona expuesta y zona control

	EDA		Total
	SI	NO	
Expuesto a RSDJ			
SI	79	187	266
NO	80	188	268
Total	159	375	534

En cuanto a otras variables sociodemográficas de los padres no se encontró relación entre la prevalencia de EDA a la captación y el nivel educativo alcanzado por la madre ($p=0.89$), la edad del padre ($p=0.48$), el nivel educativo alcanzado por el padre ($p=0.71$), ni por la dedicación de los padres ($p=0.96$ para mamá y $p=0.81$ para papá). La única variable que mostró diferencias en la prevalencia de EDA fue la edad de la madre. Al comparar la prevalencia de EDA según la edad de la madre se encontró que entre los niños que presentaron EDA 34.5%(85/246) tenían madres con edad menor a 24 años o mayor a 34 años y 25.7%(71/276) tenían madres entre 24 y 34 años. La oportunidad de tener EDA en los menores cuyas madres tenían una edad menor de 24 años o mayor de 34 fue 52% mayor que la oportunidad de tener EDA entre niños cuyas madres tenían una edad entre 24 y 34 años ($OR=1.52$, $IC_{95\%}$: 1.04;2.22) (Tabla 94).

Tabla 94. Análisis univariado de la prevalencia de EDA según edad de la madre

	EDA		OR	$IC_{95\%}$
	Si	No		
Edad de la madre en años				
≤ 23 y > 34	85	161	1	-
> 23 y ≤ 34	71	205	1,52	1,04-2,22

Con respecto a las variable familiares, se encontró que 43.7% de los niños estudiados vive en familia nuclear (padres y hermanos), pero este tipo de convivencia no presento diferencias en cuanto a la prevalencia de EDA con respecto a otras modalidades de convivencia diferentes a la familia nuclear ($p=0.35$). En cuanto a hacinamiento se encontró que 50% de las familias tienen 3 o menos personas por dormitorio y que la prevalencia de EDA tampoco fue diferente según los niveles de hacinamiento ($p=0.62$) (Tabla 95)

Tabla 95. Análisis univariado de la prevalencia de EDA según variables de convivencia

	EDA		OR	$IC_{95\%}$
	Si	No		
Modalidad de convivencia				
Familia nuclear	60	159	1	-
No familia nuclear	89	196	1.20	0.82-1.77
Nivel de hacinamiento				
3 o menos personas /dormitorio	93	225	1	-
Mas de 3 personas /dormitorio	65	143	1.10	0.75-1.61



La prevalencia de EDA no fue diferencial por afiliación al Sistema de Protección Social ($p=0.92$) ni por el tipo de régimen al cual se encontraron afiliados los niños estudiados ($p=0.98$) (Tabla 96)

Tabla 96. Análisis univariado de la prevalencia de EDA según afiliación al sistema de salud

	EDA		OR	IC _{95%}
	Si	No		
Afiliado al Sistema de Salud				
Si	133	315	1	-
No	26	60	1.03	0.62-1,70
Régimen de afiliación				
Contributivo	59	137	1	-
Subsidiado – NO afiliado	100	238	0.98	0.66-1.43

En cuanto a la relación de las variables de vivienda se encontró que 99.1% de las viviendas cuenta con servicio de agua, 84.1% con servicio de alcantarillado, 70.7% con servicio telefónico, 67.9% con gas domiciliario, 95.4% cuenta con televisión, 52.1% con equipo de sonido, 97.2% con estufa, 48.9% con nevera, casi 93% cocina con gas natural o propano, 40.9% tienen techo de cemento, 87.1% tienen paredes de ladrillo y 89.5% tienen el piso de baldosa, cemento o ladrillo. La prevalencia de EDA no se diferencia según se reporte la presencia de ratas ($p=0.40$), la presencia de cucarachas ($p=0.13$) en la vivienda, la presencia de moscas ($p=0.16$), ni por tipo de materiales utilizados para el techo ($p=0.62$), el piso ($p=0.44$), las paredes de la vivienda ($p=0.72$), el tipo de combustible utilizado para cocinar ($p=0.21$), tener nevera ($p=0.33$), estufa ($p=0.78$) o servicio de gas domiciliario ($p=0.59$).

En cuanto a la manipulación de la basura en casa se encontró una diferencia significativa con respecto a la prevalencia de EDA ($p=0.019$). De esta manera, los niños en cuya casa la basura es manejada en la cocina o en otro lugar dentro de la vivienda tienen 57% mas oportunidad de tener EDA que los niños en cuya vivienda la manipulación de la basura se hace en el patio o fuera de la vivienda (OR=1.57, IC95%:1.08;2.30). También se encontró que la prevalencia de EDA difiere según se cuente con servicio de alcantarillado en la vivienda ($p=0.013$) y la oportunidad de que un niño cuya vivienda no cuente con servicio de alcantarillado tenga un episodio de EDA es 2 veces la oportunidad de que un niño cuya vivienda si posee alcantarillado tenga EDA (OR=2.08, IC95%:1.15; 3.78). (Tabla 97).

En cuanto a la presencia de animales domésticos en casa se observa diferencias en la prevalencia de EDA ($p=0.031$), la oportunidad de que un niño tenga EDA cuando en su vivienda se tengan animales domésticos es 34% menos que la oportunidad de tener EDA un niño en cuya vivienda no tengan animales domésticos (OR=0.66, IC95%:0.46;0.96). En la misma dirección se encontró que la prevalencia de EDA difiere según existan criaderos de

animales en la vivienda $p=(0.027)$ y un niño con criadero de animales en su vivienda presenta 59% menos oportunidad de tener EDA que un niño en cuya casa no existan criaderos de animales ($OR=0.41$, $IC_{95\%}:0.19;0.91$) (Tabla 97).

Tabla 97. Análisis univariado de prevalencia de EDA según variables de la vivienda

	EDA		OR	IC _{95%}
	Si	No		
Donde ubica la basura dentro de casa				
Patio o afuera	60	183	1	-
Cocina o adentro	99	192	1,57	1,07-2,30
Presencia de cucarachas en casa				
NO	145	351	1	-
SI	13	18	1,75	0,83-3,66
Presencia de animales domésticos en casa				
NO	86	163	1	-
SI	72	206	0,66	0,46-0,96
Existe criadero de animales en casa				
NO	150	327	1	-
SI	8	42	0,42	0,19-0,91
La vivienda cuenta con servicio de alcantarillado				
SI	144	308	1	-
NO	15	67	2,09	1,15-3,78
Con que combustible se cocina				
Energía-Gas Natural	108	231	1	-
Propano-Gasolina-Carbón	50	138	0,77	0,52-1,15

Al observar la distribución de la visualización de moscas en la vivienda según exposición al RSDJ, se observa que casi en todas las viviendas se reportó el avistamiento de moscas y en todas las viviendas donde se reportó un caso de EDA siempre se reportó la presencia de moscas. (Tabla 98)

Tabla 98. Relación entre moscas en casa y prevalencia de EDA según tipo de exposición

	EDA		OR	IC _{95%}
	Si	No		
<i>No-Expuestos a RSDJ</i>				
Moscas en la casa				
Si	50	97		
No	29	87	1.55	0.90-2.66
<i>Expuestos a RSDJ</i>				
Moscas en la casa				
Si	79	184		
No	0	1	-	-



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

La prevalencia de EDA fue menor entre los no vacunados (8/46) que entre los vacunados (151/488) pero no alcanzó significancia estadística ($p=0.06$) (Tabla 99)

Tabla 99. Análisis univariado de prevalencia de EDA según antecedentes de vacunación

	EDA		OR	IC95%
	Si	No		
Niño(a) vacunado				
Si	151	337	1	-
No	8	38	0,47	0,21-1,03

Con respecto a los ingresos familiares en el último mes, se observó que la prevalencia de EDA no presentó diferencias ($p=0.299$). (Tabla 100)

Tabla 100. Análisis univariado de prevalencia de EDA según ingreso familiar en el último mes

	EDA		OR	IC95%
	Si	No		
Ingreso familiar en el último mes (pesos)				
mas de 400.000	40	72	1	-
300.001-400.000	52	135	0,69	0,42-1,14
≤ 300.000	67	168	0,72	0,44-1,16

Análisis de regresión múltiple

Después de ajustar por todas las covariables cuya relación con la prevalencia de EDA tuvieron una significancia menor a 0.25 en el análisis univariado y forzando la entrada de la variable exposición al RSDJ, no se observaron cambios en la relación de EDA y exposición al RSDJ ($OR_{(ajustado)}=0.87$, $IC95\%:0.52;1.44$).

La relación entre la edad del niño y la prevalencia de EDA continuo siendo significativa ($OR_{(ajustado)}=1.96$, $IC95\%:1.27;3.04$) en una magnitud similar a la encontrada en el análisis univariado. (Tabla 101).

Tabla 101. Variables finales en el análisis logístico múltiple de la prevalencia de EDA al momento de la captación.

Variable	EDA		OR(Crudo)	IC _{95%}	OR(Ajustado)	IC _{95%}
	No	Si				
Expuesto al RSDJ						
NO	188	80	1	-	1	-
SI	187	79	0,99	0,68-1,44	0,87	0,52-1,44
Edad (meses)						
> 33	276	99	1	-	1	-
≤ 33	99	60	1,69	1,14-2,51	1,96	1,27-3,04



Este modelo presentó un buen ajuste general a los datos analizados (Test Hosmer-Lemeshow=4.14, $p=0.25$).

8.5.2.2. Análisis longitudinal de asociación entre exposición al RSDJ y ocurrencia de EDA en niños entre 1 y 5 años de edad durante el periodo de seguimiento

Durante los 6 meses de seguimiento se realizaron 2.570 visitas en 484 sujetos, se encontraron 293 reportes de EDA y se acumularon 217.14 niño-años de observación.

La tasa de incidencia de EDA durante el tiempo de seguimiento entre expuestos y residentes en la zona control al RSDJ no presenta diferencias significativas. (Tabla 102).

Tabla 102. Comparación de tasas de incidencia de EDA según exposición al RSDJ

	Eventos EDA	Persona-Tiempo (niños/año)	Tasa de incidencia	IC_{95%}
Expuestos a contaminantes de RSDJ				
No	147	109.42	1.34	1.14-1.60
Si	146	107.73	1.35	1.15-1.59
RR			1.009	0.80-1.27

En la Tabla 103 se presenta los resultados de ajustar las medidas de asociación mediante la construcción de un modelo de regresión logística para datos correlacionados y con ajuste por las covariables estudiadas. Con respecto a las tasas de EDA ajustadas mediante este modelo múltiple, se observa que dichas tasas tanto para la zona expuesta como para la no expuesta al RSDJ, continúan siendo semejantes por tanto, se puede inferir que la incidencia de EDA es similar en las dos zonas.

De otro lado esta modelación múltiple, muestra una relación significativa entre la incidencia de EDA y la edad de la madre. Cuando la madre tiene entre 24 y 34 años de edad la oportunidad de un niño para desarrollar una EDA en seis meses es 38% menos que la oportunidad de desarrollar EDA en seis meses de un niño cuya madre tiene menos de 24 o mas de 34 años de edad. Además, la oportunidad que tiene un niño de desarrollar EDA en seis meses cuando en la calle donde se ubica su vivienda se observe basura es 1.4 veces la oportunidad de desarrollar EDA en seis meses de un niño que en la calle donde esta ubicada su vivienda no se observen basuras.

En este modelo múltiple también se observa que cocinar con gas propano, leña, carbón y tener ingresos familiares mensuales sean menores a \$400.001 elevan la oportunidad de desarrollar EDA en 44% y 19%, respectivamente, con respecto a niños en cuya casa se cocine con energía o gas natural o los ingresos familiares superen los \$400.000 mensuales.

Aunque, en ambos casos, las diferencias encontradas no son significantes desde el punto de vista estadístico.

Tabla 103. Modelo de regresión logística múltiple (GEE- para datos correlacionados) para factores asociados a la incidencia de EDA en niños de 1 a 5 años.

Variable	OR(Ajustado)	IC _{95%}
Expuesto a RSDJ		
No	1.0	-
Si	0.94	0.74-1.19
Edad de la madre (Años)		
≤ 23 y >34	1.0	-
> 23 y ≤34	0.62	0.49-0.79
Se observa basura en la calle donde esta ubicada la vivienda		
No	1.0	-
Si	1.44	1.10-1.87
Combustible con el que se cocina		
Energía-Gas Natural	1.0	-
Gas propano, Leña, Carbón, otro	1.19	0.93-1.54
Ingresos familiares en el último mes (Pesos)		
>400.000	1.0	-
≤ 400.000	1.21	0.96-1.54

8.5.3. Efectos en enfermedad respiratoria

8.5.3.1. Análisis de prevalencia de síntomas respiratorios al momento de la captación

Análisis univariado:

Al momento de la captación se determinó una mayor prevalencia de algunos síntomas de tipo irritativo en el grupo expuesto al RS. Específicamente, al comparar la prevalencia de niños con eritema ocular (“ojos rojos”) al momento de la captación, se observó una mayor proporción en los residentes de la zona expuesta al RS, 39.9% (107/268), en comparación con los residentes de la zona no expuesta, 23.9% (64/268). Específicamente, la oportunidad de tener eritema ocular en los niños expuestos al relleno, fue 2.12 veces la de aquellos residentes en la zona control. Los datos sugieren que esta asociación oscila entre 1.46 y 3.07 con una confiabilidad de 95%. Con relación a la exposición a las ladrilleras, no se observó asociación con la presencia de este síntoma (Tabla 104)

Tabla 104. Análisis univariado de prevalencia de eritema ocular secundario a la exposición al RSDJ y a las ladrilleras

	Eritema ocular		OR	P	IC 95%
	NO	SI			
Expuesto relleno					
NO	204	64	1		
SI	161	107	2.12	0.000	1.46, 3.07
Exposición a ladrillera					
Baja	239	108	1		
Alta/Mediana	126	63	1.11	0.600	0.76, 1.62

Al comparar la prevalencia de niños con prurito en los ojos al momento de la captación, se observó también una mayor prevalencia en los residentes de la zona expuesta al relleno, 28.0% (75/268), que en los residentes de la zona no expuesta, 22.0% (59/268). Esta asociación, sin embargo no alcanzó significancia estadística al momento de la captación inicial (Tabla 105)

Tabla 105. Análisis univariado de prevalencia de prurito ocular secundario a la exposición al RSDJ y a las ladrilleras

	Prurito ocular		OR	P	IC 95%
	NO	SI			
Expuesto relleno					
NO	209	59	1		
SI	193	75	1.38	0.111	0.93, 2.04
Exposición a ladrillera					
Baja	261	86	1		
Alta/Mediana	141	48	1.03	0.600	0.69, 1.55

La comparación de la prevalencia de niños con disfonía (“voz o llanto ronco”) al momento de la captación, aunque también mayor en los expuestos, no mostró diferencias estadísticamente significativas. La prevalencia en los niños de la zona expuesta al relleno fue de 38.8% (104/268) y en aquellos de la zona no expuesta fue de 35.5% (95/268). Los datos sugieren, sin embargo una mayor oportunidad de presencia de disfonía ($p < 0.10$) en niños con exposición a las ladrilleras (OR = 1.36).

Tabla 106. Análisis univariado de prevalencia de disfonía secundario a la exposición al RSDJ y a las ladrilleras

	Disfonía		OR	P	IC 95%
	NO	SI			
Expuesto relleno					
NO	173	95	1		
SI	164	104	1.15	0.421	0.81, 1.64



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Exposición a ladrillera					
Baja	227	120	1		
Alta/Mediana	110	79	1.36	0.099	0.69, 1.96

La comparación de la prevalencia de síntomas respiratorios bajos (sibilancias, dificultad para respirar) entre expuestos y residentes en la zona control, no mostró diferencias. Se observó una prevalencia de 29.5% (79/268) entre los residentes en la zona control y 26.5% (71/268) entre aquellos expuestos. Se encontró además que los niños con exposición a las ladrilleras tenían 68% más de probabilidad de presentar síntomas respiratorios bajos, comparados con aquellos que tenían una baja exposición a ladrillera.

Tabla 107. Análisis univariado de la exposición al relleno y a ladrilleras asociados a la presencia de síntomas respiratorios bajos

	Síntomas respiratorios bajos		OR	P	IC 95%
	NO	SI			
Expuesto relleno					
NO	189	79	1		
SI	197	71	0.86	0.442	0.59, 1.26
Exposición a ladrillera					
Baja	263	84	1		
Alta/Mediana	123	66	1.68	0.009	1.14, 2.47

Otros factores sociales y demográficos fueron evaluados para determinar su asociación con la ocurrencia de síntomas respiratorios bajos. Los menores de 3 años tenían casi 2 veces de oportunidad de presentar síntomas respiratorios bajos al momento de la captación, comparados con los mayores de 3 años.

Los niños con madres mayores de 30 años presentaban 1.52 (IC95% 1.04, 2.24) veces el riesgo de tener estos síntomas en comparación con niños cuyas madres eran menores de 30 años. De manera similar, los niños con padres de 35 o más años de edad presentaron una oportunidad de presentar síntomas respiratorios bajos en la captación 57% mayor en comparación con niños cuyos padres tenían menos de 35 años de edad. No se observó asociación con las demás variables sociodemográficas y la presencia de síntomas respiratorios bajos al momento de la captación.

Tabla 108. Análisis univariado de características sociodemográficas potencialmente asociadas a la presencia de síntomas respiratorios bajos

	Síntomas respiratorios bajos		OR	P	IC 95%
	NO	SI			

Sexo						
Femenino	178	76	1			
Masculino	208	74	0.83	0.344	.57	1.22
Edad del niño						
3 o más años	267	80	1			
Menores de 3 años	119	70	1.96	0.001	1.33	2.89
Edad de la madre						
Menor de 30	257	85	1			
30 o más años	129	65	1.52	0.033	1.04	2.24
Educación de la madre						
Secundaria o más	233	85	1			
Ninguna/Primaria	147	61	1.14	0.516	.77	1.68
Edad del padre						
Menor de 35	250	81	1			
35 o más años	136	69	1.57	0.022	1.07	2.30
Educación del padre						
Secundaria o más	186	61	1			
Ninguna/Primaria	157	64	1.24	0.298	.82	1.87
Ocupación de la madre						
Hogar	208	71	1			
Otra actividad	172	75	1.28	0.209	.87	1.87
Ocupación del padre						
Trabajo	333	120	1			
Otra actividad	13	6	.73	0.307	.41	1.33
Régimen						
Contributivo						
Subsidiado/No afiliad	140	56	1			
	246	94	.96	0.818	.65	1.41

No se encontró asociación entre haber sido vacunado y la oportunidad de presentar síntomas respiratorios bajos. Tampoco se observó asociación con haber recibido lactancia y la oportunidad de presentar el evento de interés.

Tabla 109. Análisis univariado de características de salud y cuidado del menor asociados a la presencia de síntomas respiratorios bajos

	Síntomas respiratorios bajos		OR	P	IC 95%
	NO	SI			



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Vacunado						
SI	349	140	1			
NO	37	10	.67	0.286	.33	1.39
Ha recibido seno						
SI	360	140	1			
NO	26	10	.99	0.977	.46	2.10

Se observó una probabilidad 70% mayor de presentar síntomas respiratorios bajos en los niños que residen en viviendas que han tenido humedad en sus paredes (“moho”) en los últimos 6 meses (IC95%:1.10, 2.63). No se observó asociación entre otras características del hogar y la vivienda y la presencia de síntomas bajos al momento de la captación.

Tabla 110. Análisis univariado de características del hogar y la vivienda asociados a la presencia de síntomas respiratorios bajos

	Síntomas bajos		OR	P	IC 95%	
	NO	SI				
Hacinamiento (Personas/ dormitorio)						
3 o menos	230	88				
Más de 3	149	61	1.07	0.731	0.73	1.57
No. De fumadores en casa						
3 o menos	374	145	1			
Más de 3	12	5	1.07	0.894	0.37	3.10
Animales en casa						
NO	173	76	1			
SI	207	73	0.80	0.256	0.55	1.17
Material para cocinar						
Energía eléctrica, gas natural	241	98	1			
Gas propano, gasolina, carbón, Leña	139	51	0.90	0.612	0.61	1.34
Humedad						
NO	256	100	1			
SI	123	49	1.02	0.924	0.68	1.53
Moho						
NO	306	106	1			
SI	73	43	1.70	0.017	1.10	2.63
Material de paredes						
Ladrillo	335	131	1			
Otro	50	19	.97	0.921	0.55	1.71
Material del piso						
Baldosa	105	38	1			
Otro	280	112	1.11	0.649	0.72	1.70
Material del techo						
Cemento	157	59	1			
Otro	222	90	1.08	0.701	0.73	1.59



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Ingresos						
>400.001	178	64	1			
300.001-400.000	135	52	1.07	0.753	0.70	1.65
<=300.000	73	34	1.30	0.308	0.79	2.13

Análisis de regresión múltiple

Después de ajustar por la exposición a ladrilleras, se mantuvo la asociación estadísticamente significativa descrita en el análisis univariado entre la presencia de eritema ocular y la exposición al relleno (OR = 2.11; IC95%: 1.45, 3.07), pero la asociación con prurito ocular solo mostró significancia estadística en el límite (p<0.10).

Tabla 111. Razones de oportunidad (OR) crudas y ajustadas para la presencia de eritema ocular

	Ojos rojos		OR Crudo	IC 95%	OR Ajustado	IC 95%
	NO	SI				
Expuesto relleno						
NO	204	64	1		1	
SI	161	107	2.12	1.46-3.07	2.11	1.45-3.07
Exposición a ladrillera						
Baja	239	108	1		1	
Alta/Mediana	126	63	1.11	0.76-1.62	1.03	0.70-1.52

Tabla 112. Razones de oportunidad crudas y ajustadas para la presencia de prurito ocular

	Prurito ocular		OR Crudo	IC 95%	OR Ajustado	IC 95%
	NO	SI				
Expuesto relleno						
NO	209	59	1		1	
SI	193	75	1.38	0.93 – 2.04	1.38	0.93-2.04
Exposición a ladrillera						
Baja	261	86	1		1	
Alta/Mediana	141	48	1.03	0.69 – 1.55	1.00	0.66-1.51

Después de ajustar por exposición a ladrilleras, la asociación entre la presencia de disfonía y la exposición al relleno estuvo también en el límite de la significancia (p<0.10).

Tabla 113. Razones de oportunidad (OR) crudas y ajustadas de la presencia de disfonía

	Disfonía		OR Crudo	IC 95%	OR Ajustado	IC 95%
	NO	SI				

Expuesto relleno						
NO	173	95	1		1	
SI	164	104	1.15	0.81-1.64	1.34	0.93-1.94
Exposición a ladrillera						
Baja	227	120	1		1	
Alta/Mediana	110	79	1.36	0.94-1.96	1.13	0.79-1.60

Se evaluaron los factores asociados a la prevalencia de síntomas respiratorios bajos a través de un modelo de regresión logística múltiple, en el que se confirmó la falta de asociación con la exposición al RSDJ. Se evidenció una asociación substancial y significativa positiva con la exposición a las ladrilleras, la menor edad del niño, la mayor edad del padre y la presencia de moho en la casa.

Tabla 114. Factores de riesgos crudos y ajustados para la presencia de síntomas respiratorios bajos al momento de la captación

	OR Crudo	IC 95%	OR Ajustado	IC 95%
Expuesto al RSDJ				
NO	1		1	
SI	0.86	0.59 – 1.26	0.77	0.52 – 1.15
Exposición a ladrillera				
Baja	1		1	
Alta/Mediana	1.68	1.14 – 2.47	1.78	1.18 – 2.67
Tiempo de residencia				
<=18 meses	1		1	
> 18 meses	0.88	0.58 – 1.33	1.04	0.66 – 1.64
Edad del niño				
3 o más años	1		1	
Menores de 3 años	1.96	1.33 – 2.89	2.26	1.48 – 3.45
Edad del padre				
Menor de 35	1		1	
35 o más años	1.57	1.07 – 2.30	1.54	1.03 – 2.31
Moho				
NO	1		1	
SI	1.70	1.10 – 2.63	1.75	1.11 – 2.76

De acuerdo con el modelo múltiple obtenido, los niños con alta o mediana exposición a ladrilleras tuvieron 78% más de oportunidad de presentar síntomas respiratorios bajos, en comparación a aquellos con baja exposición. Los niños con padres mayores de 35 años



presentaron una oportunidad 54% mayor de presentar síntomas respiratorios bajos en comparación a aquellos niños con padres menores de dicha edad. En relación con las características de la vivienda, se encontró que los niños que viven en una casa que ha presentado moho en los últimos 6 meses, tuvieron una oportunidad 75% mayor de presentar síntomas respiratorios bajos, en comparación a aquellos cuya vivienda no ha presentado moho en los últimos 6 meses.

8.5.3.2. Análisis longitudinal de asociación entre exposición al RSDJ y ocurrencia de síntomas respiratorios en niños entre 1 y 5 años de edad durante el periodo de seguimiento

Un total de 540 niños entre 1-5 años (incluyendo 4 niños captados después de la visita de captación inicial) fueron seguidos por un tiempo promedio de 4.9 meses (mediana de seguimiento: 5.9 meses, rango inter-quartil: 3.3 -6.5 meses) para un total de 2.647,0 niño-meses de seguimiento (o 217,6 niño-años).

La Tabla 115 resume las asociaciones sin ajuste para la ocurrencia de cada uno de los síntomas entre los niños bajo seguimiento. Se observó un riesgo aumentado de ocurrencia de eritema y prurito en los ojos y disfonía, y estos hallazgos fueron significantes.

Tabla 115. Riesgo de ocurrencia de cada uno de los síntomas respiratorios por exposición al RSDJ entre niños de 1-5 años. Análisis de regresión logística simple (modelo de estimación de ecuaciones generalizadas-GEE).

	OR	P	IC 95%	
Dificultad resp.	0.92	0.608	0.67	1.26
Dolor garganta	1.02	0.882	0.81	1.27
Dolor de oído	0.99	0.998	0.72	1.39
Estornudos	0.98	0.886	0.81	1.20
Nariz tapada	0.91	0.330	0.74	1.10
Ojos hinchados	1.27	0.161	0.91	1.78
Eritema en los ojos	1.52	0.001	1.19	1.94
Prurito garganta	1.06	0.669	0.80	1.42
Prurito nariz	1.06	0.649	0.83	1.36
Prurito oídos	1.04	0.831	0.74	1.44
Prurito en los ojos	1.34	0.027	1.03	1.78
Pus en oído	1.47	0.253	0.76	2.84
Tos	1.07	0.494	0.88	1.29
Sibilancias	1.08	0.605	0.80	1.45
Disfonía	1.34	0.010	1.07	1.71
Rinorrea	0.81	0.052	0.66	1.00

Entre los 540 niños en seguimiento se registraron 299 cuadros de síntomas respiratorios bajos (dificultad respiratoria y/o sibilancias) y 469 episodios de síndromes irritativos con



afección de ojos (eritema y prurito ocular), para unas tasas de incidencia de 1,37 y 2,16 eventos/niño-años, respectivamente.

La comparación entre la zona expuesta al RS y la zona control (Tabla 116) muestra que las incidencias crudas de los síntomas bajos no fueron diferentes, pero que existieron diferencias para la ocurrencia de síntomas irritativos (Tabla 109). En particular, el riesgo relativo de síntomas respiratorios bajos fue de 1,06 (IC 95%: 0,85 - 1,33) y el de síntomas irritativos 1,26 (IC 95%: 1,05 – 1,51).

Tabla 116. Tasa de incidencia de síntomas respiratorios bajos entre niños de 1-5 años de edad según zonas del estudio

Zona	Casos	Persona-años	Tasa	IC 95%
Control	146	109.52	1.333	(1.134-1.568)
Expuesta	153	108.04	1.416	(1.209-1.659)

Tabla 117. Tasa de incidencia de síntomas irritativos con compromiso ocular entre niños de 1-5 años de edad según zonas del estudio

Zona	Casos	Persona-años	Tasa	IC 95%
Control	209	109.52	1.908	(1.666-2.185)
Expuesta	260	108.04	2.406	(2.131-2.718)

El ajuste de estas tasas de incidencia en modelos de regresión logística para datos correlacionados mostró consistencia en estos hallazgos luego de ajustar por exposición a ladrillera, edad, sexo, hábito de fumar de familiares, índice de dependencia económica y tiempo de residencia en el barrio. La exposición a las ladrilleras se asoció de manera substancial y significativa a la incidencia de síntomas bajos (OR = 1.34). Este tipo de síntomas se asoció además con una menor edad (OR = 0.76 por cada año de edad) y con un mayor tiempo de residencia en el barrio (OR = 2.04 para los que habían vivido 4 o más años en el barrio en comparación con los que tenían menos de 2.5 años de residencia).

Tabla 118. Modelo de regresión Logística múltiple (modelo de estimación de ecuaciones generalizadas-GEE) para factores de riesgo de síntomas respiratorios bajos según exposición al RSDJ y covariables.

	OR	P	IC 95%	
Exposición al RSDJ	0.92	0.580	0.70	1.23
Exposición a las ladrilleras	1.34	0.047	1.00	1.80
Edad a la captación	0.76	0.000	0.66	0.87
Tiempo de residencia:				
< 30 meses	1			
30-48 meses	1.19	0.323	0.84	1.68
49 o +	2.04	0.000	1.28	3.25



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Sexo femenino	0.92	0.586	0.70	1.22
Ingresos >\$180.000/mes	1.00	0.976	0.78	1.27
Fumadores en casa	1.10	0.501	0.83	1.47

Para los síntomas irritativos de tipo ocular, el riesgo de los niños expuestos al RS fue 36% más alto que en la zona control (OR = 1.36; IC 95%: 1.07, 1.74). Ninguna otra de las variables incluidas en el modelo se asoció de manera significativa a la incidencia de síntomas irritativos, incluida la exposición a las ladrilleras.

Tabla 119. Modelo de regresión Logística múltiple (modelo de estimación de ecuaciones generalizadas-GEE) para factores de riesgo de síntomas irritativos oculares según exposición al RSDJ y covariables.

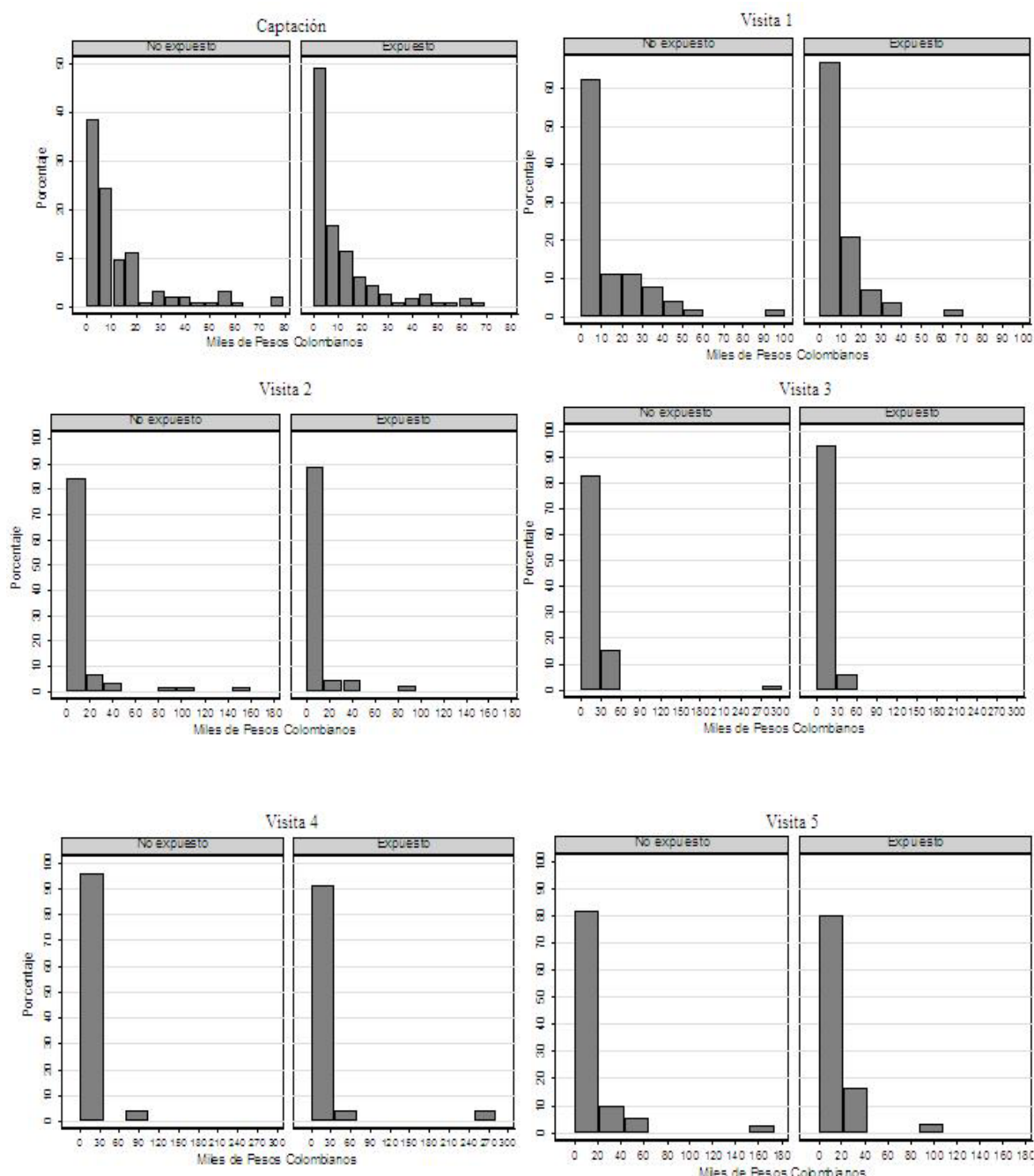
	OR	P	IC 95%
Exposición al RSDJ	1.36	0.013	1.07 1.74
Exposición a las ladrilleras	1.10	0.445	0.86 1.41
Edad a la captación	0.97	0.592	0.86 1.09
Tiempo de residencia:			
< 30 meses			
30-48 meses	0.88	0.422	0.66 1.19
49 o +	1.35	0.155	0.89 2.04
Sexo femenino	1.02	0.861	0.81 1.29
Ingresos >\$180.000/mes	1.18	0.130	0.95 1.45
Fumadores en casa	1.02	0.905	0.79 1.30

8.5.4. Costos familiares generados por la presencia de síntomas respiratorios

8.5.4.1.Descripción de costos directos:

En las distribuciones crudas de los costos directos (Figura 47), se observó un mayor rango de costos en la población expuesta en las visitas 3 y 4, y en la zona control durante la captación y en las visitas 1, 2 y 5.

Figura 48. Distribución del costo directo por la presencia de síntomas respiratorios en niños entre 1 y 5 años de edad, según exposición y tiempo.





Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Los costos por medicamentos representaron la mayor parte de los costos directos, variando de 41% a 54% en la zona control y de 38% a 50% en la población expuesta. Solamente en las visitas 2, 4 y 6, en expuestos, se observó que el transporte representaba la mayor parte de los costos directos generados, siendo de 41%, 40% y 46% para cada una de estas visitas, respectivamente.

La comparación de los costos directos, mediante estimaciones de bootstrap para datos sesgados, mostró mayores costos en transporte en hogares de la zona expuesta, en la captación, y en las visitas 4 y 5. Así, en la captación se observó una diferencia promedio de \$1.917,5 a costa de la población expuesta (IC 95%: \$904 - \$3.071,9). Para las visitas 4 y 5 las diferencias promedio de costos en transporte en población expuesta fueron de \$6.918,8 (IC95% 1.341,3; 19.791,1) y \$4.224,6 (IC95% 994,3; 8.316,8), respectivamente (Tabla 120).

En contraste, se observaron mayores costos en consulta para la población no expuesta, en la captación y en la visita 1. Específicamente, en la captación se observó una diferencia promedio de \$2.180,5 (IC95% 631,3; 3.989,6); en la visita 1 dicha diferencia fue de \$3.072,5 (IC95% 1.190,0; 5.313,9).

Tabla 120. Promedio de costos directos por componente, según exposición a relleno y visita.

Componente	Expuesto		Diferencia promedio	IC95% Bootstrap
	SI	NO		
Captación				
Consultas	1666.9	3847.4	-2180.5	-3989.6 ; -631.3 **
Medicamentos	5595.1	7037.9	-1442.7	-3871.5 ; 808.1
Transporte	3961.4	2043.9	1917.5	904.0 ; 3071.9 **
Total Directo	11315.3	13016.7	-1701.4	-5839.5 ; 2156.1
Visita 1				
Consultas	886.0	3958.5	-3072.5	-5313.9 ; -1190.0 **
Medicamentos	4915.8	7632.1	-2716.3	-6912.5 ; 1132.9
Transporte	4294.7	2975.5	1319.3	-347.8 ; 2986.3
Total Directo	10096.5	14566.0	-4469.5	-10526.5 ; 1444.6
Visita 2				
Consultas	2213.6	4887.1	-2673.4	-9819.2 ; 1810.2
Medicamentos	4031.8	5767.2	-1735.4	-5704.1 ; 1607.0
Transporte	4386.4	3224.1	1162.2	-806.2 ; 2981.5
Total Directo	10631.8	13878.5	-3246.6	-11602.3 ; 4995.7
Visita 3				



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Consultas	1860.8	5354.2	-3493.5	-12572.8 ; 925.5
Medicamentos	5233.3	8983.1	-3749.7	-9038.4 ; 16.1
Transporte	3715.7	2762.7	953.0	-933.6 ; 2731.2
Total Directo	10809.8	17100.0	-6290.2	-21110.3 ; 1863.4
Visita 4				
Consultas	8872.7	2864.4	6008.3	-4182.9 ; 25149.9
Medicamentos	5200.0	5831.1	-631.1	-6751.7 ; 3579.5
Transporte	9545.5	2626.7	6918.8	1341.3 ; 19791.1 **
Total Directo	23618.2	11322.2	12296.0	-3607.9 ; 47881.8
Visita 5				
Consultas	3476.7	6466.7	-2990	-12139.4 ; 4067.8
Medicamentos	4316.6	6556.4	-2239.7	-5643.2 ; 1659.0
Transporte	6573.3	2348.7	4224.6	994.3 ; 8316.8 **
Total Directo	14366.7	15371.8	-1005.1	-14383.6 ; 10684.4

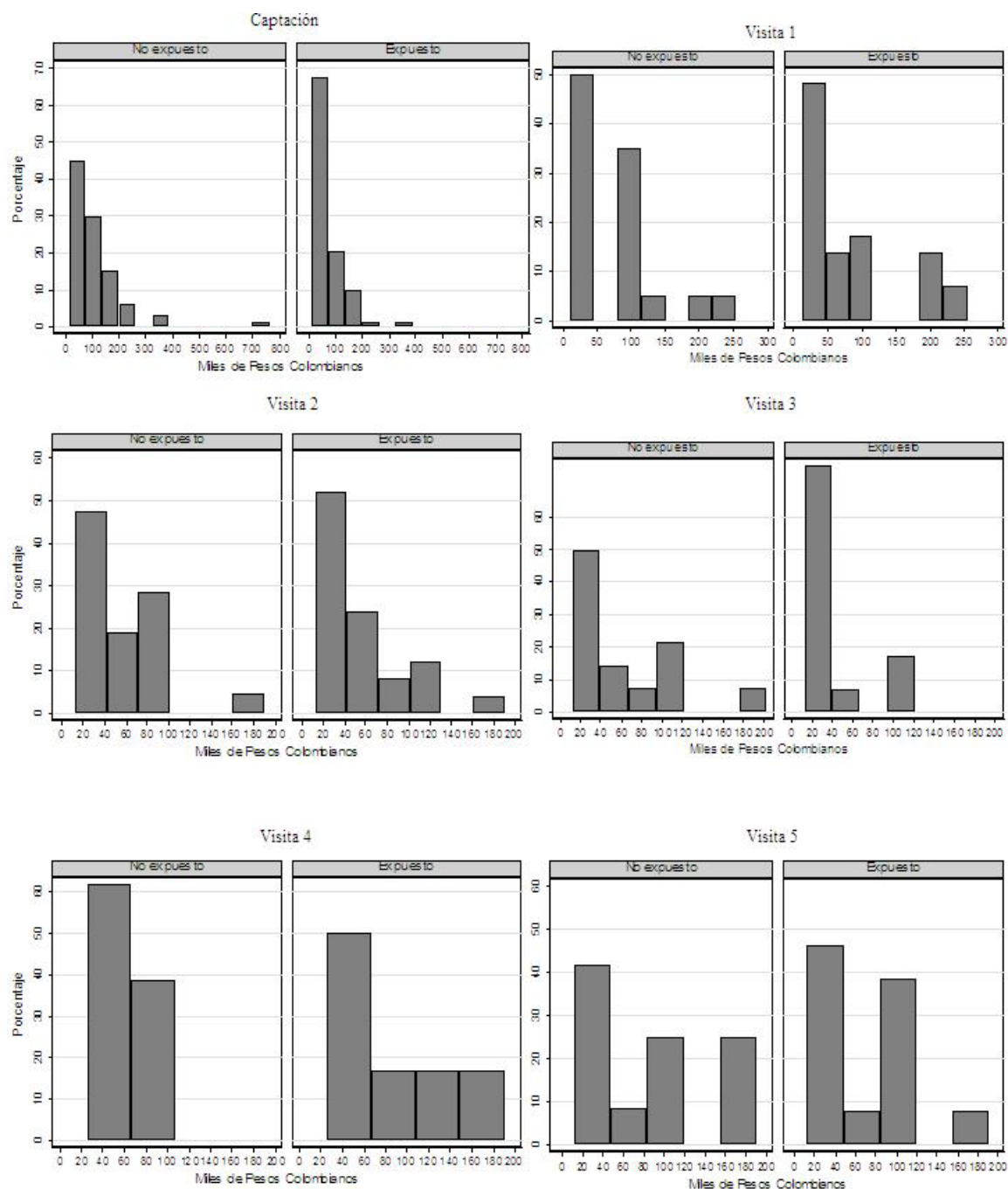
** p < 0.05

8.5.4.2.Descripción de costos indirectos:

En la distribución de los costos indirectos crudos se observó un mayor rango de valores en la población expuesta durante las visitas 2, 4 y 5. (Figura 48).

Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Figura 49. Distribución del costo indirecto, según exposición y tiempo





Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Los costos indirectos en este grupo de población estuvieron representados por la valoración, en términos de salario mínimo, que se dio al tiempo dedicado por algún miembro de la familia, al cuidado del menor que presentó síntomas respiratorios.

De forma estadísticamente significativa, se observaron mayores costos indirectos en la población no expuesta, en la captación y en la visita 3. Así, en la captación, los costos indirectos fueron \$37.928,2 superiores en promedio en población no expuesta, con un intervalo de confianza de \$9.982,2 a \$68.979,0 (Tabla 121).

Tabla 121. Promedio de costos indirectos por tiempo dedicado al cuidado, según exposición a relleno y visita.

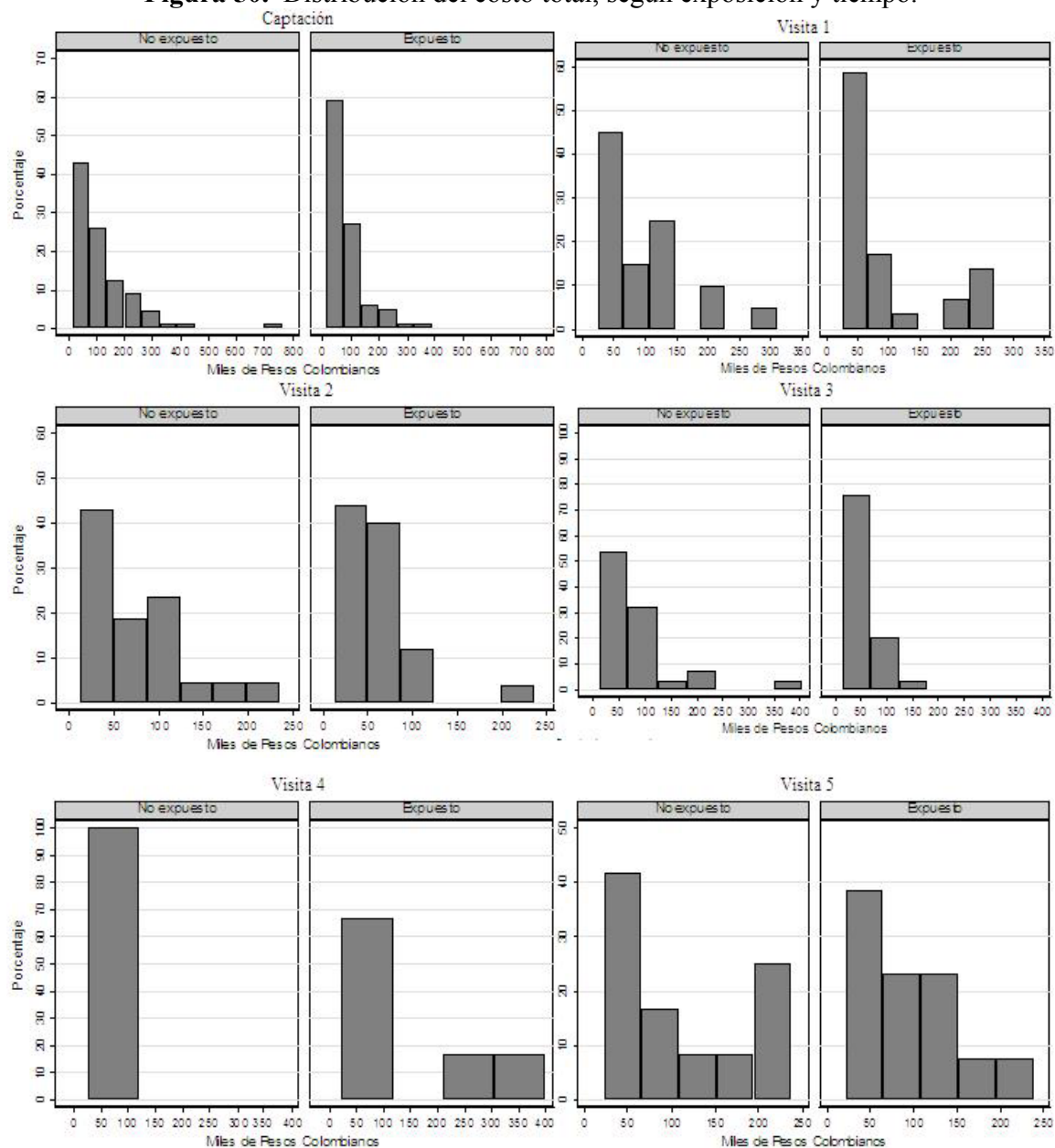
	Expuesto		Diferencia promedio	IC95% Bootstrap
	SÍ	NO		
Captación	71397.2	109325.4	-37928.2	-68979.0 ; -9989.2 **
Visita 1	83316.1	77571.7	5744.4	-32336.7 ; 43072.6
Visita 2	53410.0	60555.6	-7145.6	-29856.5 ; 15319.5
Visita 3	44289.1	64491.6	-20202.6	-40654.8 1507.2 *
Visita 4	84777.78	66517.95	18259.8	-28425.5 ; 83506.1
Visita 5	73365.4	89016.7	-15651.3	-58496.7 ; 29142.4

** $p < 0.05$ * $0.05 < p < 0.10$

8.5.4.3.Descripción de los costos totales:

En la Figura 49, se presentan las distribuciones de costos totales, las cuales muestran mayor rango de costos en población no expuesta para cada uno de los momentos del seguimiento, excepto en la visita 4, donde se observa que los costos totales en expuestos fueron de \$25433.3 a \$ 398450 y en los residentes en la zona control fueron de \$32233.3 a \$137366.7.

Figura 50. Distribución del costo total, según exposición y tiempo.



En total, la población de la zona control reportó costos superiores, excepto en la visita 4. Sin embargo, solo se observó diferencia estadística en la captación donde se encontró que los costos totales eran \$39541,9 superiores en promedio en la población no expuesta al relleno. Igualmente, se observó una diferencia promedio de costos totales en la visita 3, encontrándose que la población de la zona control asumió costos totales promedio mayores de \$30924,3 (Tabla 122).

Con respecto a la composición de los costos totales, se observa que estuvieron constituidos en su mayor parte por los costos indirectos, los cuales representaron más del 60% tanto en expuestos como en residentes en la zona control (Tabla 122).

Tabla 122. Promedio de costos totales, según exposición a relleno y visita.

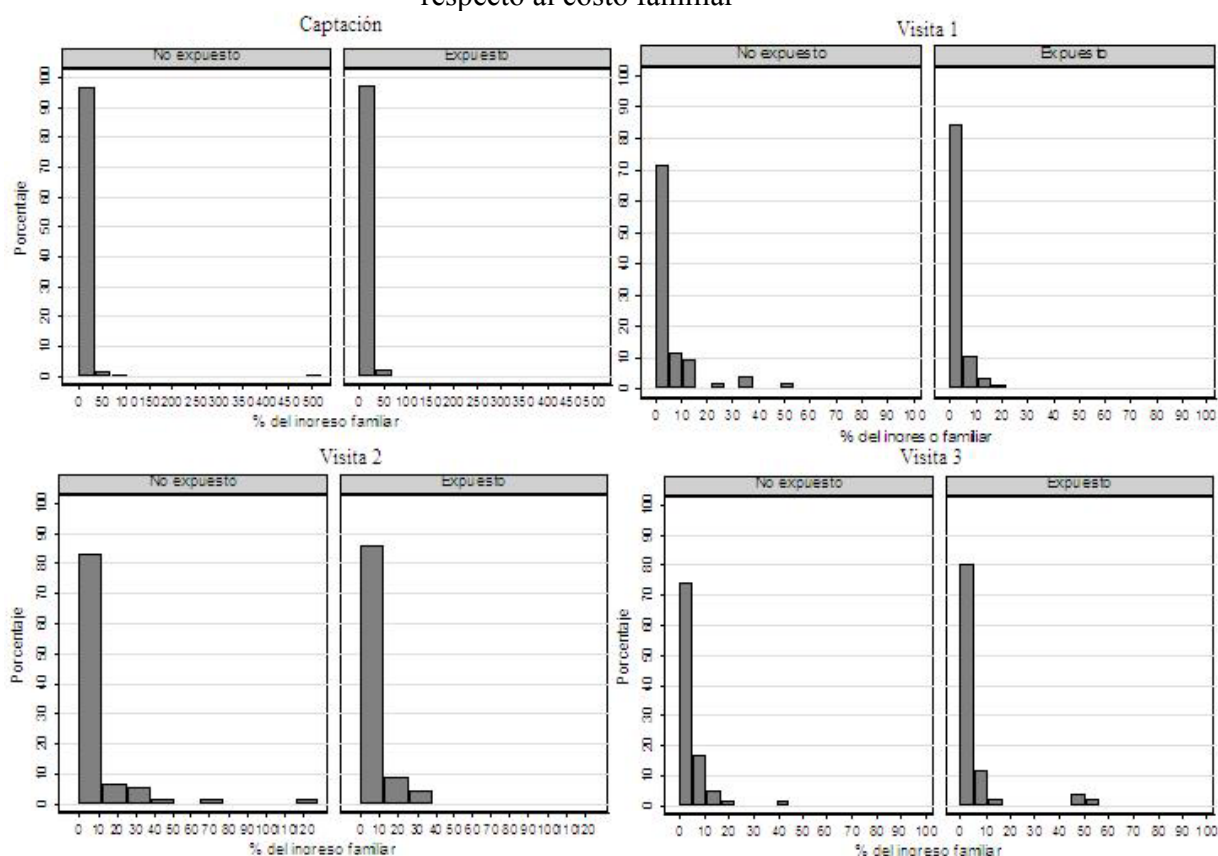
Componente	Expuesto		Diferencia promedio	IC95% Bootstrap
	SÍ	NO		
Captación				
Directo	11315.3	13016.7	-1701.4	-5839.5 ; 2156.1
Indirecto	71397.2	109325.4	-37928.2	-68979.0 ; -9989.2 **
Total	84359.9	123901.8	-39541.9	-75336.3 ; -11388.2 **
Visita 1				
Directo	10096.5	14566.0	-4469.5	-10526.5 ; 1444.6
Indirecto	83316.1	77571.7	5744.4	-32336.7 ; 43072.6
Total	95402.3	97791.7	-2389.4	-50125.2 ; 40710.1
Visita 2				
Directo	10631.8	13878.5	-3246.6	-11602.3 ; 4995.7
Indirecto	53410.0	60555.6	-7145.6	-29856.5 ; 15319.5
Total	63262	80465.1	-17203.1	-51470.8 ; 12214.5
Visita 3				
Directo	10809.8	17100.0	-6290.2	-21110.3 ; 1863.4
Indirecto	44289.1	64491.6	-20202.6	-40654.8 1507.2 *
Total	54996.0	85920.2	-30924.3	-67288.7 ; -1013.8 **
Visita 4				
Directo	23618.2	11322.2	12296.0	-3607.9 ; 47881.8
Indirecto	84777.78	66517.95	18259.8	-28425.5 ; 83506.1
Total	143227.8	80818.0	62409.8	-35561.1 ; 188625
Visita 5				
Directo	14366.7	15371.8	-1005.1	-14383.6 ; 10684.4
Indirecto	73365.4	89016.7	-15651.3	-58496.7 ; 29142.4
Total	96719.2	116850	-20130.8	-74687.8 ; 31030.4

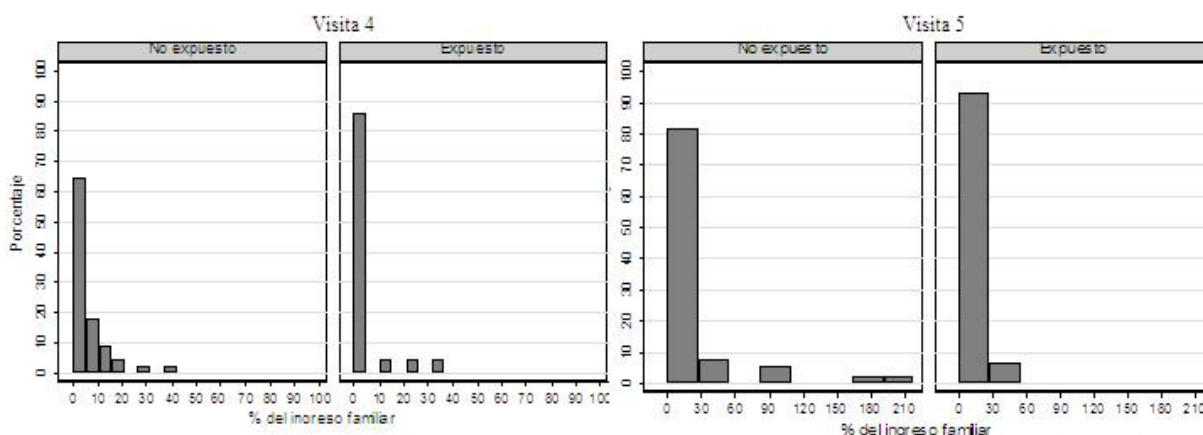
** $p < 0.05$ * $0.05 < p < 0.10$

8.5.4.4. Descripción de la participación de costos directos por síntomas respiratorios en los ingresos monetarios familiares mensuales:

Se observó un mayor rango en la participación de los costos directos como porcentaje de los ingresos monetarios familiares en hogares de la zona control, en la captación y en las visitas 1, 2 y 5. Mientras que dicho rango fue mayor en familias de la zona expuesta en las visitas 3 y 4. De esta manera, se evidenció que los costos directos llegan a representar más del 50% del ingreso mensual en la captación y en la visita 5, tanto para familias de la zona expuesta al relleno como para las de la zona control; en la visita 3 para familias de la zona expuesta y en las visitas 1 y 2 para familias de la zona control. Solamente en la visita 4, la participación de los costos directos en los ingresos monetarios se mantuvo por debajo del 50%, para ambos grupos de hogares.

Figura 51. Descripción del porcentaje de costos directos por síntomas respiratorios con respecto al costo familiar





8.5.4.5. Análisis de regresión de costos totales en la captación

Análisis univariado

En la identificación de los determinantes de los costos familiares por síntomas respiratorios en niños de 1 a 5 años, se realizó primero un análisis univariado para evaluar diferencias de acuerdo a: la exposición al relleno, la exposición a las ladrilleras, el sexo, la edad, la afiliación en salud del niño, la educación y ocupación de los padres, los ingresos familiares y medidas proxy de pobreza como el nivel de hacinamiento, el tipo de techo y de piso existente en la vivienda.

Tabla 123. Análisis Univariado del costo total en la captación (continúa)

Variable	Promedio	Diferencia promedio	IC 95% (a)
Exposición a relleno			
NO	123901.8		
SI	84359.9	-39541.9	-79073.8 ; -8888.5 **
Exposición a ladrillera			
Baja	93635.5		
Mediana /Alta	116153.7	22518.2	-11354.3 ; 64985.2 *
Sexo			
Femenino	110355.5		
Masculino	93572.8	-16782.7	-47523.2 ; 14568.7
Edad			
3 o más años	91360.7		
Menores de 3 años	117599.7	26239	-5422.6 ; 64182.2 *
Educación de la madre			
Secundaria y más	99470.6		
Ninguna/ Primaria	109323.8	9853.2	-23573.5 ; 47222.7



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Educación del padre			
Secundaria y más	108540.6		
Ninguna/ Primaria	90794.9	-17745.8	-45008.1 ; 8497.7 *
Ocupación de la madre			
Hogar	111414.8		
Otra actividad	95238.3	-16176.5	-48434.1 ; 12123.7
Ocupación del padre			
Trabajo	99319.0		
Otra actividad	104478.6	5159.6	-32520.1 ; 67141.4
Afiliación en salud			
Contributivo	118286.9		
Subsidiado/No afiliado	93201.4	-25085.5	-57023.2 ; 5897.7 *
Ingresos			
>400.001	99385.9		
<=400.000	104404.9	5019.0	-30491.9 ; 35789.0
Hacinamiento			
<=3 personas/dormitorio	99022.8		
>3 personas/dormitorio	106975.3	7952.5	-24415.9 ; 39528.4
Piso de la vivienda			
Baldosa	112814.2		
Otro	98670.4	-14143.8	-47500.3 ; 19196.0
Techo de la vivienda			
Cemento	114085.7		
Otro	94200.9	-19884.7	-57176.8 ; 11716.5 *

(a) Intervalo calculado con técnicas no paramétricas de Bootstrap ** p<0.05 *p<0.25

Tabla 124. Análisis Univariado del costo total en la captación (continuación)

Variable	Promedio	Diferencia promedio	IC 95% (a)
Eritema ocular			
NO	96907.2		
SI	107161.6	10254.4	-27129.9 ; 39551.6
Prurito ocular			
NO	95123.6		
SI	112051.1	16927.6	-16366.0 ; 46398.3
Disfonía			
NO	79340.8		
SI	120118.7	40778.0	8070.7 ; 70261.5 **
Síntomas bajos			
NO	77214.2		
SI	128108.5	50894.2	19500.4 ; 86356.8 **

(a) Intervalo calculado con técnicas no paramétricas de Bootstrap ** p<0.05 *p<0.25



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Se observó una relación inversa estadísticamente significativa, en la cual las familias expuestas al RS tuvieron costos promedio menores de \$39.541.9, en comparación a las familias de la zona control. Esta diferencia promedio se encontró entre \$79073.8 y \$8888.5, con un nivel de confianza de 95%.

En relación con la exposición a ladrillera, se observó que las familias con mediana o alta exposición asumieron costos promedio mayores en \$22518.2, comparadas con las familias con baja exposición. Sin embargo, esta asociación no fue estadísticamente significativa. Con las demás variables no se observaron diferencias en los costos totales en la captación.

Respecto a la presencia de síntomas respiratorios, se observaron diferencias de costos promedio estadísticamente significativas frente a la presencia de disfonía y de síntomas bajos. De esta manera, las familias de niños que presentaron disfonía asumieron costos mayores en \$10.254.4 en promedio. Con una confiabilidad de 95%, se estimó que esta diferencia se encuentra entre \$8.070.7 y \$70.261.5. Las familias de niños con síntomas respiratorios bajos asumieron costos promedio mayores en \$50.894.2, diferencia que se encontró entre \$19.500.4 y \$86.356.8 con un nivel de confianza de 95%.

Después de someter el modelo univariado a selección de variables, se obtuvo un modelo múltiple con las variables exposición a relleno, a ladrilleras, edad del niño, la afiliación en salud, nivel de ingresos y presencia de síntomas respiratorios bajos. Se encontró una correlación estadísticamente significativa entre el régimen de afiliación y el nivel de ingresos ($r=-0.33$, $p=0.000$). Sin embargo, la presencia de estas dos variables en el modelo no produjo aumentos de la varianza mayores del 2%, por lo cual se dejaron ambas en el modelo final.

En este modelo se observó un menor costo promedio de \$40.129 en las familias expuestas al RS, comparadas con aquellas de la zona control, después de ajustar por exposición a ladrilleras, la edad, la afiliación del niño, el nivel de ingresos familiares y la presencia de síntomas respiratorios bajos. Esta diferencia se encontró entre \$10.517.3 y \$78.093.2 con un nivel de confianza de 95%.

Se observó una tendencia hacia mayores costos en familias con mediana o alta exposición a ladrilleras y con niños menores de 3 años de edad. Mientras que se observó una tendencia a menores costos en familias de niños del régimen subsidiado o no afiliados. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Ante la presencia de síntomas respiratorios bajos, las familias asumieron mayores costos promedio de \$39.257.6, diferencia que varió de \$11.755 a \$68.744.6, después de ajustar por exposición a relleno, a ladrilleras, la edad y la afiliación del niño y nivel de ingresos.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Tabla 125. Análisis múltiple del costo total en la captación

Variable	Diferencia promedio cruda	IC 95%	Diferencia promedio ajustada	IC 95% (a)
Exposición a relleno				
No				
SI	-39541.9	-79073.8 ; -8888.5 **	-40129.0	-78093.2 ; -10517.3 **
Exposición a ladrillera				
Baja	22518.2	-11354.3 ; 64985.2 *	13219.9	-19420.2 ; 45949.4
Mediana /Alta				
Edad				
3 o más años				
Menores de 3 años	26239	-5422.6 ; 64182.2 *	24682.1	-6970.6 ; 61965.0
Afiliación en salud				
Contributivo				
Subsidiado /No afiliado	-25085.5	-57023.2 ; 5897.7 *	-25711.4	-56112.9 ; 2880.9
Ingresos				
>400.001				
<=400.000	5019.0	-30491.9 ; 35789.0	-11936.4	-42818.7 ; 18021.2
Síntomas bajos				
NO				
SI	50894.2	19500.4 ; 86356.8 **	39257.6	11755.04 68744.6 **

(a) Intervalo calculado con técnicas no paramétricas de Bootstrap ** $p < 0.05$

* $0.05 < p < 0.10$

Se estratificó por régimen de afiliación para explorar una posible modificación del efecto con la exposición a relleno, la cual se describe a continuación (Tabla 126).

Tabla 126. Estratificación de las diferencias promedio ajustadas de costos totales según régimen de afiliación

Variable	Diferencia Promedio Ajustadas	IC 95% (a)
Régimen contributivo		
Exposición a relleno		
No		
SI	-51606.7	-105150.7 ; -10696.1 *
Exposición a ladrillera		



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Baja Mediana /Alta	6405.0	-40717.8 ; 63998.4
Edad 3 o más años Menores de 3 años	35267.8	-10816.2 ; 82600.8
Ingresos >400.001 <=400.000	14152.1	-24369.8 ; 57680.7
Síntomas bajos NO SI	40137.3	-3918.8 ; 86535.3
Régimen subsidiado o no afiliados		
Exposición a relleno No SI	-34910.1	-87390.9 ; 3902.2 *
Exposición a ladrillera Baja Mediana /Alta	19125.9	-24439.7 ; 71747.2
Edad 3 o más años Menores de 3 años	17448.7	-20805.6 ; 73032.7
Ingresos >400.001 <=400.000	-23830.4	-65136.9 ; 14525.6
Síntomas bajos NO SI	35113.9	2648.5 ; 73650

(a) Intervalo calculado con técnicas no paramétricas de Bootstrap. * 0.05<p<0.10

En las tablas anteriores se observa que entre los afiliados al régimen contributivo, los expuestos al relleno asumen costos promedio menores en \$51.606.7, los cuales varían de \$10.696.1 y \$105.150.7 con un nivel de confianza de 95%. De esta manera, la diferencia de costos promedio tendió a estar subestimada por el efecto del régimen de afiliación. Entre los afiliados al régimen subsidiado y no afiliados, no se observó diferencias en costos entre expuestos y la población de la zona control. Sin embargo, esta interacción entre exposición a relleno y régimen de afiliación no presentó significancia estadística (p=0.547).



8.6. Eventos adversos en salud en adultos mayores de 50 años

8.6.1. Descripción de la población

Se incluyeron en el estudio un total de 456 individuos mayores de 50 años, de los cuales 56.1% (256/456) residían a menos de 2 km alrededor del RS y cumplieron con los criterios para clasificarlos como expuestos. El promedio de edad en los expuestos y en el grupo control fue de 62 (+/- 9.7) y 63 (+/-8.5) años, respectivamente. Los expuestos tenían una mediana de tiempo de residencia en el barrio de 20 años frente a 15 años del grupo control. En las Tablas 127, 128, 129 y 130 se muestran las características de los adultos incluidos en la cohorte.

Tabla 127. Características sociodemográficas y de exposición laboral de los adultos > 50 años incluidos en la cohorte

VARIABLES	EXPUESTOS		CONTROL	
	n = 256	%	n = 200	%
Variables sociodemográficas				
Sexo				
Masculino	114	44.5	77	38.5
Femenino	142	55.5	123	61.5
Edad				
50 - 59 años	138	53.9	80	40.0
60 a 69 años	67	26.1	78	39.0
> =70 años	51	19.9	42	21.0
Afiliación a seguridad social				
No afiliado	36	14.1	15	7.5
Afiliado	220	85.9	185	92.5
Régimen de afiliación				
Contributivo	49	22.3	77	41.6
Subsidiado	171	77.7	108	58.3
Escolaridad				
Ninguna	57	22.3	40	20.0
Primaria Incompleta	116	45.3	71	35.5
Primaria completa	58	22.7	51	35.5
Secundaria incompleta	17	6.6	23	11.5
Secundaria completa o más	8	3.1	15	7.5
Situación laboral				
Empleados	30	11.8	15	7.5
Trabajadores independientes	48	18.9	29	14.6
Pensionados e Incapacitados	15	5.9	30	15.1
Desempleados	161	63.4	126	62.8
Variables de exposición laboral				



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Función laboral				
Funciones de no riesgo respiratorio	37	47.4	32	72.7
Funciones de riesgo respiratorio	41	52.6	12	27.3
Retiro de algún trabajo por síntomas respiratorios				
No se retiró	234	91.8	174	87.0
Se retiró	21	8.2	26	13.0
Función en el trabajo donde se retiró por síntomas respiratorios				
Funciones de no riesgo	9	42.8	19	73.0
Funciones de riesgo	12	57.1	7	26.0
Exposición al cigarrillo en el trabajo				
No expuesto	48	61.5	28	65.1
Expuesto	30	38.5	15	34.9

En cuanto a la distribución por edad y sexo los expuestos tenían mayor proporción de mujeres y de personas entre los 50 y 59 años de edad.

Respecto a la seguridad social el grupo control presentó un mayor porcentaje de afiliación, principalmente al régimen subsidiado, y además un nivel de escolaridad más alto. Frente a la situación laboral los expuestos tenían mayor población de empleados y trabajadores independientes, mientras el grupo control tenía más pensionados e incapacitados, lo cual puede deberse en parte a que en este grupo se encuentran en mayor proporción personas con 60 años o más. En el grupo laboralmente activo se observó que los individuos desempeñaban funciones consideradas de riesgo para el sistema respiratorio (como la agricultura, construcción, pintura, ebanistería, zapatería, soldadura, reciclaje, transporte vehicular y el desempeño de cualquier función en el RS o en las ladrilleras.) principalmente en los expuestos, pero que se habían retirado de alguno de sus trabajos por presentar síntomas respiratorios en mayor proporción en el grupo control.

Tabla 128. Características clínicas de los adultos > 50 años incluidos en la cohorte

VARIABLES	EXPUESTOS		CONTROL	
	N	%	n	%
Variables Clínicas				
Comorbilidad				
Comorbilidad 0	107	41.8	70	35.0
Comorbilidad 1	62	24.2	48	24.0
Comorbilidad 2	68	26.6	65	32.5
Comorbilidad 3	19	7.4	17	8.5
Discapacidad				
Sin discapacidad	226	88.3	174	87.0
Incapacitado	30	11.7	26	13.0



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Índice de Comorbilidad				
Índice de Comorbilidad 0	104	40.6	68	34.0
Índice de Comorbilidad 1	53	20.7	42	21.0
Índice de Comorbilidad 2	60	23.4	55	27.5
Índice de Comorbilidad 3	39	15.3	35	17.5

Respecto a las condiciones clínicas no se observaron diferencias referentes a la proporción de discapacidad en los 2 grupos. No obstante, los expuestos presentaron menor comorbilidad e índice de comorbilidad.

Tabla 129. Características de la vivienda de los adultos > 50 años incluidos en la cohorte

VARIABLES	EXPUESTOS		CONTROL	
	n	%	n	%
Variables de condiciones de la vivienda				
Número de personas en la casa				
0 - 6 personas	220	85.9	136	68.0
7 - 10 personas	30	11.7	47	23.5
> 10 personas	6	2.3	17	8.5
Número de servicios públicos				
1 o 2 servicios públicos	50	19.5	15	7.5
3 o 4 servicios públicos	90	35.2	19	9.5
Todos los servicios públicos	116	45.3	166	83.0
Humedad	73	28.5	83	41.5
Moho	53	20.7	50	25.0
Animales	161	62.9	113	56.5
Fuente de cocina				
Otro fuente de no riesgo respiratorio	229	89.5	196	98.0
Carbón / leña o gasolina	27	10.5	4	2.0
Material de las paredes				
Ladrillo	195	76.9	189	95.4
Otros materiales	59	23.2	9	4.5
Material de las piso				
Baldosa o madera	60	23.6	88	44.4
Cemento o Tierra / arena	194	76.4	110	55.6
Material del techo				
Cemento / tejas eternit o barro	108	42.5	169	85.4
Teja de zinc o plástico	146	57.5	29	14.6
Exposición al cigarrillo en la casa				
No expuesto	171	66.8	132	66.0
Expuesto	85	33.2	68	34.0

En lo referente a las características de la vivienda los expuestos tienen menor número de personas que constituyen la familia, menor proporción de humedad y moho en las paredes o techo de la casa y menor número de servicios públicos, tienen mayor porcentaje de animales y cocinan en mayor frecuencia con carbón/ leña o gasolina.

Los materiales de la casa, para fines de la investigación, han sido considerados como una medida próxima a las condiciones socioeconómicas de la cohorte. De acuerdo a esto, a pesar de que los grupos de comparación pertenecen al estrato 1 y 2, los expuestos tienen un mayor nivel de pobreza, ya que han construido en mayor proporción las paredes con materiales distintos al ladrillo, el piso con cemento o tierra/arena y el techo con teja de zinc o plástico.

En general no existen diferencias en cuanto a la exposición a humo de cigarrillo en el trabajo o en la casa.

Tabla 130. Hábitos y estilos de vida de los adultos > 50 años incluidos en la cohorte.

VARIABLES	EXPUESTOS		CONTROL	
	n	%	n	%
Variables de hábitos y estilos de vida				
Consumo de cigarrillo				
No fumador	125	48.8	89	44.5
Exfumador	89	34.8	82	41.0
Fumador actual	42	16.4	29	14.5
Edad al inicio del consumo de cigarrillo				
>= 11 años	120	91.6	103	92.8
<= 10 años	11	8.4	8	7.2
Número de años sin fumar				
0 años (Fumador actual)	42	16.4	29	14.5
1 a 19 años	33	12.8	34	17
20 a 39 años	46	17.9	37	18.5
> =40 años	135	57.3	100	50
Variables de localización				
Exposición a ladrilleras				
Baja exposición	155	77.5	155	60.5
Mediana exposición	70	16.0	32	27.3
Alta exposición	31	6.5	13	12.1
Zona de residencia				
Zona rural	67	26.2	13	6.5
Zona Urbana	189	73.8	187	93.5

Respecto al consumo de cigarrillo, a la edad de inicio del hábito y al número de años sin fumar para los ex-fumadores no se encontraron diferencias entre los grupos de comparación.

Referente a las variables de localización, se construyó la variable exposición a ladrilleras basada en una cercanía aproximada del barrio a la ladrillera, con base en esta aproximación se consideraron como barrios altamente expuestos aquellos en los cuales tuvieran una o más ladrilleras en su área; medianamente expuestos los barrios cuya ladrillera más cercana se encontrara en el barrio contiguo y baja exposición a ladrilleras aquellos barrios cuya ladrillera más cercana se ubicara a más de 2 barrios contiguos. Con base en lo anterior, el grupo control se encontró en mayor proporción con una exposición alta a ladrilleras.



La zona de residencia se definió con base en la actividad económica principal del barrio, por tanto se consideró como zona rural aquellos cuya sectores dedicados al cultivo en parcela y explotación de ganado. Aunque ambos grupos residen principalmente en zona urbana, los expuestos tienen una proporción más alta de residencia en zona rural.

8.6.2. Análisis de la presencia de síntomas respiratorios en mayores de 50 años al momento de la captación

Se evaluó la asociación entre tener o no tener síntomas respiratorios al momento de la captación y la cercanía al RSDJ, independientemente de la edad, el sexo, la ocurrencia de comorbilidad, la presencia de humedad en la casa, el grado de afección de la función física, la cercanía a las ladrilleras y el porcentaje del tiempo de vida en el barrio. Esta asociación se exploró estratificada por una variable “proxy” de condición socioeconómica basada en el material de la vivienda, específicamente del techo (plástico y lámina de zinc vs. tejas de barro, eternit o plancha de cemento). Se consideró que aquellas personas que vivían en una casa cuyo techo fuera de plástico o de lámina de zinc estaban en una condición de mayor pobreza que las personas cuyas casas tenían un techo con otros materiales.

En el estrato de personas con menor pobreza no se encontró asociación entre la cercanía al RSDJ y la presencia de síntomas respiratorios (Tabla 131). Las variables que resultaron asociadas con un nivel de significancia ≤ 0.10 fueron la edad, la presencia de humedad en la casa y la función física. Se encontró un gradiente positivo en la probabilidad de tener síntomas respiratorios y el aumento de la edad, en el que las personas mayores de 70 años presentaron casi 9.5 veces el riesgo de tener síntomas respiratorios en comparación con el grupo de 50 a 59 años.

Además, las personas con puntaje de función física menor de 70 tuvieron casi 3.8 veces la probabilidad de tener síntomas respiratorios. Esta variable mide el grado de compromiso de la función física frente a cualquier enfermedad; en este caso se tomó como una variable proxy de severidad de los síntomas respiratorios, dado que su construcción es similar a la forma en que se mide esta severidad.

El modelo explica el 14.6% de la variabilidad en la prevalencia de los síntomas respiratorios.

Tabla 131. Factores asociados a la ocurrencia de síntomas respiratorios al momento de la captación entre aquellos individuos con menor pobreza

Variables	OR	P>z	IC 95%	
Expuesto RS	1.08	0.852	0.49	2.36
Edad 60-69	2.13	0.076	0.92	4.89
Edad > 70	9.48	0.032	1.21	74.35



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Indice de comorbilidad 3	1.85	0.170	0.77	4.47
Humedad	2.23	0.075	0.92	5.40
Sexo	1.78	0.143	0.82	3.83
Función física	3.76	0.041	1.06	13.34
Ladrillera	1.12	0.893	0.22	5.58
Proporción de la vida en el barrio	1.88	0.423	0.40	8.79

Por otro lado, en el estrato de personas más pobres se encontró asociación entre la cercanía con el RSDJ y la presencia de síntomas respiratorios, es decir, las personas que viven en los barrios cercanos al RS y que habitan viviendas en extremas condiciones de pobreza tienen 4.7 veces la probabilidad de tener síntomas respiratorios en comparación con los que viven en barrios lejanos al RSDJ y tienen viviendas igualmente pobres.

Ninguna otra variable, además de la exposición al RS, estuvo asociada en este modelo a la prevalencia de enfermedad, pero se tuvieron en cuenta para estimar una medida de asociación por exposición al RSDJ que estuviera ajustada por otras covariables de enfermedad respiratoria de reconocida importancia.

El modelo explica el 10.8% (R^2) de la variabilidad de la presencia de síntomas respiratorios.

Tabla 132. Factores asociados a la ocurrencia de síntomas respiratorios al momento de la captación entre aquellos individuos con mayor pobreza

Variables	OR	P>z	IC 95%	
Expuesto	4.71	0.064	0.92	24.19
Edad 60-69	1.43	0.692	0.24	8.32
Edad > 70	2.65	0.411	0.26	27.19
Indice de comorbilidad	3.25	0.303	0.34	30.63
Humedad	1.14	0.882	0.20	6.60
Sexo	0.69	0.660	0.14	3.52
Función física	1.83	0.513	0.30	11.05
Proporción de la vida en el barrio	0.57	0.737	0.02	15.76

Sin ajustar por la variable proxy de severidad, se sigue encontrando una asociación significativa entre la exposición al RSDJ y la ocurrencia de síntomas respiratorios (Tabla 132) entre las personas más pobres. Esto quiere decir que independiente de la severidad, las personas expuestas al relleno tienen aproximadamente 4 veces la probabilidad de tener algún síntoma respiratorio en comparación con los residentes en la zona control.

El modelo explica el 10% de la variabilidad del fenómeno.

Tabla 133. Factores asociados a la ocurrencia de síntomas respiratorios al momento de la captación entre aquellos individuos con mayor pobreza sin ajustar por la función física

Variables	OR	P>z	IC 95%	
Expuesto	4.18	0.080	0.84	20.72
Edad 60-69	1.48	0.661	0.25	8.67
Edad > 70	2.51	0.434	0.25	25.28
Índice de comorbilidad	3.72	0.244	0.41	33.89
Humedad	1.18	0.853	0.21	6.73
Sexo	0.77	0.741	0.16	3.68
Proporción de la vida en el barrio	0.58	0.747	0.02	15.73

8.6.3. Análisis de la presencia de Síndromes Respiratorios al momento de la captación

Tanto en expuestos como en el grupo control se observó una alta ocurrencia de uno o más síntomas respiratorios, 91% y 88% respectivamente. Con el fin de caracterizar la severidad de estos cuadros respiratorios, se definieron 3 categorías de presentación, o síndromes respiratorios: 1) Como categoría de referencia se escogieron todos aquellos individuos asintomáticos o aquellos que presentaban solamente síntomas respiratorios leves de vías aéreas superiores (VAS); 2) Un grupo de individuos se presentó con cuadros respiratorios “moderados”, con presencia de síntomas asmáticos o bronquíticos, con o sin presencia de síntomas de VAS; y 3) Un grupo con cuadros más serios o “severos”, que de manera simultánea refirieron la presencia de síntomas asmáticos y asmáticos, y que siempre presentaron además de lo anterior síntomas de VAS.

Tabla 134. Descripción de la ocurrencia de síntomas respiratorios en los adultos > 50 años incluidos en la cohorte al momento de la captación

VARIABLES	EXPUESTOS		CONTROL	
	n	%	n	%
Algún síntoma respiratorio	235	91.8	176	88.0
Ningún síntoma respiratorio	21	8.2	24	12.0
Síndromes respiratorios				
Ningún síntoma o solo vía aérea superior (VAS)	52	20.3	53	26.5
Asmáticos o bronquíticos con o sin síntomas VAS	84	32.8	67	33.5
Bronquíticos, asmáticos, vía aérea superior	120	46.8	80	40.0

En el grupo control se presentó una mayor frecuencia de la categoría de referencia “ningún síntoma o sólo síntomas de vías aéreas superiores” (26.5%) que en el grupo expuesto. Fue muy similar la presencia de síndromes respiratorios “moderados” en los dos grupos, pero en los expuestos se presentaron con mayor frecuencia cuadros respiratorios más severos con



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

síntomas bronquíticos, asmáticos y de vías aéreas superiores ocurriendo simultáneamente (46%).

Se evaluaron los factores asociados a la ocurrencia de estos síndromes, determinando primero los factores potencialmente asociados a síndromes moderados, y luego los factores asociados a la ocurrencia de síndromes severos. Se utilizaron modelos de regresión múltiple para evaluar estas asociaciones al momento de la captación.

Las condiciones de la vivienda se utilizaron para identificar las personas más pobres en las zonas del estudio (i.e.; techo de lata de zinc y/o plástico), y mostraron ser causantes de heterogeneidad para las asociaciones evaluadas por la exposición al RS. Por lo tanto, los modelos resultantes se mostrarán para aquellos con menor y mayor pobreza.

Tabla 135. Factores asociados a la ocurrencia de síndromes respiratorios “moderados” (síntomas bronquíticos o asmáticos con o sin síntomas de vías aéreas superiores) al momento de la captación entre aquellos individuos con menor pobreza

VARIABLE	RRR	IC 95%	p
Relleno Sanitario			
No expuesto	1		
Expuesto	1.24	0.62-2.48	0.541
Años de residencia en barrio	0.918	0.23-3.51	0.902
Índice de comorbilidad			
Índice de comorbilidad 0	1		
Índice de comorbilidad 1	1.04	0.44-2.43	0.926
Índice de comorbilidad 2	0.94	0.37-2.35	0.901
Índice de comorbilidad 3	0.73	0.24-2.20	0.587
Sexo			
Masculino	1		
Femenino	1.81	0.76-4.27	0.176
Edad			
50-59 años	1		
60-69 años	1.99	0.94-4.23	0.071
>=70 años	2.17	0.69-6.80	0.181
Función física			
Función Física 100	1		
Función Física < 70	1.13	0.47-2.71	0.773
Escolaridad			
Primaria	1		
Secundaria o más	2.62	1.02-6.75	0.045
Ocupación			
No labora	1		
Labora	0.29	0.12-0.69	0.005



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Retiro de trabajo por SR			
No retiro	1		
Si retiro	2.02	0.54-7.59	0.293
Edad de inicio del cigarrillo			
Nunca ha fumado	1		
_ >= 11 años	7.55	0.61-92.7	0.114
< 10 años	1.74	0.788-3.87	0.169
Exposición a ladrillera			
Baja exposición	1		
Mediana a alta exposición	0.705	0.17-2.90	0.629

*La categoría de referencia de la variable resultado es el grupo sin síntomas o síntomas solo de vía aérea superior.

En las personas con menor pobreza no se encontró asociación significativa entre la exposición al RS y la presencia de síndromes respiratorios moderados luego de ajustar por edad, función física, índice de comorbilidad, sexo, retiro de algún trabajo por presencia de síntomas respiratorios, edad al inicio del cigarrillo, proporción de la vida residiendo en el barrio y exposición a ladrilleras, RRR = 1.24 IC 95% (0.62-2.48).

Solo se encontró mayor probabilidad para el desarrollo de éstos síntomas respiratorios en los adultos de mayor edad y con mayor nivel de escolaridad. Específicamente, los adultos entre 60 y 69 años tienen el doble de probabilidad del de presentar síntomas bronquíticos o asmáticos con o sin síntomas de vías aéreas superiores al compararlos con los adultos entre 50 y 59 años. Adicionalmente, los individuos con un nivel de escolaridad de secundaria o más tuvieron 2.6 veces la probabilidad de presentar este grupo de síntomas respiratorios en comparación con los que no tienen primaria o ningún grado de escolaridad. Dado que los eventos medidos son basados en autorreporte, el hallazgo anterior puede ser explicado por un mayor y mejor reporte de síntomas en sujetos con un nivel de escolaridad más alta.

De otra parte se encontró que los trabajadores presentaban 71% menor probabilidad de tener éste grupo de síntomas respiratorios comparado con los sujetos desempleados, pensionados o jubilados y los incapacitados. Este tipo de asociación puede explicarse en parte por confusión residual con edad, o porque los trabajadores representan un subgrupo de la población que tiende a ser mas sana (sesgo de trabajador sano)

Tabla 136. Factores asociados a la ocurrencia de síndromes respiratorios “severos” (síntomas bronquíticos y asmáticos con síntomas de vías aéreas superiores) al momento de la captación entre aquellos individuos con menor pobreza

VARIABLE	RRR	IC 95%	p
Relleno sanitario			
No expuesto	1		
expuesto	1.23	0.61-2.48	0.554



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Función física			
Función física 100	1		
Función física <70	2.79	1.24-6.28	0.013
Índice de comorbilidad			
Índice de comorbilidad 0	1		
Índice de comorbilidad 1	0.62	0.24-1.61	0.330
Índice de comorbilidad 2	1.65	0.68-4.02	0.264
Índice de comorbilidad 3	1.36	0.48-3.79	0.554
Sexo			
Sexo masculino	1		
Sexo femenino	1.50	0.63-3.59	0.356
Edad			
50-59 años	1		
60-69 años	1.31	0.60-2.85	0.485
>=70 años	4.13	0.14-11.93	0.009
Escolaridad			
Ninguna o Primaria	1		
Secundaria	1.73	0.65-4.57	0.265
Ocupación			
No labora	1		
Labora	0.56	0.25-1.26	0.166
Retiro de trabajo por SR			
No retiro	1		
Si retiro	3.26	0.93-11.43	0.064
Edad al inicio del cigarrillo			
Nunca ha fumado	1		
> =11 años	2.29	1.01-5.17	0.046
< 10 años	5.36	0.45-63.8	0.184
Exposición a ladrillera			
Baja exposición	1		
Mediana a alta exposición	1.17	0.31-4.38	0.811
Tiempo residencia en el barrio	3.36	0.94-11.97	0.061

*La categoría de referencia de la variable resultado es el grupo sin síntomas o síntomas solo de vía aérea superior.

En las personas con menor nivel de pobreza tampoco se encontró asociación significativa entre la exposición al RS y la presencia de síndromes “severos” con presentación conjunta de síntomas bronquíticos, asmáticos y de vías aéreas superiores. Después de ajustar por edad, función física, índice de comorbilidad, sexo, retiro de algún trabajo por presencia de síntomas respiratorios, edad al inicio del cigarrillo, proporción de la vida residiendo en el barrio y exposición a ladrilleras los datos sugieren un riesgo aumentado (RRR =1.23; IC 95%:0.61-2.48), pero no significativo.

Tuvieron mayor probabilidad de presentar este grupo de síntomas o síndromes severos las personas de mayor edad, los que se retiraron de alguno de sus trabajos por síntomas



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

respiratorios, los que iniciaron a fumar después de los 11 años y los que llevan más tiempo residiendo en el barrio.

La probabilidad de presentar de forma conjunta síntomas bronquíticos, asmáticos y de vía aérea superior fue 3.13 veces mayor en los >70 años que en los sujetos entre 50 y 59 años, lo que podría explicarse en parte por la presencia de cuadros crónicos entre los más viejos. De otra parte, los individuos que se habían retirado de alguno de sus trabajos por síntomas respiratorios tuvieron una probabilidad 2.36 veces mayor de presentar este grupo de síntomas comparados con los que nunca se han retirado.

El consumo de cigarrillo desde edades tempranas se asoció también a una probabilidad mayor de presentar estos síndromes respiratorios severos, en comparación con los individuos que nunca fumaron.

Se encontró además una asociación positiva entre el incremento en la proporción del tiempo de residencia en el barrio y la probabilidad de presentar este grupo de síntomas. Específicamente los que han vivido toda su vida en el barrio tienen 3.36 veces la probabilidad de presentar este grupo de síntomas comparados con las personas que recientemente han llegado al barrio.

Los individuos con peores condiciones en su función física (puntaje < 79) tuvieron 2.79 veces la probabilidad de presentar síndromes respiratorios severos comparados con los sujetos que tuvieron el mejor puntaje.

Tabla 137. Factores asociados a la ocurrencia de síndromes respiratorios “moderados” (síntomas bronquíticos o asmáticos con o sin síntomas de vías aéreas superiores) al momento de la captación entre aquellos individuos con mayor pobreza

Variable	RRR	IC 95%	p
Relleno sanitario			
No expuesto	1		
Expuesto	3.55	0.91-13.81	0.067
Función física			
Función física 100	1		
Función física < 70	1.86	0.52-6.71	0.343
Índice de comorbilidad			
Índice de Comorbilidad 0	1		
Índice de Comorbilidad 1	0.34	0.091-1.29	0.115
Índice de Comorbilidad 2	0.85	0.21-3.47	0.832
Índice de Comorbilidad 3	1.16	0.098-1.37	0.906
Sexo			
Masculino	1		
Femenino	1.88	0.52-6.71	0.328



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Edad			
50-59 años	1		
60-69 años	0.83	0.20-3.34	0.800
>= 70 años	0.58	0.15-2.27	0.443
Escolaridad			
Ninguna o Primaria	1		
Secundaria	1.28	0.27-5.96	0.751
Ocupación			
No labora	1		
Labora	0.72	0.20-2.60	0.619
Retiro de trabajo por SR			
No retiro	1		
Retiro	1.33e+09	NE	NE
Edad al inicio del cigarrillo			
Nunca ha fumado	1		
>= 11 años	1.16	0.35-3.83	0.807
<= 10 años	2.03	0.15-26.6	0.588
Exposición a ladrillera			
Baja exposición	1		
Mediana a alta exposición	16.0	1.55-166.1	0.020
Proporción de la vida en el barrio			
	0.23	0.021-2.47	0.227

*La categoría de referencia de la variable resultado es el grupo sin síntomas o síntomas solo de vía aérea superior.

NE: No Estimable por insuficiente tamaño de muestra.

En las personas con mayor pobreza se encontró una asociación positiva (RRR = 3.55 IC 95%: 0.91-13.81) entre la exposición al RS y la presencia de los síndromes respiratorios calificados como moderados (síntomas bronquíticos o asmáticos con o sin síntomas de vías aéreas superiores) luego de ajustar por edad, función física, índice de comorbilidad, sexo, retiro de algún trabajo por presencia de síntomas respiratorios, edad al inicio del cigarrillo, proporción de la vida residiendo en el barrio y exposición a ladrilleras.

Adicionalmente, se encontró una probabilidad mayor y significativa para el desarrollo de éste grupo de síntomas respiratorios moderados en los adultos expuestos a ladrilleras. Estos individuos tuvieron un riesgo 15 veces mayor al compararlos con los que no residen en un área cercana a éstas. Este hallazgo es evidencia probable de la presencia de interacción entre mayor pobreza y la exposición a ladrilleras en la presentación de síntomas bronquíticos o asmáticos con o sin síntomas de vías aéreas superiores ($p = 0.045$).

A pesar de que la asociación entre la exposición al RS y la ocurrencia de síndromes respiratorios moderados está ajustada por el retiro de alguno de los trabajos por presentar síntomas respiratorios, una medida de asociación para este último factor no pudo ser estimada debido al reducido tamaño de muestra en ese subgrupo, ya que solo 16 personas con mayor pobreza se retiraron de alguno de sus trabajos.

Tabla 138. Factores asociados a la ocurrencia de síndromes respiratorios “severos” (síntomas bronquíticos y asmáticos con síntomas de vías aéreas superiores) al momento de la captación entre aquellos individuos con mayor pobreza

Variable	RRR	IC 95%	p
Relleno sanitario			
No expuesto	1		
Expuesto	3.22	0.86-11.98	0.081
Función física			
Función física 100	1		
Función física < 70	2.96	0.87-10.1	0.08
Índice de comorbilidad			
Índice comorbilidad 0	1		
Índice comorbilidad 1	1.30	0.37-4.47	0.676
Índice comorbilidad 2	1.86	0.46-7.43	0.377
Índice comorbilidad 3	7.96	0.76-82.7	0.082
Sexo			
Masculino	1		
Femenino	0.99	0.29-3.35	0.992
Edad			
50-59 años	1		
60 – 69 años	2.19	0.59-8.17	0.240
>=70 años	0.67	0.18-2.51	0.563
Escolaridad			
Ninguna o primaria	1		
Secundaria o más	0.97	0.18-5.16	0.978
Ocupación			
No labora	1		
Labora	0.41	0.12-1.43	0.166
Retiro de trabajo por SR			
No retiro	1		
Retiro	2.72e+09	6.67e+08-1.11e+10	0.000
Edad inicio del cigarrillo			
Nunca ha fumado 0	1		
_ >= 11 años	0.81	0.25-2.66	0.739
< 10 años	3.53	0.31-39.5	0.305
Exposición a ladrillera			
Baja exposición	1		
Mediana a alta exposición	5.10	0.51-51.15	0.165
Proporción de la vida en el barrio			
	1.035	0.11-8.95	0.974

*La categoría de referencia de la variable resultado es el grupo sin síntomas o síntomas solo de vía aérea superior.

NE: No Estimable.



Consistente con lo descrito para los síndromes respiratorios moderados, se encontró en las personas con mayor nivel de pobreza una asociación substancial entre la exposición al RS y la presencia conjunta de síntomas bronquíticos, asmáticos y de vías aéreas superiores (i.e., síndromes severos). Después de ajustar por edad, función física, índice de comorbilidad, sexo, retiro de algún trabajo por presencia de síntomas respiratorios, edad al inicio del cigarrillo, proporción de la vida residiendo en el barrio y exposición a ladrilleras, entre los más pobres el riesgo de presentar síndromes severos aumenta más de 3 veces en los expuestos al RS en comparación con el grupo control (RRR = 3.22; IC 95%:0.86-11.98).

Adicionalmente, tuvieron mayor probabilidad de presentar síndromes respiratorios severos las personas con un índice de comorbilidad mayor (comorbilidad que generó hospitalización en el último año). De manera consistente se encontró que la probabilidad de presentar estos síntomas es mayor para los individuos con peores condiciones en su función física (puntaje < 70) comparados con los que obtuvieron mejor puntaje, RRR = 2.96 IC 95% (0.87 – 10.1)

La probabilidad de presentar de forma conjunta síntomas bronquíticos, asmáticos y de vía aérea superior es casi 7 veces mayor en los que tienen índice de comorbilidad severa comparados con los que no tienen ninguna comorbilidad. Al igual que en hallazgos previos, las personas que se han retirado de alguno de sus trabajos por síntomas respiratorios tenían una probabilidad 1.72 veces mayor de presentar este grupo de síntomas comparados con los que nunca se han retirado.

8.6.4. Análisis de la prevalencia de alteraciones en el Flujo Espiratorio Pico (FEP) al momento de la captación

Al momento de la captación, las mediciones promedio del flujo espiratorio pico (FEP) en los adultos incluidos en la cohorte mostraron una tendencia a mayores FEP en los expuestos que en el grupo control, con una diferencia entre promedios de aproximadamente 22.5 L/min., a favor del grupo expuesto al RS. No obstante, dado que el FEP es una medida de la función pulmonar que depende estrechamente de factores biológicos como la edad, el sexo y la talla, es probable que estas diferencias sean explicables en parte a diferencias en la distribución de estas variables, y es necesario hacer las comparaciones entre los grupos ajustando por estos y otros factores que determinan el FEP.

Tabla 139. Descripción de la distribución del FEP en los adultos > 50 años incluidos en la cohorte

ZONA	PROMEDIO	MINIMO	MEDIANA	MAXIMO
Expuesta	299.9 +- 112.3	55	285	700
Control	277.4 +- 110.9	80	260	690

De acuerdo con lo descrito en el plan de análisis, se obtuvo un modelo de variables explicativas del valor del FEP, estratificando por la exposición a ladrilleras, para evaluar la heterogeneidad secundaria a las exposiciones concomitantes entre RS y ladrilleras.

Tabla 140. Promedio del cambio del FEP crudo y ajustado en la línea de base entre los no expuestos a ladrilleras

Variable	FEP sin ajustar	IC 95%	FEP ajustado	IC 95%	p
Exposición Principal					
Relleno sanitario					
No expuesto					
Expuesto	21,20	(-0,33; 42,73)	16,78	(0,05; 33,50)	0.049
Proporción de la edad en el barrio	2,67	(40,20; 45,55)	2,78	(-28,52; 34,10)	0,861
Variables Biológicas					
Sexo					
Masculino					
Femenino	-114,01*	(-132,7; -95,33)	-74,28	(-97,88; -50,67)	0.000
Talla en cm.	6.49*	(5.55; 7.43)	2,77	(1,52; 4,02)	0.000
Edad					
50-59					
60-69	-44,84*	(-67,39; - 22,29)	-28,84	(-47,33; -10,35)	0.002
>70	-115,9*	(-142,23; - 89,60)	-88,05	(-110,82 ; - 65,28)	0.000
Discapacidad					
No discapacitado					
discapacitado	-82,84*	(-115,02; -50,65)	-49,98	(-75,69; - 24,26)	0.000
Variables Sociodemográficas					
Educación					
Ninguna					
Primaria	67,73*	(42,08 ; 93,37)	19,94	(-0,17; -40,06)	0.052
Secundaria o más	142,81*	(91,48 ; 194,15)	71,76	(31,97; 111,55)	0.000
Variables de condiciones del hogar					
Índice de Hacinamiento					
≤ 3 personas					
> 3 personas	-15,14	(-43,33;13,03)	-11,70	(-37,20; 13,79)	0.367
Número de personas en la casa	-0,54	(-4,18;3,10)	0,96	(-2,46; 4,38)	0,581

* p<0.05

De acuerdo con el modelo múltiple resultante del análisis de la línea de base después de ajustar por edad, sexo, talla, proporción de la vida en el barrio, discapacidad, índice de hacinamiento, número de personas en la casa y técnica para realizar la maniobra, entre aquellos individuos del estudio que no viven cerca de las ladrilleras, la exposición al RS se



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

asocia a un valor de FEP en 16,78 L/min más alto que en la zona control. El anterior hallazgo podría ser explicado porque ésta medición corresponde a la prevalencia del valor del FEP, y podría ser influenciada por las migraciones de las poblaciones expuestas debido a la ocurrencia de enfermedad o de síntomas.

Específicamente, es posible que las personas con más enfermedades respiratorias y con menor FEP sean las que decidan no permanecer en la zona expuesta ante la ocurrencia de síntomas o por temor a que estos ocurrieran. De esta forma, podría generarse un tipo de sesgo de selección que causaría que las personas con más afecciones pulmonares tiendan a permanecer menos en la zona expuesta. Evidencia a favor de esta hipótesis se encontró al evaluar la mediana del FEP en los expuestos al RS con exposición a ladrilleras en tres categorías de la variable proporción de la edad en el barrio de la siguiente manera:

Tabla 141. Mediana del FEP según tiempo de vida en el barrio (% del total de la edad) y exposición al RS y a las ladrilleras

Proporción de la edad en el barrio	Mediana del PEF en expuestos al RS con ladrillera	Mediana del PEF en expuesto al RS sin ladrillera
< 0.10	160	250
0.10 – 0.50	270	290
> 0.50	330	260

En la Tabla anterior se evidencia, de manera paradójica, que entre los sujetos que están expuestos simultáneamente al RS y a las ladrilleras existe una tendencia a presentar mayor FEP con el incremento de tiempo de permanencia en el barrio, lo que constituiría una demostración del potencial sesgo de selección de los más sanos. Este efecto anterior no se encontró en los sujetos expuestos sólo al RS.

Adicionalmente, presentan un valor de FEP más bajo las mujeres, las personas con discapacidad, con hacinamiento en el hogar y los individuos de mayor edad. Las mujeres presentan 74.28 L/min de PEF menos que los hombres, lo cual tiene una explicación fisiológica dado que las mujeres tienen una capacidad pulmonar total (CPT) inferior a la de los hombres y adicionalmente el calibre de las vía aéreas es menor. De igual forma se encuentra una tendencia a mayor reducción del PEF a medida que avanza la edad, los sujetos entre 60-69 años tienen 28.84 L/min menos de PEF que los sujetos entre 50-59 años, y los mayores de 70 años tienen 88.05 L/min menos al compararlos con ese mismo grupo de edad. La talla tiene una relación directamente proporcional con el FEP, encontrándose que un incremento de 1 cm. estaba asociado a un aumento de 2.77 L/min en el FEP. Los individuos con algún grado de discapacidad presentan valores de PEF más bajos (-49.98 L/min) comparados con los sujetos sin discapacidad.

Respecto a las condiciones del hogar, se construyó la variable hacinamiento con base en el número de personas que duermen en el cuarto espacio de la vivienda, como una medida conjunta del número de personas que residen en la casa y su relación con el número de



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

espacios habitados como dormitorios, por tanto esta variable puede ser un buen indicador del hacinamiento en una vivienda.

El nivel de educación fue incluida en el modelo como una medida de ajuste sobre el grado de comprensión de la técnica para realizar la maniobra de medición del FEP. Como era de esperar, las personas con algún grado de escolaridad presentaron un FEP significativamente más alto que las personas con ninguna escolaridad. Específicamente, aquellos individuos con educación primaria tuvieron en promedio 19,94 L/min más en sus mediciones del PEF en comparación con aquellos sin ninguna educación. En los sujetos con educación secundaria esta diferencia aumenta a 71,76 L/min más. Para efectos de las demás estimaciones, se considera que el efecto de la comprensión de la técnica estuvo controlado por el nivel de escolaridad.

Tabla 142. Flujo Espiratorio Pico crudo y ajustado en la línea de base en los expuestos a ladrilleras

Variable	PEF sin ajustar	IC 95%	PEF ajustado	IC 95%	p
Exposición Principal					
Relleno sanitario					
No expuesto					
Expuesto	14,33	(-76,93 ; 105,60)	- 113,17	(-238,95; 12,61)	0,076
Proporción de la edad en el barrio					
	73,63	(-34,4 - 181,6)	84,75	(-81,26; 250,77)	0,305
Variables Biológicas					
Sexo					
Masculino					
Femenino	-96,43	(-173,13 ; - 19,7)	- 44,77	(-172,34; 82,79)	0,479
Talla*	6,49	(2,43 ; 10,55)	3,99	(3,99; 11,98)	0,316
Edad					
50-59					
60-69	-61,66	(-152,4-29,14)	- 85,14	(-177,12; 6,82)	0,068
>70	-63,09	(-177,96 ; 51,77)	- 69,13	(-189,29; 51,01)	0,249
Discapacidad					
No discapacitado					
discapacitado	-105,24	(-373,93 ; 163,44)	- 98,94	(-416,64; 218,75)	0,530
Variables Sociodemográficas					
Educación					
Ninguna					
Primaria	93,04	(-0,39 ; 186,49)	47,93	(-56,93; 152,80)	0,358
Secundaria o más	149,5	(-119,99 ; 418,991)	9,64	(-278,86; 298,15)	0,529
Variables de condiciones del hogar					
Índice de Hacinamiento					
≤ 3 personas					
> 3 personas	-34,89	(-161,88;92,09)	-18,75	(-186,32; 148,80)	0,821



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Número de personas en la casa	-5,71	(-23,93;12,51)	-10,14	(-31,97; 11,68)	0,350
--------------------------------------	-------	----------------	--------	-----------------	-------

*No se obtuvo la talla de dos individuos

El 9.6% (44/456) de los individuos que fueron incluidos en el estudio estaban expuestos a las ladrilleras. La exposición al RS y a ladrilleras se asoció a una reducción en el FEP en 113.17 L/min entre las personas expuestas a las ladrilleras ($p=0,062$).

Se encontró además una tendencia a menor FEP con la edad, y los individuos entre 60-69 años presentaron en promedio 85.14 L/min menos que aquellos entre los 50-59 años. Otras asociaciones, aunque consistentes en direccionalidad, no alcanzaron significancia, probablemente por el menor poder estadístico secundario al menor tamaño de muestra en este subgrupo.

8.6.5. Análisis longitudinal de ocurrencia de síntomas de enfermedad respiratoria

El total de 456 individuos mayores de 50 años incluidos en el estudio fueron seguidos por un tiempo promedio de 4.2 meses (mediana de seguimiento: 5.4 meses, rango inter-cuartil: 1.9 -6.4 meses), para un total de 1.903,3 persona-meses de seguimiento. Entre ellos se registraron 1.193 eventos múltiples de uno o más síntomas respiratorios para una tasa de incidencia general en la población del estudio de 62.7 eventos/100 persona-meses. La comparación entre las zonas expuesta y control (Tabla 143) muestra que las incidencias crudas de síntomas respiratorias fueron estadísticamente diferentes con una razón de tasas de incidencia de 1.12 (IC95%: 1.00-1.26; $p = 0.047$), esto es, un 12% más de riesgo de presentar enfermedad entre los expuestos al RSDJ.

Tabla 143. Tasa de incidencia de síntomas respiratorios según zonas del estudio

Zona	No. Eventos	Persona-meses	Tasa (IC95%)
Control	569	962.6	0.59 (0.54-0.64)
Expuesta	624	940.7	0.66 (0.61-0.72)

El ajuste de estas tasas de incidencia en modelos de regresión de Poisson para datos correlacionados mostró consistencia en este hallazgo luego de ajustar por exposición a ladrillera, edad, sexo, hábito de fumar y condiciones de mayor pobreza:

Tabla 144. Modelo de regresión múltiple de Poisson (modelo de estimación de ecuaciones generalizadas-GEE) para factores de riesgo de enfermedad respiratoria según exposición al RSDJ y covariables.

	Razón de tasas de incidencia	P	IC 95%	
Expuesto RS	1.11	0.012	1.02	1.21
Ladrillera	1.08	0.214	0.96	1.22
Edad (años)	1.01	0.000	1.01	1.01
Sexo (Fem)	1.11	0.026	1.01	1.21
Fumador	1.01	0.710	0.95	1.08
Mayor pobreza	1.01	0.783	0.93	1.10

Durante el seguimiento se observó además una tendencia a mayor ocurrencia de cuadros respiratorios más severos en el grupo de individuos expuestos al RSDJ (i.e.; con manifestaciones simultáneas de síntomas bronquíticos, asmáticos y de las vías aéreas superiores (VAS) = 45.4% en área expuesta vs.35.3% en área control).

Tabla 145. Incidencia de síndromes respiratorios según zona expuesta o control

Síndromes respiratorios	Zona		Total
	Control	Expuesta	
Asintomático o solo VAS	309 34.18	274 27.24	583 30.52
Bronquíticos o asmáticos con o sin VAS	276 30.53	275 27.34	551 28.85
Bronquíticos, asmáticos y VAS	319 35.29	457 45.43	776 40.63
Total	904	1,006	1,910

El análisis de incidencia de síndromes respiratorios muestra una asociación significativa entre el desarrollo de los síndromes con manifestaciones múltiples y más severos y la exposición al RS, aún después de ajustar por variables demográficas, sociales, de exposición a ladrilleras y de hábito de fumar (Razón de tasas de incidencia por exposición al RS: 1.30; IC 95% 1.08-1.57). Esta asociación no se encontró con la incidencia de síndromes respiratorios menos severos.

Tabla 146. Factores de riesgo para síndromes respiratorios con manifestaciones simultáneas de síntomas bronquíticos, asmáticos y síntomas de VAS de acuerdo a exposición al RSDJ y covariables. Modelo de regresión múltiple de Poisson (modelo de estimación de ecuaciones generalizadas-GEE)

	IRR	Semi- robust Std. Err.	z	P> z	IC 95%
--	-----	------------------------	---	------	--------

Expuesto RS	1.30	0.12	2.76	0.006	1.08	1.57
Ladrillera	1.11	0.14	0.83	0.405	0.86	1.44
Edad (años)	1.02	0.00	3.83	0.000	1.01	1.02
Sexo (fem)	1.20	0.11	1.99	0.047	1.00	1.45
Fumador	1.09	0.07	1.50	0.135	0.97	1.23
Mayor pobreza	0.99	0.09	-0.13	0.895	0.82	1.18

Tabla 147. Factores de riesgo para síndromes respiratorios con síntomas bronquíticos o asmáticos y con o sin síntomas de VAS según exposición al RSDJ y covariables.

Modelo de regresión múltiple de Poisson (modelo de estimación de ecuaciones generalizadas-GEE)

	IRR	Semi-robust Std. Err.	z	P> z	IC 95%	
Expuesto RS	1.09	0.11	0.82	0.414	0.89	1.34
Ladrillera	1.03	0.16	0.17	0.867	0.76	1.39
Edad (años)	1.02	0.00	4.89	0.000	1.01	1.03
Sexo (fem)	1.12	0.13	1.00	0.319	0.89	1.40
Fumador	0.96	0.09	-0.48	0.635	0.80	1.14
Mayor pobreza	1.01	0.11	0.12	0.904	0.82	1.26

Las medianas del número de síntomas reportados en la zona expuesta fueron consistentemente más altas en la zona expuesta que en la no expuesta (3 en la no expuesta vs. 4-5 en la expuesta). Un análisis de asociación para evaluar la ocurrencia del número de síntomas reportados muestra también diferencias significantes. Estos datos sugieren que los individuos expuestos al relleno tienden a presentar más síntomas que los residentes en la zona control:

Tabla 148. Factores de riesgo para número de síntomas respiratorios según exposición al RSDJ y covariables. Modelo de regresión múltiple de Poisson (modelo de estimación de ecuaciones generalizadas-GEE)

	IRR	Semi-robust Std. Err.	Z	P> z	IC 95%	
Expuesto RS	1.28	0.09	3.27	0.001	1.10	1.49
Ladrillera	1.14	0.12	1.25	0.210	0.93	1.41
Edad	1.01	0.00	3.85	0.000	1.01	1.02
Sexo (fem)	1.16	0.09	1.94	0.052	0.99	1.34
Fumador	1.06	0.05	1.12	0.264	0.96	1.17
Mayor pobreza	0.96	0.07	-0.50	0.618	0.83	1.11

Seguidamente se evaluó la “agregación” de estos síntomas durante el seguimiento, es decir, se determinó la existencia de una mayor repetición de cuadros respiratorios con múltiples síntomas por individuo y se comparó esta “agregación” entre los expuestos y residentes de la zona control. Para evaluar esta agregación o probabilidad de repetición de cuadros con múltiples síntomas se realizó una extensión del modelo de Poisson a la binomial negativa,



donde un parámetro adicional (i.e.; sigma) estima el grado de correlación intra-individuo. Los resultados sugieren una fuerte agregación en la ocurrencia de múltiples síntomas respiratorios por individuo (sigma: 4.9; IC95% 3.9-6.2).

Tabla 149. Factores de riesgo para número de síntomas respiratorios según exposición al RSDJ y covariables. Modelo de regresión múltiple por binomial negativa (modelo de estimación de efectos aleatorios- random effects)

	IRR	Std. Err.	z	P> z	IC 95%	
Expuesto RS	1.19	0.08	2.72	0.007	1.05	1.35
Ladrillera	1.08	0.10	0.80	0.425	0.89	1.31
Edad	1.01	0.00	4.07	0.000	1.01	1.02
Sexo (fem)	1.16	0.08	2.34	0.019	1.02	1.32
Fumador	1.07	0.05	1.47	0.142	0.98	1.18
Mayor pobreza	1.01	0.06	0.20	0.842	0.89	1.15
/ln_r	2.95	0.19			2.58	3.33
/ln_s	1.59	0.12			1.36	1.83
r	19.19	3.64			13.23	27.83
s	4.92	0.59			3.89	6.23

Likelihood-ratio test vs. pooled: $\chi^2(01) = 263.83$ Prob $\geq \chi^2 = 0.000$

En otras palabras, el número esperado de síntomas que se observaron de manera repetida en cada individuo es mucho mayor que el esperado por una distribución de Poisson simple. La binomial negativa nos permite en este caso cuantificar la magnitud de la ocurrencia de “recaídas” o “cronicidad” de cuadros respiratorios con múltiples síntomas por individuo a través de la medición de este parámetro de agregación.

No se encontró evidencia de interacción entre la exposición al relleno y a las ladrilleras en la incidencia de uno o más síntomas ($p=0.60$), ni en el número de síntomas ($p=0.40$). Sin embargo es posible que el limitado tamaño de muestra para este tipo de comparaciones (número de individuos clasificados con las dos exposiciones, por cercanía a la ladrillera) y la separación de estas dos exposiciones sea poco válida por grados variables de mala clasificación; es decir, que no se puede asegurar que el grupo “no expuesto a ladrillera” esté completamente libre de esta exposición.

No obstante, se encontró evidencia de interacción entre la exposición al relleno y a las ladrilleras en la ocurrencia de síndromes respiratorios moderados (asmatiformes o bronquíticos con o sin síntomas de vía superior). Específicamente, entre los no expuestos a las ladrilleras, no se encontró un riesgo aumentado de este tipo de síndromes por la exposición al RSDJ (RTI: 1.04; IC 95% 0.83-1.31). En contraste, entre los expuestos a las ladrilleras, la incidencia de este tipo de síndromes moderados por exposición al relleno es más del doble que en el área control y altamente significativa.

Tabla 150. Factores de riesgo para síndromes respiratorios de moderada intensidad según exposición al RSDJ y covariables entre aquellos individuos SIN exposición a ladrilleras en su sitio de residencia. Modelo de regresión múltiple de Poisson (modelo de estimación de ecuaciones generalizadas-GEE)

	IRR	Semi-robust Std. Err.	z	P> z	IC 95%	
Expuesto RS	1.04	0.12	0.36	0.718	0.83	1.31
Edad	1.02	0.01	4.80	0.000	1.01	1.03
Sexo (fem)	1.123	0.14	1.01	0.315	0.89	1.43
Fumador	0.95	0.09	-0.54	0.591	0.79	1.14
Mayor pobreza	1.05	0.12	0.39	0.694	0.83	1.32

Tabla 151. Factores de riesgo para síndromes respiratorios de moderada intensidad según exposición al RSDJ y covariables entre aquellos individuos CON exposición a ladrilleras en su sitio de residencia. Modelo de regresión múltiple de Poisson (modelo de estimación de ecuaciones generalizadas-GEE)

	IRR	Semi-robust Std. Err.	z	P> z	IC 95%	
Expuesto RS	2.19	0.53	3.26	0.001	1.36	3.51
Edad	0.99	0.01	-0.14	0.888	0.98	1.01
Sexo	0.86	0.29	-0.43	0.664	0.44	1.69
Fumador	0.84	0.31	-0.46	0.647	0.41	1.75
Mayor pobreza	0.95	0.33	-0.14	0.891	0.48	1.89

8.6.6. Análisis longitudinal de la magnitud del FEP durante el seguimiento

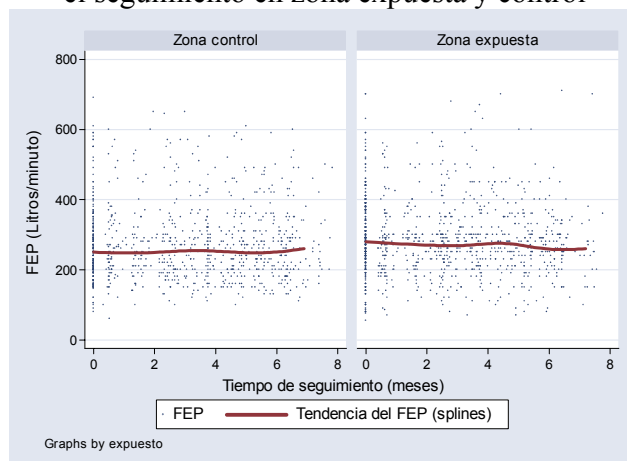
La comparación cruda de las mediciones del Flujo Espiratorio Pico (FEP) entre las zonas del estudio mostró, de manera paradójica, unos valores promedio y medianas mayores en la población del área control en la captación y en cada una de las visitas de seguimiento. No obstante, estas comparaciones no tienen en cuenta las diferencias por edad, género y antigüedad en la zona. Los datos sugieren, además, una mayor diferencia en las primeras visitas que en las últimas mediciones del estudio.

Tabla 152. Promedios y medianas del FEP por visita y total de acuerdo a la exposición al RSDJ

visita							
	0	1	2	3	4	5	Total
Control	279.07 260	272.02 250	278.43 250	268.84 250	275.87 260	262.90 250	273.58 250
Expuesto	299.62 285	289.45 280	287.24 270	280.84 270	275 260	274.95 260	287.02 270

Un análisis gráfico de tendencias por splines de medianas sugiere una leve tendencia (ver figura 51) a la disminución en el FEP dentro del grupo de los expuestos, que no es evidente en los individuos del área control.

Figura 52. Análisis de tendencias del flujo espiratorio pico (splines de medianas) durante el seguimiento en zona expuesta y control



Los análisis de asociación por regresión lineal simple para datos correlacionados, utilizando modelos de ecuaciones de estimación generalizada (GEE), muestran asociaciones biológicamente plausibles. En particular, el aumento en la edad y el sexo femenino se encontraron asociados a un menor FEP, y la mayor talla se asoció a valores superiores del FEP. Las demás asociaciones no fueron estadísticamente significantes.

Tabla 153. Análisis de regresión lineal simple para datos correlacionados (GEE) sin ajuste por covariables.

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	IC 95%	
Tiempo ^a						
Captación(mes)	-0.74	0.59	-1.24	0.214	-1.91	0.43
Edad	-4.82	0.46	-10.40	0.000	-5.72	-3.91
Sexo (fem)	-113.64	7.98	-14.24	0.000	-129.28	97.99
Talla en cm	6.39	0.39	16.27	0.000	5.62	7.16
Ladrillera	11.25	15.65	0.72	0.472	-19.42	41.92
Expuesto RS	17.04	9.19	1.85	0.064	-0.98	35.06
Proporción de la vida en el barrio	11.24	16.83	0.67	0.504	-21.76	44.24

Con relación a la exposición al RS, se observó una tendencia a mayor FEP en los individuos de la zona expuesta y una reducción no significativa del FEP durante el seguimiento (pendiente del FEP). Para evaluar la posible existencia de heterogeneidad en la pendiente del FEP, se estratificaron los modelos en grupos de expuestos y residentes en la zona control. Entre los individuos expuestos al RS se observó una tendencia significativa a la disminución del FEP (1.8 litros/minuto por cada mes de exposición; $p = 0.042$) después de ajustar por las covariables de interés, pero esta tendencia no se observó en la zona control ($p = 0.323$).

Tabla 154. Evaluación de la tendencia del FEP entre individuos expuestos al RSDJ. Análisis de regresión lineal múltiple para datos correlacionados (GEE)

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	IC 95%	
Tiempo a						
Captación (mes)	-1.81	0.89	-2.03	0.042	-3.55	-0.06
Edad	-4.068	0.47	-8.69	0.000	-4.98	-3.15
Sexo (fem)	-62.57	13.52	-4.63	0.000	-89.07	-36.07
Talla (cm)	3.023	0.71	4.26	0.000	1.63	4.41
Ladrillera	1.079	13.07	0.08	0.934	-24.54	26.70
_cons	582.77	31.97	18.23	0.000	520.10	645.44

Tabla 155. Evaluación de la tendencia del FEP entre individuos Residentes en la zona control. Análisis de regresión lineal múltiple para datos correlacionados (GEE)

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	IC 95%	
Tiempo a						
aptación(mes)	0.70	0.71	0.99	0.323	-0.69	2.09
Edad	-4.64	0.62	-7.45	0.000	-5.86	-3.42
Sexo	-89.01	14.61	-6.09	0.000	-117.65	-60.37
Talla (cm)	2.62	0.78	3.35	0.001	1.08	4.15
Ladrillera	13.42	20.24	0.66	0.507	-26.25	53.09
_cons	622.36	42.22	14.74	0.000	539.61	705.12

8.6.7. Calidad de vida relacionada con salud

Se midió la Calidad de Vida Relacionada con Salud (CVRS) en 456 individuos mayores de 50 años con una adaptación de la versión española del SF-36 que evalúa las siguientes dimensiones de calidad de vida: función física, salud general, papel físico, vitalidad, salud mental, papel emocional, papel social y dolor corporal. Se generó un puntaje que va de 0 (menor calidad de vida) a 100 (mayor calidad de vida) en cada una de las dimensiones mencionadas.

A continuación se muestra, para cada dimensión, el análisis de la comparación entre zona expuesta y no expuesta.

Función física

Como se observa en la Tabla 156, el promedio, mediana y percentil 25 del puntaje de función física son menores en los expuestos en comparación con los residentes en la zona control; el percentil 75 es igual en ambos. La diferencia en las medianas es de solo 2.77.

Tabla 156. Promedio, mediana y percentiles de la función física, según exposición al RSDJ



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Expuesto	Promedio	Percentil 5	Percentil 25	Mediana	Percentil 75
No	77.31	22.22	66.67	83.33	100
Sí	74.09	22.22	61.11	80.56	100

Cuando se comparan las medianas del puntaje de función física, ajustadas por edad, sexo, presencia de discapacidad y antecedentes personales de haberse retirado de un trabajo por problemas respiratorios utilizando regresión de la mediana, se encuentra que la diferencia entre expuestos y no expuesto es ya de 9.3 puntos (Tabla 157)

Además, las mujeres tienen 11 puntos menos de mediana de función física en comparación con los hombres; los mayores de 70 años 9 puntos menos en comparación con el grupo de 50 a 69 años; las personas con alguna discapacidad 31 puntos menos en comparación con las que no tienen ninguna discapacidad; y las personas con antecedentes personales de haberse retirado de un trabajo por problemas respiratorios 14 puntos menos de mediana de función física en comparación con quienes no tienen este antecedente.

El modelo resultante explica el 13.6% de la variabilidad del fenómeno.

Tabla 157. Comparación de medianas de función física, ajustado por covariables

	Coef.	P>t	IC 95%	
Expuesto al RSDJ	-9.26	0.000	-11.35	-7.16
Presencia de discapacidad	-31.48	0.000	-34.82	-28.14
Sexo (mujer)	-11.11	0.000	-1.32	-9.04
Edad (> 70 años)	-9.26	0.000	-1.19	-6.58
Antecedentes de retiro del trabajo por problemas respiratorios	-14.81	0.000	-18.23	-11.40
cons	98.15	0.000	96.00	100.30

Salud general

Se encontró que el promedio, mediana y percentiles 25 y 75 del puntaje de salud general son menores en los expuestos en comparación con los residentes en la zona control. La diferencia en las medianas es de 6.67 puntos (Tabla 158).

Tabla 158. Promedio, mediana y percentiles de salud general, según exposición al RSDJ

Expuesto	Promedio	Percentil 5	Percentil 25	Mediana	Percentil 75
No	57.04	7.08	38.75	59.58	82.08
Sí	51.19	7.08	32.08	50	73.75

Se construyó un modelo múltiple para comparar las medianas de salud general entre expuestos y residentes en la zona control, ajustada por sexo, edad, presencia de comorbilidad y discapacidad, presencia de síntomas respiratorios, antecedentes personales



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

de haberse retirado de un trabajo por problemas respiratorios, hacinamiento y material de la vivienda. Esta última variable se consideró como una variable proxy de condición socioeconómica basada en el material del techo (plástico y lámina de zinc vs. tejas de barro, eternit o plancha de cemento). Se consideró que aquellas personas que vivían en una casa cuyo techo fuera de plástico o de lámina de zinc estaban en una condición de mayor pobreza que las personas cuyas casas tenían un techo con otros materiales.

Se encuentra una diferencia en las medianas entre expuestos y residentes en la zona control similar a la comparación no ajustada de 6.32 puntos (Tabla 159). Además, a mayor comorbilidad y discapacidad menor mediana de puntaje de salud general, con una disminución de hasta 22 puntos en la categoría de mayor severidad. También se encontró que a mayor severidad del síndrome respiratorio mayor disminución de la salud general. Las personas con antecedentes personales de haberse retirado de un trabajo por problemas respiratorios tienen 19 puntos menos de mediana de función física en comparación con quienes no tienen este antecedente.

Así mismo, se encontró una leve disminución de la salud general en quienes viven en condiciones de hacinamiento y mayor pobreza.

El modelo resultante explica el 18% de la variabilidad del fenómeno.

Tabla 159. Comparación de medianas de salud general, ajustado por covariables

	Coef.	P>t	IC 95%	
Expuestos al RSDJ	-6.32	0.019	-11.60	-1.04
Sexo (mujer)	0.56	0.821	-4.28	5.39
Edad (> 70 años)	4.45	0.136	-1.40	10.30
Comorbilidad y discapacidad leve	-14.46	0.000	-20.88	-8.03
Comorbilidad y discapacidad moderada	-22.22	0.000	-27.72	-16.72
Comorbilidad y discapacidad sever	-10.80	0.001	-17.10	-4.50
Presencia de síntomas respiratorios severos	-19.30	0.000	-25.51	-13.09
Antecedentes de retiro del trabajo por problemas respiratorios	-19.24	0.000	-27.03	-11.43
Hacinamiento (número de personas en la vivienda / total de dormitorios)	-1.36	0.031	-2.61	-.12
Material del techo (plástico o zinc)	-7.83	0.004	-13.17	-2.49
cons	89.81	0.000	82.50	97.13

8.6.7.1. Análisis longitudinal de la Calidad de Vida Relacionada con Salud durante el seguimiento en > 50 años

Durante el periodo de seguimiento se observó una tendencia al aumento de los puntajes de la función física, tanto en las personas que viven cerca del RSDJ como en la zona control (Tabla 160). En los análisis sin ajuste se observó que en la primera visita los promedios y las medianas de la función física fueron mayores entre los individuos de la zona control; en

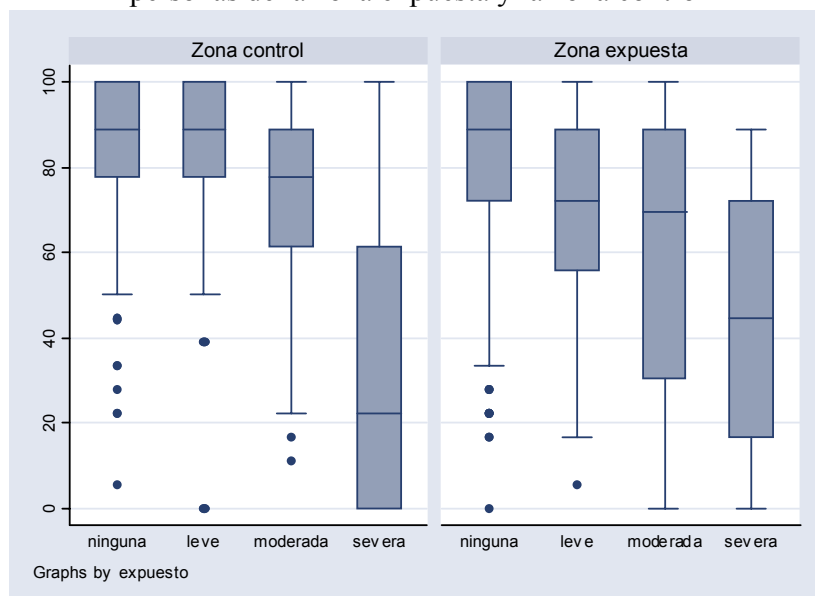
las mediciones de seguimiento realizadas en las visitas 3 y 5, la mediana fue igual en las dos zonas, pero el promedio fue ligeramente mayor entre los expuestos en la visita 3 y en los residentes en la zona control en la visita 5. Sin embargo, estas comparaciones no están ajustadas por sexo, edad y presencia de comorbilidad y discapacidad, y por tanto pueden estar sujetas a fenómenos de confusión.

Tabla 160. Promedios y medianas del Puntaje de Función Física por visita y total de acuerdo a la exposición al RSDJ

	Captación	Visita 3	Visita 5	Total
Zona control	76.94	80.89	81.41	79.30
	83.33	88.89	88.89	88.89
Zona expuesta	74.09	81.04	80.31	77.43
	80.56	88.89	88.89	88.89

Adicionalmente, se observó una correlación entre tener un mayor grado de comorbilidad y discapacidad y la ocurrencia de menor función física. Esta disminución de la función física fue mayor en los expuestos que en la zona control en los diferentes grados de comorbilidad y discapacidad, con excepción de aquellos severamente afectados.

Figura 53. Puntaje de Función Física según grados de comorbilidad y discapacidad, entre personas de la zona expuesta y la zona control



Con el fin de evaluar si la relación entre la exposición al RSDJ y la función física se modificó durante el seguimiento con los cambios en los grados de comorbilidad y discapacidad, se realizaron análisis de regresión lineal múltiple para datos correlacionados

utilizando métodos de estimación de promedios poblacionales, en los que se estratificó por la comorbilidad y discapacidad.

Entre los individuos sin comorbilidad y sin discapacidad (Tabla 161) se observó una tendencia significativa al aumento de la función física con el tiempo (1.27 puntos por cada mes de seguimiento; $p = 0.000$). En ese grupo, la exposición al RSDJ no estuvo asociada a la función física. El sexo, la edad, la presencia de síntomas respiratorios y la cercanía a ladrilleras sí estuvieron asociadas con la función física.

Tabla 161. Análisis de regresión lineal múltiple para datos correlacionados utilizando modelos de promedios poblacionales en personas sin comorbilidad ni discapacidad

Variables	Coef.	P>z	IC 95%	
Tiempo a captación (meses)	1.27	0.000	0.73	1.82
Expuesto al RSDJ	-0.68	0.756	-4.95	3.59
Sexo (mujer)	-8.97	0.000	-13.21	-4.74
Edad (años)	-0.60	0.000	-0.82	-0.39
Presencia de síntomas respiratorios	-5.54	0.014	-9.96	-1.11
Cercanía a ladrilleras	-8.93	0.014	-1.61	-1.78
Constante	116.44	0.000	105.84	127.04

Entre aquellos con comorbilidad y discapacidad leve (Tabla 162) se observó también durante el seguimiento una tendencia significativa al aumento de la función física (1.03 puntos por cada mes de seguimiento; $p = 0.05$). En este grupo, la exposición al RSDJ sí se encontró asociada a una menor función física: las personas que viven cerca del RS tienen en promedio cerca de 12 puntos menos de función física en comparación con las no expuestas; esta diferencia es significativa ($p = 0.011$); el sexo, la edad y la presencia de síntomas respiratorios siguen estando asociadas a la función física, pero desaparece la asociación con cercanía a ladrilleras.

Tabla 162. Análisis de regresión lineal múltiple para datos correlacionados utilizando modelos de promedios poblacionales en personas con comorbilidad y discapacidad leve

Variables	Coef.	P>z	IC 95%	
Tiempo a captación (meses)	1.03	0.050	0.00	2.07
Expuesto al RSDJ	-11.68	0.011	-20.74	-2.63
Sexo (mujer)	-13.88	0.003	-22.93	-4.82
Edad (años)	-0.80	0.001	-1.28	-0.31
Presencia de síntomas respiratorios	-11.82	0.060	-24.14	0.49
Cercanía a ladrilleras	3.56	0.585	-9.22	16.33
Constante	132.77	0.000	108.45	157.08

En los individuos con un nivel de comorbilidad y discapacidad moderados (Tabla 163) se observó una tendencia a un aumento menor de la función física, y este aumento no fue



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

significante (0.62 puntos por cada mes de seguimiento; $p = 0.261$). La magnitud de la asociación entre la exposición al RSDJ y la función física aumenta: las personas que viven cerca del RS tienen 15.29 puntos menos de promedio de función física en comparación con las no expuestas, con un valor de p de 0.002; en este grupo, el sexo y la edad siguen estando asociadas a la función física, pero desaparece la asociación con presencia de síntomas respiratorios y cercanía a ladrilleras.

Tabla 163. Análisis de regresión lineal múltiple para datos correlacionados utilizando modelos de promedios poblacionales en personas con comorbilidad y discapacidad moderada

Variables	Coef.	P>z	IC 95%	
Tiempo a captación (meses)	0.62	0.261	-0.46	1.71
Expuesto al RSDJ	-15.29	0.002	-25.02	-5.56
Sexo (mujer)	-15.52	0.002	-25.57	-5.46
Edad (años)	-0.92	0.000	-1.44	-0.41
Presencia de síntomas respiratorios	-5.53	0.443	-19.66	8.60
Cercanía a ladrilleras	6.45	0.539	-14.11	27.02
Constante	130.68	0.000	102.73	158.63

Finalmente, entre los individuos con comorbilidad y discapacidad severa (Tabla 164) se observó una tendencia significativa ($p < 0.10$) a la disminución de la función física (1.70 puntos menos por cada mes de seguimiento; $p = 0.082$). En este grupo desaparece la asociación entre la exposición al RSDJ y la función física, así como con las otras variables.

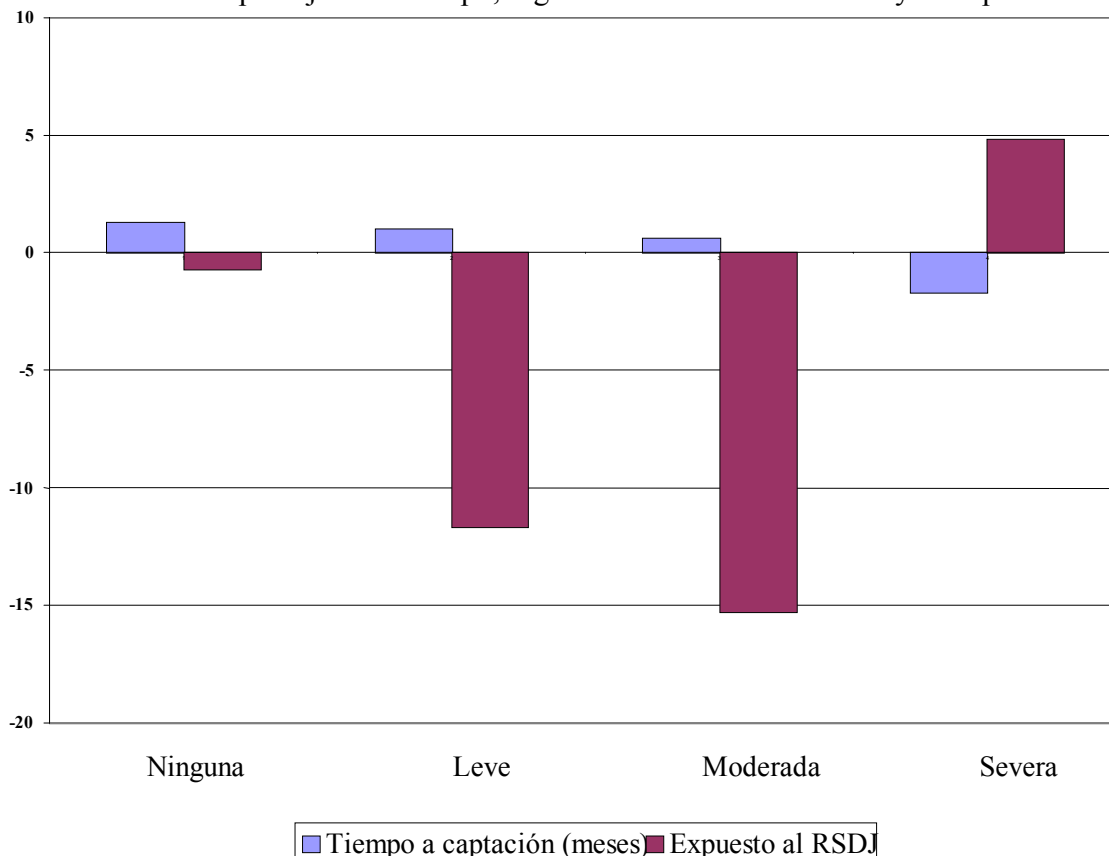
Tabla 164. Análisis de regresión lineal múltiple para datos correlacionados utilizando modelos de promedios poblacionales en personas con comorbilidad y discapacidad severa

Variables	Coef.	P>z	IC 95%	
Tiempo a captación (meses)	-1.70	0.082	-3.62	0.22
Expuesto al RSDJ	4.83	0.723	-21.91	31.68
Sexo (mujer)	-20.07	0.125	-45.68	5.54
Edad (años)	-0.55	0.426	-1.90	0.80
Presencia de síntomas respiratorios	14.42	0.299	-12.78	41.63
Cercanía a ladrilleras	-10.79	0.736	-73.63	52.05
Constante	68.57	0.052	-0.48	137.62

La Figura 53 resume el comportamiento de la asociación entre la exposición al RSDJ y la función física y la tendencia de cambio de este puntaje en el tiempo, según niveles de comorbilidad y discapacidad. Se observa que a mayor nivel de comorbilidad y discapacidad la tendencia al aumento del puntaje de función física disminuye y la final en el nivel de mayor severidad dicha tendencia se invierte. Además, a mayor comorbilidad y discapacidad mayor disminución de la función física entre los expuestos en comparación con los

residentes en la zona control; sin embargo, de nuevo en el nivel de mayor severidad esta relación se invierte.

Figura 54. Asociación entre la exposición al RSDJ y la función física y la tendencia de cambio de este puntaje en el tiempo, según niveles de comorbilidad y discapacidad.



En resumen, la función física de los individuos expuestos al RS tiende a ser menor que en la zona control entre aquellos con discapacidad leve y moderada. Si no hay comorbilidad ni discapacidad, o si los grados de las mismas son severos, esta asociación con la exposición al RS no se observa.

Durante el seguimiento se evidenció además una tendencia al aumento de la función física solamente entre los individuos sin comorbilidad o sin discapacidad, o en aquellos con compromisos leves o moderados. Entre aquellos con comorbilidad o discapacidad severas la función física tiende a deteriorarse con el tiempo.



8.7. Impacto auto-percibido en salud y en el ambiente físico y social

Con el fin de complementar la indagación sobre distintos aspectos relacionados con el objeto de estudio, se realizó un estudio cualitativo desde la tradición constructivista. En este tipo de estudios se entiende que la realidad es una construcción social, donde lo relevante es el sentido o los significados subjetivos que sobre la realidad social elaboran los participantes y/o los investigadores; por tanto, se exploran los fenómenos desde la visión de quienes los están viviendo^{175 176}

En ese sentido, los resultados de la indagación cualitativa dan cuenta sólo de lo reportado por los participantes y de lo que sobre ello observan las investigadoras, con el fin de complementar o de confrontar. Aspectos que no hayan sido expresados por los participantes no se reportan. Debe tenerse en cuenta que todo lo expuesto en resultados fue expresado por los participantes en las entrevistas, en los grupos focales o en la reunión comunitaria de validación. Las citas entre comillas, se seleccionan y usan para ilustrar (a manera de ejemplo) lo afirmado por los participantes.

Se realizaron 2 grupos focales, uno en la zona expuesta al RSDJ en Mochuelo Bajo y otro en la zona no expuesta en la Vereda Santa Isabel; en el primero se contó con la participación de 12 personas, en el segundo de 10 personas, de ambos sexos y que llevan residiendo en la zona por más de 5 años. Además, en Mochuelo Alto se llevó a cabo una entrevista colectiva con 4 personas de una misma familia.

Posteriormente, se llevó a cabo una reunión con las comunidades de Mochuelo Alto y Bajo para mostrar los resultados preliminares del análisis de la información de tal forma que se pudieran contrastar con las opiniones de los participantes y profundizar en las interpretaciones.

Existe un reconocimiento de que la zona aledaña al RSDJ es tranquila y segura, por su condición de semirural; cuentan con los servicios públicos gracias a la gestión de la comunidad, los cuales se consideran baratos; se puede acceder a la compra de lote o vivienda y evitar los gastos de arriendo y los posibles problemas que ello acarrea (limitaciones para alquilar con hijos, alza de los arriendos), pero donde el principal problema es el Relleno.

Los residentes de las zonas de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, sectores aledaños al RSDJ, perciben que el Relleno tiene impactos físicos y no físicos sobre ellos, sus familias, su comunidad y su ambiente. Los impactos físicos están relacionados con la salud y el ambiente físico, específicamente, y los impactos no físicos corresponden a los aspectos de reputación y a las relaciones comunitarias. Los impactos autopercebidos por la población no son nuevos, si no que se considera que han venido empeorando a medida que el Relleno se expande en la zona.



Como una manera de mostrar su inconformidad con el RSDJ, de forma reiterada la población se refiere a éste como el “basuro”, buscando indicar que más que un manejo de desechos el Relleno es un depósito de basuras a campo abierto, donde no se realizan los manejos técnicos requeridos. Adicionalmente, se encontró que los participantes perciben que el Relleno produce sólo ganancias para quienes lo administran dado que adentro no está permitida la separación de materiales útiles para el reciclaje, práctica que es vista como una posible fuente de ingresos que beneficiaría económicamente a la comunidad. Además, se considera que la administración actual del RSDJ no ha buscado que los bogotanos desde sus casas aprendan a manejar los residuos sólidos.

“A ellos (PROACTIVA) lo que les interesa es la cantidad de plata que entra, ellos ganan por tonelada. Ahí las toneladas de basura, en el momento en que se empieza a reciclar, a sacar los residuos orgánicos, les va a bajar el tonelaje que están entrando ahí, entonces eso es lo que nosotros vemos (...)”

En la última temporada hay mayor inconformidad debido a la forma cómo se están realizando las compras de las viviendas para la ampliación del RSDJ. Se percibe que en este proceso se está en desventaja pues no hay opciones de negociación: se vende o se expropia.

8.7.1. Autopercepción del efecto negativo del RSDJ en la salud física y sicosocial

De acuerdo a los participantes el RSDJ o “basuro” causa problemas de salud en adultos y niños de ambos sexos. La relación que se establece entre el RSDJ y las enfermedades está dada por los posibles mecanismos de contacto entre la basura y las personas. Por ello, se identificó que las enfermedades son transmitidas directamente por vectores como las ratas y las moscas. Pero, también, existe una transmisión indirecta a través de los perros, las palomas y las ropas de los trabajadores.

Las picaduras de las moscas provenientes del RSDJ se consideraron responsables de los problemas de piel (manchas, brotes e infecciones) y de las diarreas, especialmente, en niños cuando las moscas se posan en los alimentos o en los elementos de cocina.

“Si uno deja un pocillo con un chocolate o con un tinto, así como están estos vasos, y le cae un mosco que ya está contaminado, uno a veces por no perder el líquido saca el mosco y se toma el líquido y ahí da la infección”

Además, la gran cantidad de moscas que se producen en el RSDJ y que se desplazan a la zona aledaña, se perciben no sólo como culpables de enfermedades físicas, si no que también afectan la estética de las casas (ensucian las paredes y las ropas que se extienden en los patios después del lavado) y causan malestar e inconformidad entre la población, que



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

se ha visto obligada a buscar soluciones para no permitir que estos insectos ingresen a las viviendas.

“...me tocó poner cortina por fuera de la puerta. Poner las cortinas para que cuando uno abra la puerta, el mosco no se entre”

Aunque se reconoce que la institución responsable por el manejo del Relleno realiza fumigaciones, éstas no se consideran oportunas, tanto por los tiempos como por los lugares donde se hacen; por el contrario, la población considera que las fumigaciones contra las moscas que se hacen en el RSDJ y en su área aledaña afectan su salud.

Adicionalmente, se consideró que la exposición a los olores producidos por el RSDJ (*“uy esa Juana está que huele a diablo”*) afecta las vías respiratorias, provocando gripas constantes en los niños, principalmente, e irritación y piquiña en los ojos. El reporte de pérdida del sentido del olfato fue menos frecuente

Tanto los olores y las moscas son considerados como problemas continuos que afectan a los residentes y a los familiares visitantes, pero que son más perceptibles cuando hay cambios en el clima. Las ratas, a su vez, aparecen como un problema sólo del último año.

Respecto a las palomas y los perros, estos son vistos como transmisores indirectos, pues son animales que entran al Relleno a hurgar en busca de alimentos en las basuras y, posteriormente, salen a los barrios aledaños. En el caso de las palomas se reportó que dado que algunos residentes las consumen, ello podría afectar su salud. Con los perros debido a que no hay control de su ingreso al Relleno se ha visto que han pasado por la zona de residuos hospitalarios y después salen cargando algún desecho entre sus dientes.

“Yo tengo un amigo que trabaja allá (...) y él dice que llegan por ejemplo: brazos, piernas, así o el resto, y los perros van más que todo por las noches y agarran eso y sacan. Imagínese!”

Respecto a lo referido sobre el contacto con las ropas de los trabajadores, se reportó que hay poco control para el cumplimiento de las normas de salud ocupacional de los trabajadores del RSDJ, específicamente debido a que el Relleno tiene varias salidas y no todas son controladas, por lo tanto los trabajadores después de cumplir sus labores salen a los barrios vistiendo los overoles y botas, lo cual es autopercebido como una posibilidad más de transmisión de enfermedades.

“Sí, pues lo que pasa es que seguridad no está pendiente de eso, porque si seguridad no está pendiente de eso pues hacía cumplir las reglas. Como se dice, la gente que nos cuidamos de salud pues los dejamos allá y nos bañamos, y los que no, no, y como muchas veces en el área de nosotros nos toca, ahorita ha habido bastante trabajo y nos



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

ha tocado hasta las 7 de la noche y entonces hay gente: ¡ay a mí me da pereza irme a bañar! Pero es un riesgo para la familia”

Además, aunque se reportó que a los trabajadores del RSDJ los vacunan y les hacen exámenes, ellos mismos consideran que el RSDJ si les afecta la salud.

“Pues ahorita no me siento como muy bien de salud (...) Dolor de cabeza, como desaliento. Porque nosotros estamos ahí, digamos se está descargando basura en esa parte y acá estamos trabajando nosotros, adecuando más patio para que empujen basuras a este lado, o sea a todo momento esta uno con olor ahí frecuente”

8.7.2. Autopercepción del efecto negativo del RSDJ en el ambiente físico

En términos del impacto del RSDJ en el ambiente físico, se encontró que la mayor preocupación está en los efectos negativos del Relleno sobre la calidad de la tierra (zonas de siembra) y sobre el ganado. Los cultivos, por ejemplo de papa, se han afectado debido a que las moscas se comen las hojas o la flor o la pican y la planta se seca, lo cual es comparado con épocas pasadas cuando se presentaban las pestes de langostas. A su vez, debido a se percibe que los cultivos de papa aledaños al RSDJ están contaminados por las condiciones de la tierra en que se dan, los habitantes evitan comprarlas y consumirlas.

Por lo tanto, se considera que el RSDJ ha afectado la disponibilidad de alimentos y ha incrementado los costos de los mismos, ya que para acceder a ellos es necesario comprarlos en otros lugares.

“También cuando yo llegué aquí era muy chévere porque, por ejemplo, la leche yo la compraba en la finca, compraba la arveja, el haba, la mazorca, la papa, la zanahoria, toda esa comida la producían estas fincas”

También, se reportó que debido los gases que produce el RSDJ han cambiado las condiciones de las tierras; es decir, ahora éstas son más secas y, por lo tanto, menos productivas, por lo cual se han disminuido las cantidades de cosechas y aumentado los costos debido a los productos que es necesario comprar para mejorar la calidad de las tierras.

“(…) los gases del relleno están afectando mucho los terrenos, seca muchos los terrenos (...) ahora se requiere de mucha fumigación, mucho abono para la agricultura”

De la misma manera que la mosca pica las flores y hojas de las plantas, se expuso que al ganado también las moscas lo pica hasta llegar incluso a poner sus huevos y crear infecciones en la piel (“nuches”).



“lo mismo al ganado, al ganado llega y se le planta en la parte de la cadera y ahí hace nido y comienza a picarla, a picarla hasta que hacen herida...”

8.7.3. Autopercepción del efecto negativo del RSDJ en el ambiente social

Teniendo en cuenta que un porcentaje de los habitantes de la zona de influencia del RSDJ trabaja en el Relleno, se han venido presentando conflictos entre estos y la comunidad, debido a que los trabajadores consideran que el RSDJ les trae beneficios, pues su fuente de ingresos económicos, frente a quienes “lo atacan” por considerarlo que afecta a la población.

La población aledaña al RSDJ autopercebe que éste no afecta la seguridad de la zona de residencia y que les beneficia en la generación de empleo

En el caso del RSDJ se relató que la zona no se ha visto afectada en su seguridad. Por el contrario, se considera que el sector es tranquilo, todas las personas se conocen y se vive en un ambiente semirural que tiene ventajas frente a vivir en los sectores urbanos, por el ruido, la inseguridad, las distancias y los costos de vivienda.

En esta exploración se indagó acerca de los beneficios que producía a la comunidad el RSDJ, encontrándose que el único provecho reportado fue la generación de empleo directo y concomitante a ello la creación de una red de beneficios económicos individuales y en el sector; es decir, el trabajar en el RSDJ disminuye los costos de transporte para movilizarse al lugar de trabajo, asegura el acceso a los servicios de salud y, circula dinero entre la comunidad: del bolsillo del trabajador al tendero del sector, de este a su familia, de ellos a los proveedores de sus servicios o bienes en la zona, y así sucesivamente.

Sin embargo, se reportó que hay inestabilidad en el empleo y miedo a perderlo por los beneficios que éste genera.

“(...) es que le dan trabajo a uno por temporadas, por lo menos los que trabajamos allá y sale uno de allá y queda mani-cruzado por el, ni Seguro, ni SISBEN. La vez pasada a mí me sacaron el 30 de abril duré año y medio sin carné, ni el Seguro, ni el SISBEN.”

Finalmente, es necesario resaltar que además de la autopercepción de los residentes, durante la recolección de información y en visitas previas de trabajo para la convocatoria o realización de reuniones comunitarias en la zona aledaña al RSDJ, las dos investigadoras de la Universidad del Valle, pudieron observar de manera directa la presencia de gran cantidad de moscas en el sector y percibir el mal olor del RSDJ, dos de las molestias más resaltadas por la comunidad.



9. DISCUSIÓN

9.1. HALLAZGOS PRINCIPALES

9.1.1. Calidad del agua

Se comparó la calidad del agua entre la zona expuesta y la zona control. Al evaluar el componente fisicoquímico, específicamente el color, se observa en el primer mes de medición las concentraciones más altas, entre 40 a 50 UPC en la zona expuesta en comparación con la zona control donde se registraron concentraciones de aproximadamente 5 UPC. Para los siguientes meses de medición los valores fueron más bajos para zona expuesta y oscilaron aproximadamente entre 20 y 30 UPC. Al evaluar las medianas de color verdadero fue de 20 UPC para la zona expuesta, 5 puntos por encima de la norma, en cambio en la zona control este valor fue de 10, estas diferencias fueron estadísticamente significantes ($p = 0.07$).

Estos hallazgos pueden ser explicados debido a que el color en aguas superficiales puede tener origen en la disposición de desperdicios orgánicos como hojas y demás material vegetal en estado de descomposición, especialmente de taninos y ácidos húmicos provenientes de la descomposición de la lignina¹⁷⁷, además por actividades como la deforestación y la consecuente erosión del terreno que en época de invierno arrastra sedimentos a la cuenca y resuspende el material sedimentado en su cauce.

Aunque las medianas de turbiedad tanto en zona expuesta como control no superan el valor de la norma (0.65 UNT y 0.4 UNT, respectivamente), el parámetro es mayor en la zona expuesta ($p = 0.001$). La relación encontrada entre color, turbiedad y sólidos suspendidos, confirman el proceso de deforestación existente en las micro-cuencas de las fuentes superficiales de abasto y por lo tanto en la red de Mochuelo Alto, dado que el color verdadero representa sustancias orgánicas disueltas o coloidales y la turbiedad partículas coloidales con fuente principal en la descomposición de material vegetal.

Consistentemente el pH presentó valores inferiores a los estándares durante los meses de medición, para ambas zonas. Al comparar las medianas se encontró que en la zona control es donde los valores están por fuera de la norma (6.5 a 9.0) con una mediana de 6.36 en comparación con 6.67 en la zona expuesta ($p = 0.049$). Esto puede ser explicado por la presencia de sulfatos detectados en la fuente superficial y en la red de distribución. Sin embargo estos valores no generan ningún riesgo para la salud y pueden ser fácilmente corregidos en el proceso de potabilización.

El comportamiento de los sólidos totales no varió de forma importante durante el monitoreo, solo se observan cambios para estos valores en los nacederos evaluados y valores más altos en la red de distribución de la zona expuesta, especialmente en Mochuelo Bajo, sin llegar a



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

superar la norma. Estos cambios pueden ser producidos por el incremento de la precipitación en los meses de octubre y noviembre.

Al evaluar la composición de los sólidos totales se encontraron bajas concentraciones de sólidos suspendidos, por tanto la composición principal de éstos corresponde a sólidos disueltos. Si estos valores llegaran a superar la norma se afectaría negativamente la calidad del agua para consumo humano, especialmente en el sabor generando en el consumidor ocasional una reacción fisiológica desfavorable¹⁷⁸.

En agosto los parámetros para identificar el cumplimiento de los criterios químicos con reconocido efecto adverso en salud (nitrógeno amoniacal, nitritos, cianuro, mercurio, plomo, fenoles, grasa y aceites) estuvieron a niveles por debajo de la norma y tan bajos que son reportados como no detectables. Sin embargo, para los meses de septiembre y octubre se encontraron valores de nitrógeno amoniacal entre 0.10 a 0.12 mg/l en los nacederos de ambas zonas y de 0.10 mg/l en la red de distribución que abastece los colegios CED de Mochuelo Alto y Bajo. Estos valores indican contaminación por urea en los nacederos específicamente proveniente de animales o por la fuente que los recarga y en la red puede ser producida por conexiones cruzadas, tanques sépticos o infiltración de aguas subterráneas contaminadas.

Respecto a los parámetros identificados como criterios químicos con implicaciones de tipo económico o acción indirecta sobre la salud (alcalinidad, dureza, hierro y sulfatos) se observaron diferencias entre las zonas control y expuesta en cuanto a alcalinidad total y sulfatos ($p = 0.0057$, $p = 0.0001$, respectivamente). Durante los meses de agosto, septiembre y noviembre, estos parámetros se encontraron en niveles inferiores a los máximos establecidos por la normatividad colombiana, a excepción del hierro, el cual se encontró en Mochuelo Alto en concentraciones mayores a las permitidas para aguas de consumo humano (> 0.3 mg/l). Sin embargo, dado que estas mediciones no se hicieron en todos los puntos y en todos los meses, con el número de datos disponibles no se detectan diferencias significantes ($p = 0.67$). Estas concentraciones de hierro están relacionadas con la presencia de color encontrada en mayor concentración en la zona expuesta. Los niveles de hierro por encima de la norma ocasionan principalmente problemas estéticos, dado que el color generado mancha las instalaciones sanitarias.

En la zona expuesta (Mochuelo Bajo) aumentó el número de colonias de coliformes totales entre la bocatoma y los puntos de red y se encontró en una muestra *Escherichia coli*. Estos hallazgos pueden indicar el contacto del agua tratada con aguas residuales provenientes de tanques sépticos, mataderos, infiltración de aguas subterráneas y conexiones cruzadas, que producen contaminación bacteriológica con microflora intestinal. Adicionalmente, los pozos de la Zona VIII presentaron también altos niveles de coliformes totales, aunque son admisibles para este tipo de aguas.



El cloro residual usado para eliminar la contaminación bacteriana en la red de distribución, se encontró, en Mochuelo Alto, en niveles inferiores a la norma (0.2 -1.0mg/l) durante los meses de octubre, noviembre y enero. Estos hallazgos se relacionan con la contaminación bacteriológica encontrada en la red de distribución, ocasionada por prácticas inadecuadas en el proceso de desinfección o por consumo del cloro residual por el color orgánico (ácidos húmicos). Esta conjunción puede dar origen a Trihalometanos, como el cloroformo, que se han identificado como potenciales cancerígenos¹⁷⁹.

Respecto a los parámetros de interés sanitario sólo se detectaron en el mes de noviembre hidrocarburos totales en los pozos 4 y 5 con valores de 93.5 y 40 mg/l, respectivamente. Estos hidrocarburos son resultantes de los desechos antropogénicos vertidos o dispuestos en el RS. Entre los efectos tóxicos de éstos, bajo la forma de hidrocarburos aromáticos policíclicos, están el cáncer de pulmón, el de estómago, y el cáncer de piel¹⁸⁰.

La DBO presentó valores superiores a 3 mg/l en el nacedero de la zona control y de 5 mg/l en los pozos de la zona VIII, la relación DBO/DQO menor a 0.2 encontrada en los diferentes puntos indica un vertido difícil de biodegradar por los microorganismos, debido a la presencia de sustancias tóxicas que retardan o inhiben este proceso^{181 182}.

Finalmente, dadas las características geomorfológicas de la región y ante la presencia de hidrocarburos totales en los pozos, cabe la posibilidad de que se genere contaminación en aguas que pueden llegar a ser utilizadas para el consumo agrícola y humano.

9.1.2. Calidad del aire

Los resultados del comportamiento de los parámetros medidos (PM_{10} , SO_2 , CH_4 y BTEX) en la zona expuesta y en la zona control se analizaron teniendo en cuenta las variaciones climatológicas que influyen el patrón de emisión de gases del RSDJ y de las ladrilleras.

Se encontró que la concentración de PM_{10} en la zona expuesta es mayor que en la zona control, con diferencias significantes ($p = 0.036$) entre las medianas de las dos zonas: $31.86\mu g/m^3$ vs. $23.26\mu g/m^3$, respectivamente. Además, la zona expuesta tuvo un porcentaje mayor de días en los cuales el monitoreo de PM_{10} registró valores por encima de la norma en comparación con la zona control (27.8% y 15.6%, respectivamente) y esta diferencia también fue significativa ($p = 0.047$).

Así mismo, en la zona expuesta se observó un gradiente en los niveles de PM_{10} con respecto a la cercanía al RSDJ y a la dirección del viento, que va desde $25.30\mu g/m^3$ en Mochuelo Alto (ubicada en contra de la dirección predominante del viento), pasando por $33.21\mu g/m^3$ en Mochuelo Bajo, hasta $44.87\mu g/m^3$ en la vivienda vecina al relleno (ambos ubicados en la dirección predominante del viento, pero esta última a una distancia menor).



El comportamiento del PM_{10} durante el periodo del estudio mostró una tendencia al aumento, ligeramente mayor en la zona expuesta.

Por todo lo anterior, y teniendo en cuenta que la zona control dispone de fuentes similares de emisiones de PM_{10} (vías no pavimentadas, ladrilleras, etc.) se sugiere que el RSDJ es fuente probable del “exceso” (i.e.; diferencia) de material particulado menor de 10 micras encontrado entre el área expuesta y área control. Se ha establecido que los procesos de transporte, disposición, cubrimiento y estabilización de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios generan la emisión a la atmósfera de material particulado¹⁸³.

La comparación de los niveles de PM_{10} entre zona expuesta y zona control es importante ya que este tipo de material particulado se ha considerado como un contaminante “criterio” por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA), dado que el diámetro de estas partículas lleva a que éstas puedan aspirarse y, dependiendo de su tamaño, llegar a niveles diferentes de la vía aérea, e incluso hasta los alvéolos cuando son menores de 2.5 micras, las cuales corresponden al 60 a 70% del total del PM_{10} .¹⁸⁴¹⁸⁵

En el análisis óptico del material capturado en los filtros de monitoreo, se encontraron diferentes sustancias químicas, cuya distribución porcentual es diferente entre zona expuesta y zona control. En la zona expuesta se encontraron porcentajes mayores de agregados, polvo y material sintético, mientras que en la zona control los mayores porcentajes los representaron las partículas carbonosas y arcillas (horblenda, circón, turmalina, alterados, piroxenos, micas y feldespatos). No se encontraron diferencias en los porcentajes de cuarzo, fitolitos, partículas orgánicas y plástico, aunque, éstos dos últimos presentaron mayores valores en zona expuesta.

Estas diferencias en la composición del material particulado entre las dos zonas de estudio, revela las diferencias en las fuentes de emisión del PM_{10} . En la zona expuesta, las sustancias químicas predominantes reflejan los procesos de transporte y disposición de los residuos sólidos. Así, la presencia de agregados y polvo está asociada al tránsito de vehículos en vías sin pavimentar y esto puede revelar el efecto del transporte de la basura hasta el relleno en las vías de la zona expuesta en la emisión de material particulado a la atmósfera. Además, el material sintético y el plástico son producto de la transformación de los residuos sólidos de origen antrópico depositados en el relleno. Finalmente, las partículas orgánicas están compuestas por materiales de origen vegetal, no carbonizado, cuyo origen puede ubicarse en los residuos sólidos depositados en el RSDJ.

En contraste, en la zona control, la presencia de partículas carbonosas que son producto de procesos de incineración y de otros materiales particulados que se asocian a los procesos de transformación de diversos materiales durante la combustión, están reflejando el efecto de las actividades relacionadas con combustión en la emisión de PM_{10} . Esto puede asociarse con la operación de las ladrilleras y la presencia de alto tráfico vehicular en la zona control.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Todo lo anterior, coincide con los valores de PM_{10} encontrados en el barrio Santa Isabel, ubicado en la zona control, con presencia de ladrilleras y donde se registró el valor máximo de PM_{10} ($178.25\mu g/m^3$); además, en el barrio Arizona se encontró el promedio mayor de material particulado menor de 10 micras ($31.10\mu g/m^3$). En este último barrio también operan ladrilleras y existe un punto de control y estacionamiento de buses. La combustión de los vehículos en una topografía quebrada y a una altitud elevada tiende a ser incompleta y a generar mayores emisiones de material particulado y gases.

Independientemente de la composición de la partícula, debido a su pequeño diámetro la exposición al PM_{10} puede incrementar la ocurrencia de síntomas respiratorios y la exacerbación de éstos en personas con enfermedades pre-existentes. Además, se ha asociado al incremento en la coagulación sanguínea¹⁸⁷¹⁸⁸

Con respecto al SO_2 , aunque sus niveles nunca estuvieron por encima de la norma y no se encontraron diferencias entre los sitios de estudio, tanto en zona expuesta como en zona control se registraron niveles de SO_2 en más del 90% de los días de monitoreo. Esto indica que en ambas zonas existen procesos de combustión que están generando emisiones de este compuesto a la atmósfera.

En Olivares se presentaron los promedios más altos de este compuesto ($1.0\mu g/m^3$), seguido de lo registrado en Santa Isabel ($0.76\mu g/m^3$) y Arizona ($0.65\mu g/m^3$). De nuevo, la operación de las ladrilleras y la presencia de alto tráfico vehicular, explicaría el comportamiento observado del SO_2 .

Además, los residuos sólidos depositados en el RSDJ sufren un proceso de estabilización que puede emitir a la atmósfera este compuesto. Los registros de SO_2 en los puntos de monitoreo de la zona expuesta, sugerirían este origen, dado que se observó un gradiente en los niveles de SO_2 con respecto a la cercanía al RSDJ y a la dirección del viento, que va desde $0.42\mu g/m^3$ en Mochuelo Alto, pasando por $0.72\mu g/m^3$ en Mochuelo Bajo, hasta $0.91\mu g/m^3$ en la vivienda vecina al relleno.

En la última década se han puesto en cuestionamiento los estándares establecidos para el SO_2 por la asociación encontrada con material particulado en las zonas urbanas afectando la salud incluso por debajo de los estándares considerados por la norma. Además, especialmente en el caso de las partículas, cuando se examina la relación dosis respuesta entre los niveles de contaminación y los indicadores de salud, no se encuentra evidencia de un posible umbral por debajo del cual no se esperen efectos adversos¹⁸⁹.

Los efectos negativos del SO_2 también se dan en términos de la producción de olores, dado que gran parte de los compuestos que producen olor contiene en su estructura el azufre; condiciones climatológicas como pluviosidad, la temperatura y el régimen de vientos



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

contribuyen a la presencia de olores en las zonas vecinas al RSDJ.

La presencia de malos olores influye en el desarrollo normal de la vida humana, genera tensión psicológica, reduce el apetito y genera náuseas y vómito. Además, puede conducir a la disminución de la inversión económica en las áreas afectadas y a su crecimiento.¹⁹⁰

En cuanto al benceno, se encontraron niveles más altos en la zona expuesta en comparación con la zona control (mediana de 5.52 ppb y de 4.53 ppb, respectivamente); esta diferencia fue significativa ($p = 0.0001$). El benceno está asociado a procesos de combustión y a procesos de estabilización de los residuos sólidos.

En Arizona se presentaron los promedios más altos de este compuesto (7.04 ppb), seguido de lo registrado en Olivares (4.3 ppb) y Santa Isabel (3.48 ppb). La presencia de benceno en la zona control y el hecho de que sus niveles superen la norma en más del 75% de las mediciones, sugieren que además del RSDJ, la operación de las ladrilleras y la presencia de alto tráfico vehicular contribuyen en estas emisiones.

Así mismo, la mediana de los niveles de tolueno, cuando se tuvieron en cuenta sólo las mediciones en los cuales este compuesto fue detectado, fue mayor en la zona control en comparación con la zona expuesta (mediana de 13.67 ppb y de 7.98 ppb, respectivamente). Esta diferencia estuvo en el límite de la significancia ($p = 0.11$). El comportamiento del tolueno en esta zona estaría explicado por la operación de las ladrilleras y la presencia de alto tráfico vehicular

Con respecto al xileno, los valores más altos para el percentil 90 y el valor máximo se registraron en la vivienda cercana al RSDJ en la zona expuesta y en el barrio Arizona en la zona control (valores máximos de 187.53 y 88.49 ppb, respectivamente). Como en los COV descritos anteriormente, el comportamiento de este compuesto refleja la presencia del RSDJ y de ladrilleras en las zonas de estudio.

El benceno, el tolueno y el xileno tienen como fuente común de emisión a la atmósfera los rellenos sanitarios, calderas industriales, motores fijos de combustión interna, estaciones de gasolina, entre otros, procesos que están presentes en las dos zonas de estudio.

Se ha descrito que los efectos en salud ocasionados por el BTEX incluyen el aumento de la frecuencia de síntomas respiratorios en personas sanas y con antecedentes de enfermedad pulmonar, entre los cuales se destacan síntomas como el espasmo bronquial y los asociados a bronquitis aguda.¹⁹¹

Además, la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) han determinado que el benceno es cancerígeno. Aunque el tolueno y el xileno no son considerados como cancerígenos por la IARC, sí generan efectos negativos en el sistema nervioso central y en piel cuando la exposición es crónica^{192,193}.



Con respecto al CH₄, en las campañas 1, 2 y 3 realizadas entre agosto de 2005 y enero de 2006, tanto en la zona expuesta como en la zona control, se registraron niveles no detectables de este compuesto, con un equipo cuya sensibilidad comienza en 1000 ppm.

Por tal razón, se decidió llevar a cabo una campaña adicional en febrero de 2006, la cual incluyó puntos de medición en la zona expuesta, pero no en la zona control. No se obtuvieron niveles detectables de este compuesto en Mochuelo Alto ni en Mochuelo Bajo. En todos los puntos de monitoreo cercanos al RSDJ se detectaron niveles de CH₄ que fluctuaron entre 131 ppm a 638 ppm y más de 700 ppm dentro del mismo (límite superior del rango de medición del equipo).

Estos hallazgos sugieren al RSDJ como fuente principal de CH₄ y demuestran la poca dispersión por fuera de la zona cercana al relleno de este compuesto. Hay estudios que demuestran que el CH₄ no está presente en el relleno sanitario en concentraciones mayores al 20% del nivel límite de explosividad, por lo cual se puede asumir que el CH₄ no se presenta en altas concentraciones en sitios adyacentes a él. Actividades como la construcción de conductos, zanjas, trincheras y bombeo de agua pueden proveer nuevas rutas para el metano y cambios en la velocidad a la cual el metano es generado¹⁹⁴

Los gases emitidos por los rellenos sanitarios son generados por la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos. Una práctica general en los rellenos sanitarios es la de realizar la cobertura diaria de los desechos, aislando el desecho de la atmósfera y generando un ambiente que favorece la descomposición anaerobia. Los compuestos orgánicos no metanogénicos se originan a partir de la descomposición de desechos químicos dispuestos en el relleno como pinturas, solventes, pesticidas y adhesivos que contienen numerosos compuestos orgánicos, los cuales son removidos en el proceso de degradación formando metano y dióxido de carbono¹⁹⁵.

A pesar de la tecnología que posee el relleno para la disposición adecuada de los residuos sólidos, se debe tener en cuenta que no son confinamientos herméticos; por lo tanto, siempre estarán presentes las emisiones en la atmósfera aún después de clausurado el lugar.

De manera particular, la presencia de un alto número de moscas en la zona expuesta, verificada por los investigadores y referida por los habitantes del área, puede deberse a que la cobertura de las basuras en el RSDJ no se realiza con la frecuencia adecuada. Es muy probable que los huevos de las moscas que llegan con los desechos tienen el suficiente tiempo de exposición al ambiente para que eclosionen.¹⁹⁶

En los rellenos sanitarios ha decaído la práctica de cubrimiento diario a causa de la disponibilidad de material de cobertura; sin embargo, en Japón se han realizado algunos experimentos utilizando espumas que han contribuido a atenuar este inconveniente y, por lo tanto, a controlar la presencia de insectos que en la mayoría de los casos son transmisores



de enfermedades¹⁹⁷. Con este proceso no solo se controlan los vectores insectos sino también aves, roedores, y otros animales que puedan tener acceso al relleno.

Los hallazgos en calidad del aire hay que considerarlos en el contexto de una ciudad que, como Bogotá, enfrenta problemas de contaminación por otras fuentes diferentes al RSDJ, como la vehicular, que en ocasiones produce mayores niveles de contaminantes que el mismo relleno sanitario.

9.1.3. Efectos en la población menor de 5 años

9.1.3.1. Efectos en la talla y el peso de los niños

El crecimiento pondo-estatural es un proceso susceptible de ser afectado por múltiples factores de tipo biológico y socio-económico. En los últimos años, se han realizado algunas investigaciones que relacionan alteraciones en el crecimiento de los niños con los niveles de los contaminantes ambientales, pero no existen en la literatura estudios prospectivos que evalúen específicamente la asociación entre la exposición a los rellenos sanitarios y la velocidad de crecimiento.

En este estudio, los indicadores contruidos con base en las mediciones del peso y la talla mostraron que en general la población menor de 3 años del estudio tiende a ser más pequeña que la población de referencia. Las medidas del peso para la talla (whz), peso para la edad (waz) y talla para la edad (haz) fueron en promedio negativas cuando se comparan todos los niños del estudio con los niños de igual sexo y edad de la población de referencia (score-z). Esto es particularmente evidente para el índice de talla para la edad, en el que el promedio de la población del estudio fue de -1.35 DE, y donde se encontró un 14% de los niños por debajo de -2.5 DE.

Al comparar los promedios crudos de estos índices entre los niños expuestos y los controles se observó que los promedios son más bajos en la zona expuesta y esta diferencia es significativa para todos los índices. Respecto a la distribución de los dos grupos en términos de desviaciones estándar en valores extremos, la mayor diferencia se encuentra en el haz, donde 17.1% de los expuestos están por debajo de -2.5 desviaciones estándar contra solo 10% de la zona control ($p < 0.10$).

La exposición al relleno se asocia a una disminución en el índice de peso para la talla (whz), que persiste significativa después de ajustar por variables biológicas y sociodemográficas relevantes, como la talla, comorbilidad, la ocupación de la madre, lactancia, nivel de ingresos, personas por familia y régimen de afiliación a la seguridad social. La exposición al RS también tiende a disminuir el índice de waz, pero esto deja de ser significativo cuando se ajusta por las variables confusoras correspondientes. El efecto de esta exposición sobre el índice de haz es de direccionalidad similar al observado para whz y waz, pero es de



menor magnitud cuando se realiza el análisis múltiple y se ajusta por los potenciales confusores.

El análisis longitudinal fue consistente con lo observado en el análisis transversal en la captación. Durante los 6 meses del seguimiento, los score-z fueron menores entre los expuestos al compararlos con la zona control, y nuevamente estas diferencias fueron significantes ($p < 0.05$) para el whz y en el límite de significancia ($p < 0.10$) para el waz. Se analizaron también los datos crudos de peso y talla, encontrándose una tendencia de menor promedio de peso en la zona expuesta durante el seguimiento comparado con los promedios del peso de la zona control. En las medidas de talla no se observó una diferencia substancial entre los niños de los dos grupos.

Al ajustar por las variables confusoras, se observó que la pendiente del score del whz fue negativa en la zona expuesta (coeficiente = -0.03 DE por mes; $p < 0.05$) mientras que en la zona control esta no fue diferente de cero (coeficiente = 0.02 DE por mes $p = 0.78$). En los índices de waz y haz las pendientes no fueron diferentes de cero en ninguno de los grupos.

Las deficiencias del peso para la talla indican una probable alteración aguda del crecimiento, mientras que la alteración del índice de talla para la edad puede indicar deficiencias acumulativas a largo plazo o exposición crónica a una condición adversa. El peso para la edad es influido por el peso y por la talla, por tanto, valores bajos pueden deberse a condiciones agudas o crónicas^{56 57}.

Durante los primeros tres años de vida, la velocidad de crecimiento de un niño es mucho mayor que en los años subsiguientes, por lo tanto en este periodo es mayor el riesgo de que ésta se vea afectada por factores externos⁵⁰. La medición de la velocidad de crecimiento en este grupo de edad es sensible a los efectos a corto plazo, pero es posible que se necesite un estudio en niños de mayor edad o un seguimiento por un tiempo más prolongado, para evaluar los posibles efectos crónicos que se verían reflejados principalmente en la talla para la edad.

Un estudio realizado para evaluar la relación de niveles de contaminantes y crecimiento mostró una asociación entre niveles sanguíneos de diclorodifenil dicloroetano (DDE) y bifenil policlorinados (PCB) y disminución de la talla en niñas de 8 años de edad (reducción de 1.8cm con $p < 0.0275$ en el cuartil más alto de DDE, > 0.44 microgramos/litro en sangre completa) comparado con niñas en el cuartil más bajo (0.08-0.2 microgramos/litro).⁵⁴ Otro estudio realizado en niños preadolescentes, evaluó el impacto de la calidad del aire en la ganancia de talla, se encontró que los niños y las niñas del área más contaminada fueron 0.26cm y 0.14cm más bajos ($p < 0.01$) comparados con el área control⁵⁵.

De otra parte, el estudio del “Love Chanel” en New York (un depósito de desechos tóxicos) (REF) estudió 493 niños que vivían cerca al canal y los comparó con 428 que residían fuera del área de influencia. Los niños nacidos y que habían pasado al menos 75% de sus vidas



en el área cerca al canal tenían una talla para la edad en percentiles menores que en el grupo control (percentil 46.6 ± 2.2 DE vs. 53.3 ± 1.4 DE; respectivamente, con una $p = 0.004$). El peso promedio para la edad en percentiles fue de 50.1 ± 2.2 DE para expuestos comparado con 53.1 ± 1.4 DE para los controles, aunque esta diferencia no fue significativa¹. Los hallazgos de este estudio en el cual se encontraron diferencias en la talla más que en el peso difieren con los de la presente investigación. No obstante el estudio del Love Chanel fue transversal y se realizó en un grupo de edad diferente, lo que puede explicar en parte las diferencias en los resultados.

Una posible debilidad del estudio es la no realización de mediciones de ingesta alimenticia. Con el fin de controlar por esta posible confusión, en el diseño se seleccionó una zona control con características socioeconómicas y culturales similares a la zona expuesta, y en el análisis de los datos los modelos múltiples incorporaron el ajuste por el nivel de ingresos, el número de personas en la familia, el régimen de seguridad social y la dedicación de los padres. Se considera que estas variables se relacionan con el nivel socioeconómico de cada familia y por lo tanto determinan en parte la dieta del niño. Adicionalmente, uno de los principales predictores de la talla y el peso de un niño es la talla de la madre, y esta medición fue hecha también e incorporada en los modelos de regresión.

Por otra parte, las relaciones de los índices antropométricos y factores sociodemográficos y biológicos halladas son coherentes con los marcos teóricos planteados con el crecimiento pondo-estatural. Factores biológicos como la ocurrencia de episodios de diarrea se asociaron con valores más bajos del peso para la talla, el cual es un indicador de alteraciones agudas, mientras que factores sociodemográficos y económicos como dedicación y educación de los padres se asociaron a variaciones en el índice de talla para la edad.

Por todo lo anterior, se considera que este estudio muestra que la velocidad de crecimiento de los niños entre 0 a 3 años es menor en la zona expuesta al RSDJ que en la zona control.

9.1.4. Efectos en enfermedad diarreica aguda en niños

La exposición al RSDJ no fue asociada a una mayor prevalencia de EDA, pero se observó que los niños de 33 o menos meses tienen mayor probabilidad de presentar EDA sin importar si están o no expuestos al RSDJ.

La edad del niño ha sido reconocida como un factor de riesgo para EDA en muchos lugares del mundo y se ha postulado que los niños menores pueden tener mayor contacto con heces y/o materiales contaminados que contienen enteropatógenos que ingresan al tracto gastrointestinal vía mano-oral principalmente y debido a su corta experiencia antigénica e inmadurez inmunológica, sufren con mas frecuencia la enfermedad^{198 199 200 201 202 203 204 205}



Según lo encontrado en este estudio, en el agua para consumo tanto de la zona control como de la zona expuesta al RSDJ, se encontró coliformes totales y E. Coli sólo en un punto de la red de distribución de la zona expuesta. Las normas sobre calidad del agua exigen que las aguas para consumo humano estén exentas de este tipo de micro-organismos por su potencial efecto gastrointestinal. Esta es posiblemente, una de las principales razones por las cuales este estudio no detectó diferencias en la prevalencia e incidencia de EDA según zona de exposición.

La exposición al RSDJ tampoco fue relacionada con la incidencia de EDA en seis meses. Esta incidencia fue explicada principalmente por la edad de la madre y la presencia de basura en la calle donde esta ubicada la vivienda sin importar si el niño esta o no expuesto al RSDJ.

Características como la edad y la educación de la madre han jugado un importante papel en la incidencia de EDA. En general, las madres de menor edad y con menor nivel educativo protegen en menor proporción a sus hijos menores de 5 años de la incidencia EDA^{198 199 206 200 207 201 208 203 209 210 205}. En esta misma dirección este estudio encontró que las madres menores de 24 años protegen menos a sus hijos de la diarrea que las madres entre 24 y 34 años. Adicionalmente, se observó que los niños hijos de madres mayores de 34 años también presentaron mayor riesgo de desarrollar EDA en seis meses que los hijos de madres entre 24 y 34 años. La proporción de mujeres con nivel educativo de secundaria o mayor es significativamente menor en las mujeres menores de 23 años y en las mayores de 34 años con respecto a las mujeres entre 24 y 34 años ($p=0.004$) tanto en la zona expuesta como en la no-expuesta aunque, en esta última zona no es significativa ($p=0.315$).

La exposición ambiental a basuras ya ha sido asociada a EDA en otras regiones^{211 208 212}. Se postula que la disposición de basuras cerca de la vivienda facilita el contacto de los niños con materiales contaminados por enteropatógenos que luego, desde las manos pueden ingresar al tracto gastrointestinal.

Se ha encontrado que la disposición de agua potable y de condiciones sanitarias en una región no aseguran el control de la EDA y que factores comportamentales relacionados con higiene y el role que desempeñan las madres y los padres pueden llegar a ser importantes en la incidencia de EDA y que entre mas nivel educativo tengan estos padres mayor beneficio para los menores de 5 años^{199 213 214 201 215 208 205 198 206 200 207 216 201 217 202 218 212 219}.

En conclusión, la presencia de diarrea en las poblaciones estudiadas esta relacionada al parecer con factores ambientales (contaminación del agua y disposición de basuras en la calle) y comportamentales familiares (edad de la madre). Estos hallazgos sugieren que los contaminantes generados por el RSDJ no fueron relacionados con la producción de EDA después de controlar por 14 potenciales factores.

9.1.5. Efectos en síntomas respiratoria en niños y costos asociados



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

En la población de 1 a 5 años, la exposición al relleno sanitario se asoció a una mayor probabilidad de presentar síntomas irritativos, tanto al momento de la captación como durante el seguimiento. Específicamente, 40%, 28% y 39% de los niños expuestos al relleno presentaron eritema, prurito en los ojos y disfonía, mientras que solo 24%, 22% y 36% de los niños de la zona control presentaron dichos síntomas, respectivamente. Es decir, la probabilidad de presentar estos síntomas en los niños residentes en la zona expuesta fue mayor a la de los niños residentes en la zona control y en el caso de la probabilidad de presentar eritema, se encontró que en los niños de la zona expuesta fue casi el doble de la de los niños residentes en la zona control.

Esta asociación entre la prevalencia de síntomas en los ojos o en las vías áreas superiores y la exposición al relleno, es consistente con lo que se describe en la literatura pueden ocasionar el tipo de contaminantes generados usualmente por los rellenos sanitarios, y en particular con lo encontrado en las mediciones ambientales de este estudio en el RSDJ. Entre los contaminantes asociados a efectos irritantes sobre las vías aéreas superiores se encuentra el metano y los COV, que se hallaron en niveles elevados en la zona expuesta al relleno, y el PM₁₀, determinado con valores más altos que en la zona control^{73 81 26 220 110 27 113}.

En contraste, no se observó asociación entre la exposición al relleno sanitario y la presencia de síntomas respiratorios bajos, tales como sibilancias y dificultad para respirar. La presencia de estos síntomas se encontró asociada en cambio a la cercanía a las ladrilleras. Los niños residentes en los barrios cercanos a las ladrilleras tuvieron 78% más riesgo de presentar síntomas respiratorios bajos, comparados con los niños que residían más distantes de las ladrilleras.

Esta asociación entre la cercanía a las ladrilleras y la presencia de síntomas respiratorios bajos, es coherente con los efectos asociados a los contaminantes emitidos por la combustión en los hornos de las ladrilleras. Entre dichos contaminantes se ha encontrado PM₁₀, SO₂, CO, NOX COV, relacionados con la generación de hipersecreción, inflamación y cambios en la estructura de las vías aéreas que se traducen en síntomas bajos^{27 113 37 105}.

Es posible también que la presencia de valores altos de PM₁₀, tanto en las emisiones del relleno como de las ladrilleras, y en contraste la asociación observada solamente entre la cercanía a éstas últimas y la ocurrencia de síntomas bajos, pueda ser el reflejo de una diferencia en la composición de las partículas. El PM₁₀ emitido por las ladrilleras podría ser en promedio de menor tamaño al generado por el relleno y esto permitiría que pudiera llegar a afectar las vías respiratorias bajas. Sin embargo, en este estudio no se midió el tamaño de las partículas para poder determinar si existe dicha diferencia.

Además, la especificidad descrita de la asociación con los síntomas irritativos y síntomas bajos, sugiere una diferencia de la composición entre los contaminantes generados por las ladrilleras y los generados por el relleno. Es posible que las emisiones de las ladrilleras



estén compuestas principalmente por contaminantes como SO₂ que en investigaciones previas se ha asociado principalmente a síntomas respiratorios bajos^{221 222 74}.

La presencia de síntomas bajos se asoció también con la menor edad del niño, la mayor edad del padre, la presencia de moho en la vivienda en los últimos seis meses y el mayor tiempo de residencia. En relación con la edad del niño, se encontró que al momento de la captación, la probabilidad de presentar síntomas bajos en niños de 1 a 3 años fue más del doble de la de niños de 4 a 5 años. De manera consistente, durante el seguimiento se observó 32% menor riesgo por cada año de edad. Este hallazgo está en coherencia con reportes de un mayor riesgo de desarrollar asma postnatal y alergias en niños menores de 3 años, ante exposiciones ambientales tales como NO₂, SO₂ y material particulado^{221 222 74}. Adicionalmente, la mayor susceptibilidad de los menores está relacionada con las características anatómicas y fisiológicas de los niños de 1 a 3 años; específicamente, con una mayor susceptibilidad de la mucosa de las vías respiratorias, que responde con procesos inflamatorios e hipersecretorios frente a agentes contaminantes del ambiente. Estos hallazgos destacan además la importancia de la exposición a agentes ambientales potencialmente dañinos durante los primeros años de vida, pues este constituye un periodo de mayor susceptibilidad en el desarrollo de síntomas bajos.

Respecto a la edad del padre, se encontró que, al momento de la captación, la oportunidad de tener síntomas respiratorios bajos en niños con padres de 35 o más años de edad, fue 54% mayor a la de niños con padres menores de dicha edad. La explicación de este resultado puede basarse en las diferencias educativas, de acuerdo a la edad del padre. Se observó que entre niños con síntomas respiratorios bajos, los padres de 35 o más años tenían menor nivel de escolaridad. Así, 64% no tenía primaria o ningún nivel de escolaridad, mientras que en los menores de 35, 56% tenía secundaria o un grado de escolaridad superior. Estas diferencias en los niveles de escolaridad de acuerdo con la edad del padre fue estadísticamente significativa ($p=0.04$). Es decir, el mayor riesgo de presentar síntomas bajos a mayor edad del padre, estaría en parte explicado por la menor escolaridad de las cohortes de padres más viejos.

Consistente con este resultado, en América Latina otros autores han reportado prácticas más saludables y menor riesgo de enfermedades respiratorias a mayor nivel educativo del padre²²³, independientemente del nivel de ingresos²²⁴. Este hallazgo muestra la importancia del papel paterno en las decisiones en torno a la salud infantil de la población de estudio, más aún cuando la mayoría de las madres están dedicadas al hogar y son los padres quienes generan el ingreso familiar.

Con relación a la exposición a moho en la vivienda, en este estudio se encontró una probabilidad 75% mayor de presentar sibilancias y dificultad para respirar en niños que residen en viviendas donde se ha observado la presencia de moho. Este hallazgo es consistente con el reportado en la literatura con relación a agentes causantes de contaminación en el hogar. Así, se ha encontrado que la exposición a moho en el domicilio,



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

en el primer año de vida, está positivamente relacionada con la ocurrencia de síntomas respiratorios, tales como sibilancias, asma y rinoconjuntivitis^{225 226}. Además, la exposición a moho en el último año se ha encontrado como factor de riesgo para la presencia de sibilancias en niños^{225 226}.

La presencia de moho en la vivienda se ha reconocido como un signo de mayor humedad, que puede incrementar los niveles de bacterias en el aire, polvo y compuestos orgánicos volátiles microbianos, los cuales desencadenan una respuesta alérgica de las vías aéreas e hiper-respuesta bronquial⁶⁸. Así, se ha reportado que la exposición a moho en la vivienda significa tener mayores niveles de bacterias del género *Cladosporidium*, *Penicilium*, *Alternaria* y *Aspergillus*, las cuales se han relacionado con mayor riesgo de síntomas respiratorios como sibilancias y tos persistente^{227 228 229 230}.

En este estudio se observó un mayor riesgo de síntomas bajos asociado con el mayor tiempo de residencia. Los niños que llevaban más de 4 años viviendo en el barrio, tuvieron el doble de probabilidad de presentar sibilancias y dificultad respiratoria, comparados con los que llevaban menos de dicho tiempo viviendo en el barrio. Este hallazgo pone en evidencia los efectos de exposiciones prolongadas a contaminación del aire sobre la salud respiratoria infantil. Recientes estudios han reportado deterioro en la función pulmonar como consecuencia de exposiciones a contaminantes del aire por largos periodos de tiempo^{102 108 109}.

Estos síntomas respiratorios irritativos y bajos no solo tienen un impacto sobre la salud infantil, sino que también tienen repercusiones en la economía de las familias, de los servicios de salud y de la sociedad en general^{77 78 79 80}. En este estudio se establecieron las diferencias de costos que se generan a nivel familiar, ante la presencia de síntomas respiratorios en un niño, en las familias de la zona expuesta al relleno y en las de la zona control.

Se observó que las familias de la zona expuesta al RSDJ asumieron costos que en promedio fueron \$40.129 menos, en comparación a las de la zona control. Esta diferencia podría estar relacionada con el menor poder adquisitivo que tendrían las familias de la zona expuesta, reflejado en diferencias socioeconómicas del hogar y la vivienda, tales como la mayor proporción de niños pertenecientes al régimen subsidiado y no afiliados, la menor proporción de viviendas con paredes de ladrillo, piso de baldosa y techo de cemento.

Las familias de los niños que presentaron síntomas respiratorios bajos asumieron costos mayores en promedio de \$39.258, en comparación con las familias de los niños que no presentaron síntomas respiratorios bajos. Esta diferencia de costos posiblemente está relacionada con la severidad de síntomas, como la dificultad respiratoria y las sibilancias, y la necesidad de búsqueda de atención y de realizar las demás acciones orientadas a la resolución dichos síntomas.



En esta población se observaron diferencias de costos según régimen de afiliación. Específicamente, entre familias de niños con afiliación a régimen contributivo y expuestas al relleno, se observó un costo menor en promedio de \$51.607, en comparación a los costos de las familias de la zona control. De manera similar, entre niños con afiliación a régimen subsidiado o no afiliados, se observó una tendencia a menores costos promedio en familias expuestas al relleno, con una diferencia de \$34.910, aunque sin significancia estadística. Aunque no se puede afirmar que las familias expuestas al relleno, con afiliación a régimen contributivo, asumen costos mayores, comparadas con familias expuestas afiliadas al régimen subsidiado o no afiliadas, los datos sugieren una tendencia hacia menores costos en las del régimen subsidiado o no afiliadas.

Estos resultados podrían estar relacionados con las implicaciones del tipo de afiliación. Por un lado, las familias con niños afiliados al régimen contributivo asumen cuotas moderadoras y copagos mayores a los que se generan en familias del régimen subsidiado. Y por el otro, las familias afiliadas al régimen contributivo probablemente tienen una mayor capacidad de pago, en comparación a los del régimen subsidiado.

Aún cuando se podría argumentar que las familias con niños no afiliados tendrían que asumir la totalidad de los costos generados mientras que las familias de niños del régimen subsidiado tendrían que pagar servicios no cubiertos y, por tanto, deberían tener mayores costos a los del régimen contributivo, es posible que los costos estén limitados por la capacidad adquisitiva reflejada en la afiliación.

En relación con la composición de los costos totales, al igual que en otros estudios, la mayor parte estuvo representada por los costos indirectos, los cuales equivalen a la valoración del tiempo dedicado por otro miembro de la familia al cuidado del menor.

Los costos directos, medidos en términos de los recursos dedicados al pago de consultas y transporte, mostraron diferencias entre expuestos y residentes en la zona control. En particular, las familias de la zona control tuvieron costos por consulta mayores ante la presencia de síntomas respiratorios en los niños, comparadas con la de la zona expuesta al relleno. Mientras que las familias de esta última zona asumieron mayores costos en relación con el transporte. Estas diferencias resaltan nuevamente las diferencias en la afiliación arriba descritas y la mayor distancia a la que se encuentran las familias de la zona expuesta de los servicios de salud.

9.1.6. Efectos en la población adulta mayor de 50 años

9.1.6.1. Efectos en enfermedad respiratoria en adultos

Numerosas investigaciones han sido realizadas para documentar los potenciales efectos sobre la salud producidos por la exposición a los contaminantes generados en los rellenos



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

sanitarios. Sin embargo estas investigaciones no han sido concluyentes debido a posibles debilidades en el diseño que han llevado a la subestimación de las estimaciones encontradas^{1 37 112}.

En este estudio se encontró que, a la captación, los adultos mayores de 50 años residentes en la zona expuesta al RSDJ presentaron mayor frecuencia de síntomas respiratorios en comparación con los residentes en el área control. La prevalencia de síntomas respiratorios asociada a la exposición al RS, difiere con relación al nivel socioeconómico de la población expuesta, independientemente de la exposición a ladrilleras, de la edad, el sexo, las condiciones de la vivienda, presencia de comorbilidad, tipo de ocupación y del porcentaje de tiempo que el individuo tiene viviendo en el barrio. Específicamente, en el estrato de personas con un mayor nivel de pobreza se encontró asociación significativa entre la exposición al RSDJ y la presencia de uno o más síntomas respiratorios OR = 4.71; IC 95%: (0.92 - 24.19), de síndromes respiratorios “moderados” (síntomas bronquíticos o asmátiformes con o sin síntomas de vías aéreas superiores) RRR = 3.55 IC 95%: (0.91-13.81) y de síndromes respiratorios “severos” (síntomas bronquíticos y asmátiformes con síntomas de vías aéreas superiores) RRR = 3.22; IC 95%: (0.86-11.98). En otras palabras, entre los adultos mayores de 50 años, la exposición a los contaminantes producidos por el relleno si se agrega a una condición socioeconómica de mayor pobreza, incrementa la presencia de síntomas respiratorios en todos los grados de severidad.

Estos resultados son plausibles debido a que la condición socioeconómica está fuertemente asociada con múltiples factores que pueden influenciar las condiciones de salud, como son la malnutrición, el limitado uso y acceso a los servicios de salud e inadecuada condición de la vivienda y de salubridad que incrementan la susceptibilidad del individuo a los efectos de la contaminación del aire.

Este hallazgo es consistente con los resultados obtenidos por Jerret et al. en Canadá, quienes encontraron que las características socioeconómicas (especialmente el bajo estado socioeconómico) de la población, modifica los efectos en salud producidos por la contaminación del aire, con una asociación significativa entre morbilidad de causa respiratoria y exposición a baja calidad del aire, presente principalmente en personas con bajo estrato socioeconómico²³¹.

Wheeler y Ben-Shlomo, realizaron un estudio sobre calidad del aire, estado socioeconómico y salud respiratoria, donde encontraron inequidad en las condiciones de calidad del aire para viviendas localizadas en áreas urbanas, con un incremento del número de hogares ubicados en zonas de alta contaminación a medida que disminuye la clase social. Los efectos sobre la salud respiratoria descritos por estos autores fueron las alteraciones en el volumen espiratorio forzado (FEV₁), encontrando que los hombres expuestos a pobre calidad del aire y pertenecientes a una clase social baja tienen en promedio un (FEV₁) 2.7% menor (IC 95%: 2.13-4%) que los hombres igualmente expuestos pero de clase social alta, después de ajustar por potenciales confusores²³².



Resultados similares fueron descritos por Martins et al. en Sao Paulo Brasil, donde incrementos de 10 mcg/m^3 en los niveles de PM10 en áreas de bajo nivel socioeconómico se asociaron a casi 10 veces mayor mortalidad por enfermedades respiratorias, en comparación con áreas de nivel socioeconómico más alto expuestas a idénticos cambios en PM10. Sin embargo, una de las debilidades de este estudio radica en un ajuste incompleto por potenciales confusores²³³.

No obstante, este hallazgo observado al momento de la captación no se pudo confirmar en nuestro estudio en el análisis longitudinal, pues la mayor incidencia de síntomas respiratorios durante el seguimiento solo se vio asociada al sexo femenino, a los individuos de mayor edad y a la exposición al RS, pero no a mayor pobreza.

En los análisis longitudinales los síndromes respiratorios referidos por los adultos expuestos al RS se caracterizaron además por una tendencia a mayor severidad. Específicamente, los individuos de la zona expuesta presentaron un riesgo mayor de síndromes respiratorios con múltiples síntomas de tipo bronquítico y asmático además de síntomas de las vías aéreas superiores. En contraste, no hubo diferencias entre las zonas expuesta y control en la presencia de síndromes de moderada severidad. Se evidenció también que en la zona expuesta cada uno de los cuadros clínicos de enfermedad respiratoria se presentaba en promedio con un número mayor de síntomas en comparación con la zona control.

Adicionalmente, el análisis de seguimiento permitió evidenciar una tendencia a una mayor cronicidad o repetición de estos cuadros respiratorios. Los análisis de asociación mostraron una fuerte tendencia a la “agregación” o recurrencia de episodios con múltiples síntomas entre los individuos de la zona expuesta.

Todas estas asociaciones entre exposición al RSDJ y enfermedad respiratoria en adultos, permanecieron después de ajustar por la exposición a las ladrilleras. De otra parte, la posibilidad de interacción entre la exposición al RSDJ y a las ladrilleras, solo fue evidente para síndromes de moderada severidad y no para enfermedad severa. Lo anterior puede ser explicado porque solo en aquellos individuos con condiciones de susceptibilidad menor a enfermedad respiratoria la sinergia entre estas exposiciones se haría evidente con enfermedad moderada, mientras que en los más enfermos (donde ocurren los cuadros más sintomáticos) la exposición exclusiva al RSDJ sería condición suficiente para hacer evidentes los síntomas más severos y la exposición adicional a las ladrilleras no aumentaría la probabilidad de más enfermedad.

Respecto a los hallazgos en el valor del FEP al momento de la captación, se encontró que la exposición al relleno sanitario se asocia a un valor promedio de FEP 16.8 L/min más alto que en la zona control, después de ajustar por edad, sexo, talla, proporción de la vida en el barrio, discapacidad, hacinamiento y técnica para realizar la maniobra, entre aquellos



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

individuos que no viven cerca de las ladrilleras. Este hallazgo podría ser explicado por la existencia de un fenómeno de confusión con el tiempo de permanencia en la zona. En particular, las personas con más afecciones pulmonares podrían tender a permanecer menos en la zona expuesta, es decir posiblemente aquellos con más enfermedades respiratorias y con menor FEP son los que deciden no permanecer en la zona expuesta ante la ocurrencia de síntomas o por temor a que estos ocurran. Los datos encontrados en la población expuesta dan soporte a esta hipótesis, y el ajuste por el tiempo de permanencia en la zona controló por este posible efecto.

Adicionalmente, se encontró que el promedio de esta medida de la función pulmonar de acuerdo al estado de exposición al RS, difiere en estratos de exposición a ladrilleras después de ajustar por variables biológicas (i.e.; edad, sexo, talla) y potenciales confusores. Lo anterior sugiere que los individuos expuestos simultáneamente al RSDJ y a las ladrilleras son los más afectados en su función pulmonar, llegando a una reducción promedio en el FEP de 82.7 L/min por exposición al RS entre aquellos con exposición a las ladrilleras.

Estos hallazgos pueden ser explicados por el efecto sinérgico de los contaminantes liberados al ambiente por el RS y las ladrilleras. Especialmente, las altas concentraciones de partículas menores a 10 micras (PM_{10}) al entrar en contacto con la mucosa de las vías aéreas pueden desencadenar procesos inflamatorios, alteración de la acción mucociliar y cambios estructurales, producir disminución del calibre de las vías respiratorias con un mayor grado de severidad, y generar una alteración obstructiva de la función pulmonar que se refleje en la caída del FEP.

El estudio realizado en el RSDJ evaluó de manera repetida los cambios en el FEP con el tiempo e identificó la ocurrencia de enfermedad y otras covariables que pudieran explicar parcial o totalmente los cambios en la función pulmonar. En los análisis longitudinales, se encontró que entre los individuos expuestos al RS durante los 6 meses del seguimiento ocurrió una reducción significativa en el FEP (1.8 litros/minuto por cada mes de exposición; $p = 0.042$) después de ajustar por las covariables de interés. En contraste, esta tendencia no se observó en la zona control ($p = 0.323$). Con la tendencia encontrada, en un año la reducción del FEP en esta población sería de 21,6 litros, lo que equivale a aproximadamente 6% de la función pulmonar de un adulto.

Los estudios de prevalencia del SAPALDIA (Swiss study on Air Pollution And Lung Diseases In Adults), realizados entre adultos no fumadores, encontraron una asociación significativa entre niveles diarios de TSP y NO_2 y una reducción promedio de algunas medidas de la función pulmonar como la capacidad vital forzada (FVC) y el FEV_1 , después de ajustar por variaciones climáticas. De igual forma, investigaciones realizadas en niños y en adultos sintomáticos, encontraron asociación entre la exposición de corto plazo a niveles de polución atmosférica y una reducción pequeña en el FEP y en el VEF_1 . Sin embargo, los estudios transversales pueden no ser apropiados para cuantificar la magnitud de los efectos



a corto plazo (i.e.; < 6 meses) de la exposición a la contaminación del aire sobre la función pulmonar, debido a la necesidad de controlar por potenciales confusores que pueden cambiar en el tiempo^{101 44 108 234 235}.

En adultos, hallazgos similares y significativos han sido encontrados en otros estudios que muestran una disminución en la función pulmonar asociada con elevaciones de largo plazo de partículas en el ambiente. Estos estudios han reportado además que las alteraciones en el FEP han sido encontradas como indicadores sensibles de los efectos agudos de contaminantes como el SO₂ en pacientes con EPOC^{101 234}.

9.1.7. Efectos en la Calidad de Vida Relacionada con Salud

En esta investigación se encontró que la Calidad de Vida Relacionada con Salud (CVRS) en la dimensión de función física es en promedio menor entre los individuos que viven cerca del RSDJ en comparación con los de la zona control, tanto en el análisis de la línea de base como en el análisis longitudinal (i.e.; seguimiento). Adicionalmente, la menor función física estuvo fuertemente asociada a características biológicas como el sexo femenino, la mayor edad, la presencia de síntomas respiratorios y el mayor grado de severidad de la comorbilidad y la discapacidad presentes en estos individuos.

La mediana de función física al momento de la captación fue 9.3 puntos menor en los expuestos en comparación con los controles. Además, en el análisis longitudinal se encontró que los individuos que viven cerca al RSDJ y que tienen comorbilidad o discapacidad de moderada severidad presentan una mayor disminución de la función física (i.e.; en promedio 15.3 puntos) que los de la zona control. Así mismo, durante el seguimiento se observó que un mayor nivel de comorbilidad y discapacidad se ve asociado a una falta de “recuperación” del puntaje de la función física, y en los individuos con compromisos más severos la tendencia es al deterioro de esta dimensión de la CVRS.

Se podría argumentar que los hallazgos de nuestro estudio respecto a los efectos del RS en la función física pueden deberse completamente a la mayor preocupación de las personas que viven en la zona expuesta de que su salud está afectada negativamente por el RSDJ y no a un efecto “real” en la calidad de vida de estos individuos. Sin embargo, la dimensión de la función física, que fue la más fuertemente afectada, fue evaluada con un instrumento ampliamente validado (i.e.; el SF-36) que determina la percepción de los individuos sobre la limitación en las actividades físicas debido a sus problemas de salud y no la percepción de riesgo ante la cercanía del RS.

Adicionalmente, la consistencia en los resultados de los análisis de línea de base y de seguimiento y el hecho de que, acorde con lo referido en la literatura²³⁶, el puntaje de función física se asoció también a características biológicas (el sexo, la edad, la presencia de síntomas respiratorios y la comorbilidad y la discapacidad) son factores que están a favor de la solidez de estos hallazgos.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Así mismo, los hallazgos en función física son coherentes con lo encontrado en la incidencia de enfermedad respiratoria de los mayores de 50 años, porque es de esperar que las personas que viven cerca del RSDJ, dado que tienen más síntomas respiratorios, síndromes respiratorios más severos y un menor flujo espiratorio pico, tengan una función física menor que las personas de la zona control.

Nuestros resultados contradicen, sin embargo, el estudio de McCarron et al. (12) en el que se evaluó la influencia de un relleno sanitario con cromo en la CVRS, medida también a través del SF-36. Luego de ajustar solamente por edad y sexo, estos autores no encontraron diferencias en la CVRS entre individuos expuestos y residentes en la zona control.

No obstante, es posible que en dicho estudio exista una confusión residual que no permita determinar la verdadera asociación entre la exposición al RS y la calidad de vida de los individuos. Específicamente, dado que se reconoce que la CVRS, y en especial la dimensión de función física, están grandemente influenciadas por variables clínicas (como la existencia de comorbilidad y discapacidad) es fundamental que la evaluación de la relación entre la exposición al RSDJ y la función física esté ajustada por estas características del individuo. En nuestro estudio esto se llevó a cabo para prevenir posibles fenómenos de confusión y estimar el efecto directo del RS en la CVRS independientemente de otras variables.

Varios estudios han evaluado la relación entre las condiciones del ambiente y la calidad de vida^{123 124 98 237 126 127 128 129}. El ambiente puede afectar la CVRS a través del aumento de la presencia de enfermedad biológica o a través del aumento de eventos estresantes que se vinculan con la aparición de problemas somáticos.

En el caso de este estudio, se muestra que los individuos mayores de 50 años expuestos al RSDJ están siendo afectados no sólo en términos de una mayor ocurrencia de síntomas respiratorios y de una disminución en el flujo espiratorio pico, sino también en su CVRS.

9.1.8. Impacto auto-percibido en salud

Los resultados del componente cualitativo de la evaluación del impacto del RSDJ en la salud de grupos poblacionales vulnerables en su área de influencia, muestran que los residentes de la zona aledaña a éste perciben que el relleno les afecta negativamente su salud y las condiciones físicas y sociales del sector. Dicha percepción está agravada por las relaciones conflictivas que se han establecido entre las comunidades y las entidades administradoras del relleno, así como también por el desconocimiento del manejo que se hace dentro del relleno de los residuos sólidos y por la consideración de que sólo existe el interés económico en el manejo del mismo. Como beneficio fue indicado que el RSDJ provee empleo, aunque inestable, a algunos habitantes del sector.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Es decir, la comunidad percibe el RSDJ como un riesgo inmediato, definido y directo en distintos ámbitos que se experimenta en el día a día. La exploración cualitativa del impacto auto-percibido del RSDJ es relevante debido a que posibilitó recuperar las opiniones de personas que no participaron en la encuesta cuantitativa (en razón del muestreo o de los criterios de inclusión), permitió recuperar emociones y testimonios que se generan por la percepción de las características del entorno; es decir, se pudo obtener la perspectiva del evento estudiado de parte de quien lo vivencia, lo cual contribuye a complementar los hallazgos cuantitativos del estudio.

Teniendo en cuenta que ha sido documentado que la percepción de las características del lugar de residencia puede ser un determinante de la salud individual, en algunos estudios la percepción de riesgo ha sido evaluada, también, de manera cuantitativa y se ha encontrado como sesgo en los auto-reportes de enfermedad; por tanto, se sugiere que este sesgo sea controlado cuando la medición sólo se puede hacer a través de auto-reporte²³⁸. En el estudio del RSDJ la auto-percepción evaluada cualitativamente fue correspondiente con los reportes de salud encontrados en los resultados cuantitativos.

Por otro lado, la existencia de ladrilleras en la zona aledaña al RSDJ no fue sugerido por los participantes en el estudio cualitativo como un riesgo ambiental, social o para la salud. Lo anterior, puede ser debido a la percepción de tener un problema mayor con el RSDJ por la inmediatez de los mecanismos sentidos como generadores de riesgo: moscas y olores, principalmente, elementos señalados como los que causan más molestias. Es posible también que esto sea debido a las relaciones menos conflictivas que se han tenido con las ladrilleras. Algunos estudios han mostrado que la actitud que se tenga frente a la fuente de inconformidad determina las características y la percepción del impacto reportado subjetivamente^{xi}.

En Japón, donde los conflictos por el establecimiento de infraestructura para el manejo de basuras (rellenos o incineradores) son frecuentes (entre 1991 y 1996 se reportaron cerca de 200 casos de conflictos), se ha sugerido la necesidad de mejorar los mecanismos de comunicación del riesgo, con el objetivo de solucionar los conflictos y lograr la cooperación de las comunidades para la instalación y operación de plantas de manejo de residuos sólidos.

Dicha comunicación es entendida como el intercambio de opiniones e información entre tomadores de decisión (de los sectores públicos y privados) y las comunidades para debatir los riesgos reales basados en mediciones científicas, la percepción del riesgo de la comunidad, costo-efectividad de la infraestructura y sus beneficios, entre otros temas, de tal manera que dicho proceso permita encontrar de manera clara y verdadera la mejor solución al conflicto²³⁹.

En futuros estudios sobre el RSDJ es importante evaluar las fuentes de información de la comunidad, los mecanismos usados por las entidades administradoras del relleno para la



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

difusión de información sobre riesgo a la comunidad y el proceso de comunicación del riesgo que se ha implementado por parte de PROACTIVA o demás entidades que han tenido a su cargo la administración del relleno. Información que sirve como insumo para mejorar la administración misma del relleno.

De acuerdo a lo referido por los habitantes del sector, la seguridad no se ha visto afectada. A diferencia de lo que ha sido la situación de otras experiencias municipales de manejo de residuos sólidos. Por ejemplo en Cali con el Relleno Sanitario de Navarro, este problema se ha asociado a la presencia de personas que se dedican a la recolección de material para reciclar dentro del relleno. En el RSDJ donde no se permite la presencia de trabajadores del reciclaje la seguridad no se ha visto afectada. Sin embargo, la comunidad percibe que dicha prohibición les impide tener una fuente de ingreso. Dado que la forma de contratación entre la Administración Municipal y la Entidad responsable del relleno es por tonelada de basura manejada, dicha prohibición no es bien vista por la comunidad, y por el contrario hace más conflictiva la relación con la administración del RSDJ.

9.2. DEBILIDADES Y FORTALEZAS

Esta investigación enfrentó una serie de retos; algunos se pudieron enfrentar de manera completa, lo que constituye las fortalezas del estudio; otros fueron enfrentados parcialmente lo que plantea debilidades en la investigación. Tanto las fortalezas como las debilidades deben ser tenidas en cuenta a la hora de interpretar los hallazgos.

Una de las debilidades de este estudio es el número de pérdidas en los grupos expuesto y control. En la zona control el porcentaje total de pérdidas en los tres grupos de estudio estuvo alrededor de 40% entre la captación y la última visita, mientras que en la zona expuesta al RSDJ fue de 37% en niños y de 56% en adultos. Las razones de las pérdidas en las dos zonas fueron similares al comienzo del estudio, pero durante las visitas subsiguientes aumentaron en la zona expuesta y estuvieron relacionadas con la expansión del RS y con el rechazo de la comunidad de los Mochuelos al posible ingreso de residuos de otros municipios de Cundinamarca.

Este alto volumen de pérdidas puede ser fuente posible de sesgos, sin embargo existen razones para pensar que el efecto del mismo puede ser despreciable o por lo menos puede preverse solo estaría a favor de las asociaciones descritas. En particular, hay evidencia de que los más enfermos fueron quienes tendieron a dejar de participar en el estudio, y este fenómeno fue visto tanto en la zona expuesta como en la zona control. Lo anterior se observa en la reducción de la incidencia de reporte de síntomas en ambas zonas del estudio. No obstante, dada la similitud en las pérdidas entre las dos zonas esto pudo haber compensado el sesgo de selección entre las zonas, y muy probablemente no afectar la validez de las medidas de asociación estimadas.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Para algunas manifestaciones, por ejemplo para síntomas respiratorios bajos en niños entre 1 y 5 años, se observó que probablemente las pérdidas de individuos enfermos fueron mayores en la zona control, pues la incidencia de este tipo de síntomas disminuyó más que en la zona expuesta (de 29.6 a 8.6% en la zona control; de 26.6 a 17.4% en la zona expuesta). Aunque este sesgo pudo hipotéticamente haber sobre-estimado la magnitud de la asociación, las estimaciones fueron estables después de ajustar por múltiples exposiciones y no mostraron ningún efecto por la exposición al RSDJ.

Es también posible que los cambios en la incidencia de síntomas sean explicables por la ocurrencia de brotes en una etapa del estudio o por estacionalidad en la dinámica de ciertas patologías. Es decir, que los cambios en la incidencia observados no sean consecuencia de unas pérdidas selectivas en algunos grupos de los individuos del estudio, sino a la dinámica de transmisión de algunas enfermedades en la zona. En ese caso, la similitud observada en los cambios estaría a favor de la no existencia de sesgos. Adicionalmente, el ajuste por variables demográficas, sociales y económicas controlaría en parte los efectos que estos potenciales sesgos tendrían en las medidas de asociación.

Otra debilidad de las conclusiones del estudio podría ser la tendencia a sobre-reporte de los eventos adversos entre la población expuesta. Ha sido descrito ampliamente que los individuos que viven cerca de los rellenos sanitarios tienden a reportar con mayor frecuencia la ocurrencia de síntomas respiratorios, irritativos y otros de tipo inespecífico. Sin embargo, este estudio incluyó mediciones de parámetros biológicos, como el flujo espiratorio pico, el peso y la talla, que no estarían sujetos a ese tipo de sesgos. Adicionalmente, se utilizaron instrumentos estandarizados que fueron aplicados por encuestadoras entrenadas en su diligenciamiento.

Es también importante reconocer que a favor de la validez de las conclusiones del estudio están la variedad de eventos que fueron evaluados, y el hecho de que los resultados observados fueron diversos en grados y tipos de asociación. Adicionalmente, los hallazgos son consistentes con lo referido en la literatura para otras exposiciones o covariables evaluadas.

Otra limitante de las conclusiones del estudio está relacionada con la imposibilidad de establecer asociaciones con efectos que puedan ocurrir a más largo plazo, o en otros grupos poblacionales vulnerables. En particular, el aumento de la incidencia de algunos tipos de cáncer o la ocurrencia de malformaciones congénitas requerirían estudios de más largo plazo, poblaciones expuestas de mayor tamaño y la inclusión de otros grupos de población no evaluados en este estudio (por ejemplo: mujeres embarazadas).

En la medición de la exposición ambiental, el estudio incorporó la caracterización de la calidad del aire y del agua en las zonas expuesta y control, pero no pretendió establecer correlaciones temporales entre cambios de los parámetros ambientales y la ocurrencia de



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

los eventos en salud. Esto no permite establecer correlaciones temporales directas entre cambios en la calidad del aire y del agua y la incidencia de enfermedad.

El estudio tampoco midió de manera individual los niveles de exposición a los parámetros ambientales, y fundamentó la caracterización de la exposición en una definición operacional basada en el sitio de residencia y en una caracterización del tiempo de permanencia en la zona. Aunque esto puede ser razón de posibles sesgos, es plausible que la mala clasificación de la exposición que se causó sea de tipo no diferencial; es decir, que los sesgos en la medición de la exposición sean de magnitud similar en las zonas expuesta y control, y que no se asocien a la ocurrencia de los eventos evaluados. Siendo esto altamente probable, los efectos de la mala clasificación serían hacia la subestimación de los efectos, y por tanto, todas las asociaciones positivas que se encontraron podrían ser aún de mayor magnitud.

El estudio tiene además múltiples fortalezas. En primer lugar, el diseño incorporó un amplio espectro de posibles eventos, como efectos biológicos, clínicos y del bienestar de los individuos, y los costos familiares y la auto-percepción de las comunidades sobre el impacto del RS. Se caracterizaron los potenciales contaminantes en los sitios de residencia de la población evaluada, y se verificó que esos mismos contaminantes estuvieran en el RS y que mostraran en algunos casos gradientes de concentración, pues las concentraciones disminuyeron con la mayor distancia al perímetro del relleno.

Para la selección del área control se buscó una localidad similar al área expuesta en términos de las características sociodemográficas y de la existencia de ladrilleras, lo que permitió desde el diseño controlar por potenciales confusores. Adicionalmente, durante el estudio y en el análisis se midieron múltiples covariables y exposiciones potencialmente asociadas a los eventos en salud y se controló en los modelos de regresión múltiple por estas variables con el fin de estimar el efecto directo de la exposición al RSDJ.

El diseño de cohortes permitió incorporar la dinámica de cambio de algunos eventos y evidenció tendencias al deterioro o al no cambio durante las visitas que se llevaron a cabo en los 6 meses del estudio. El seguimiento y la medición repetida de algunas covariables y de los efectos en salud sirvieron además para mejorar el poder estadístico del estudio, cuyo tamaño de muestra había sido fundamentado en la comparación de incidencias acumuladas y no en tasas de incidencia que incorporan la medición de persona-tiempo.

En el análisis de los datos longitudinales, los métodos estadísticos utilizados fueron los apropiados, pues tuvieron en cuenta la correlación de los datos repetidos en el tiempo. Se utilizaron técnicas estadísticas que permitieron determinar la tendencia de cambio e incorporar modificaciones en el tiempo de algunas covariables de interés, como la ocurrencia de otras enfermedades. Además, se llevó a cabo diagnóstico de todos los modelos de regresión.



Finalmente, se llevaron a cabo una serie de actividades en la investigación que permiten aumentar el grado de inferencia en el cual se puede asociar la exposición al RSDJ con los eventos de salud medidos, las cuales se describen a continuación.

a. Elección del tipo de diseño: Se seleccionó un tipo de diseño que permitiera evaluar de mejor manera la asociación causal entre la exposición y el efecto, tal como se menciona en el apartado ‘Diseño’, en el cual se describe el diseño del estudio. Se eligió, por tanto, como diseño un estudio de cohorte debido a que en estos estudios se puede medir la movilidad poblacional y, por tanto, medir con mayor precisión la exposición; se pueden medir además múltiples exposiciones, y esto proporciona la oportunidad de controlar por potenciales confusores y estimar, mediante análisis múltiple, la cantidad de efecto sobre la salud que tiene cada exposición.

b. Medición de la variable de exposición: se estableció una variable ecológica teniendo en cuenta los criterios referidos en el apartado ‘Selección de la zona de estudio’. Se definió como zona expuesta aquella que estuviera dentro de los 2 Km. de distancia del RSDJ, ubicación en la cual, por la topografía, la ubicación de las fuentes de agua y la dirección del viento, se presume la exposición a contaminación atmosférica y del agua, según lo reportado por la literatura²⁴⁰. Además, como criterio de selección del estudio, se estableció que los menores de 5 años y los mayores de 50 permanecieran 80% o más del tiempo en el barrio, con lo que se disminuyó la posibilidad de mala clasificación de la exposición.

c. Medición de las variables de efecto: en el informe final, se menciona que existe acuerdo en que la mayoría de los efectos de los RS sobre la salud humana no se manifiestan de manera predominante en el uso de servicios o en la mortalidad, si no a través de condiciones mórbidas poco severas que a la larga actúan sobre las poblaciones vulnerables; además, se recomienda que la evaluación de los posibles efectos sobre la salud de los RS se realice en grupos poblacionales considerados como vulnerables a los contaminantes que dichos rellenos producen^{241,242,243}. De acuerdo a lo anterior, se tuvo en cuenta como población de estudio a grupos considerados como vulnerables o con mayor probabilidad de presentar efectos adversos por la exposición al relleno sanitario: los menores de 5 años y los mayores de 50. En cada grupo se identificaron unos eventos de interés a evaluar con base en la revisión de la literatura y la discusión con las instituciones locales y la comunidad.

d. Medición de posibles confusores en la relación entre la exposición y los efectos: Para cada evento de interés, tal como se menciona a lo largo del informe final, se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

- Para todos los eventos de interés: sexo, edad, nivel socioeconómico, escolaridad, ocupación, tipo de afiliación, tiempo de vivir en el barrio, condiciones de la vivienda, ubicación urbana/rural, cercanía a ladrilleras.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

- En todos los eventos en niños: lactancia, estado de vacunación, edad, ocupación y educación de los padres
- Peso y talla de menores de 3 años: Talla de la madre.
- Síntomas respiratorios y calidad de vida relacionada con salud en mayores de 50 años: presencia de comorbilidad, presencia de discapacidad, exposición a contaminantes en el trabajo, hábito de fumar.

Además, una de las variables confusoras, la cercanía a ladrilleras, fue considerada también en el diseño del estudio, como se menciona en el apartado ‘Área y población de estudio’ y en la tabla 12 la ubicación de las ladrilleras. Además, en el apartado de ‘Análisis de los datos’ se planteó que la técnica de análisis iba a tener en cuenta de manera sistemática el efecto de la cercanía a las ladrilleras en la asociación entre el RSDJ y los eventos de interés.

Ahora bien, aunque no se hizo una caracterización a profundidad de los procesos de producción de las ladrilleras, de tal forma que se obtuviera una variable más fina de exposición a los contaminantes de las ladrilleras, sí se pudo contar con una variable de exposición ecológica que generó ajustes suficientes en los modelos, tal como se observó en los resultados.

e. Establecimiento de la relación entre la exposición y los efectos, ajustados por los posibles confusores: Los métodos de ajuste utilizados permiten estimar los efectos “directos” de las exposiciones de interés independientemente de los potenciales confusores. Se realizaron análisis ajustados entre la exposición y los efectos, tanto con los datos de captación como con los datos de seguimiento. Los primeros análisis permitieron estudiar dicha relación desde la perspectiva de un estudio de prevalencia; los segundos con una visión longitudinal permitieron ver la ocurrencia de casos nuevos, la agregación de eventos y la tendencia a través del tiempo. La consistencia observada entre las diferentes aproximaciones de análisis es un argumento más a favor de la existencia de relaciones causales.

f. Discusión de los hallazgos a la luz del estado del arte en cuanto a los efectos en salud de los rellenos sanitarios: en el apartado de discusión se presenta para cada efecto medido la revisión de lo que la literatura ha mostrado al respecto y la coherencia de los hallazgos del estudio con los resultados de otros estudios. Además, se plantean los posibles mecanismos mediante los cuales el relleno sanitario puede estar generando los efectos. En la discusión de los hallazgos, los investigadores utilizaron los criterios Hill modificados sobre causalidad: la temporalidad, la fuerza de la asociación, la coherencia con hallazgos de otras investigaciones y la plausibilidad teórica de la asociación. El uso de estos criterios ha sido ampliamente recomendado en epidemiología en general^{244,245,246} y en epidemiología ambiental en particular^{247,248,249}.



10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este estudio, las mediciones en el aire evidencian una mayor contaminación en la zona expuesta. Los niveles de PM_{10} fueron mayores en la zona cercana al relleno, aún cuando para ambas zonas los niveles estuvieron por debajo de la norma. La caracterización de las partículas mostró que en la zona expuesta el patrón de composición de PM_{10} es compatible con los reportes mundiales sobre el tipo de emisiones de los rellenos, mientras que la composición del PM_{10} de la zona control es característica de la combustión de las ladrilleras y del tráfico de vehículos.

Se encontraron también niveles más altos de benceno en la zona expuesta en comparación con la zona control (mediana de 5.52 ppb y de 4.53 ppb, respectivamente) y esta diferencia fue significativa ($p = 0.0001$). El benceno está asociado a procesos de combustión y a procesos de estabilización de los residuos sólidos. Hubo además una tendencia no significativa a mayores niveles de xileno en la zona expuesta.

En las muestras de agua de consumo se observó un alto nivel de coliformes totales en ambas zonas del estudio, aunque mayor en la zona expuesta. Además, en una de las 10 mediciones realizadas, en un punto de la red de distribución de la zona expuesta (Mochuelo Alto), hubo evidencia de *E. coli*; sin embargo, esto no se podría atribuir a contaminación generada por el RSDJ sino que puede ser debida a contaminación por otras fuentes. Asimismo, se observó que el agua de la zona expuesta presentaba su color alterado, característica que si bien puede no causar efectos en salud, genera percepción de riesgo entre la comunidad.

El estudio de cohortes que evaluó el impacto del RSDJ en la salud de los grupos poblacionales vulnerables que viven en su área de influencia mostró algunos efectos negativos sobre la salud de los niños y los adultos mayores. Específicamente, se evidenció que los niños que viven en las comunidades cercanas al RSDJ, cuando se comparan con otros que residen en un área distante o zona control: 1) presentaron valores más bajos en todos sus índices de peso y talla y un deterioro en la velocidad de crecimiento en términos del peso para la talla; 2) presentan con mayor frecuencia síntomas de tipo irritativo; 3) no tienen mayor ocurrencia de síntomas respiratorios bajos, que son más bien atribuibles a la exposición a las ladrilleras de la zona; 4) la prevalencia e incidencia de EDA es semejante a la encontrada en niños que no residen en la zona de influencia del RSDJ y está probablemente más relacionada con la exposición a contaminantes ambientales en el peridomicilio y a factores de comportamiento de la madre; 5) los costos familiares asociados a la resolución de los síntomas respiratorios de los niños fueron menores en la zona expuesta, y posiblemente reflejan un menor poder adquisitivo en comparación con las familias de la zona control; 6) los costos de transporte generados por la atención de síntomas respiratorios fueron mayores que los generados en la zona control.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

Los adultos mayores de 50 años que viven cerca del RSDJ al ser comparados con los de la zona control tuvieron: 1) más síntomas respiratorios, y episodios clínicos de enfermedad pulmonar más severos y crónicos; 2) menor flujo espiratorio pico y una tendencia a disminuir su función pulmonar; 3) deterioro de su calidad de vida en lo concerniente a sus funciones físicas.

Estos efectos están unidos a otras condiciones que afectan negativamente a esta población y que hacen sinergia entre sí. Los individuos de la zona expuesta están en peores condiciones socioeconómicas; por ejemplo, mientras 58% de los adultos de la zona expuesta viven en casas con techos de zinc o plástico, esto sólo ocurre en 15% de las personas de la zona control. Además, de estar cerca del relleno, la cercanía a las ladrilleras aumentó el riesgo de presentar más síntomas respiratorios y un menor flujo pico, constituyéndose las emisiones no controladas de ladrilleras en otro factor que entra a deteriorar el estado de salud de esta población.

Las comunidades ubicadas en la zona de influencia del RSDJ, perciben que éste les afecta negativamente su salud y el ambiente físico y social. Dicha percepción está agravada por las relaciones conflictivas que se han establecido entre las comunidades y las entidades administradoras del relleno, así como también por el desconocimiento del manejo que se hace dentro del relleno de los residuos sólidos y por la consideración de que sólo existe un interés económico en el manejo del mismo. Aunque se reconocen los beneficios del empleo que genera el RSDJ, la comunidad también expresa que éste es inestable.

Los resultados de la evaluación realizada si bien muestran impactos en las condiciones ambientales y de salud medidas de manera objetiva y subjetiva, deben ser comprendidos en el marco de las desventajas históricas socio-económicas en las que viven las poblaciones aledañas al RSDJ. En el estudio cuantitativo se evaluaron y cuantificaron los efectos de la exposición en la salud de la población, encontrándose que ello está en parte mediado por variables relacionadas con la condición socioeconómica (ingreso, afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud, condiciones de la vivienda, nivel educativo) y la presencia de ladrilleras, lo cual muestra una conglomeración de factores de riesgo que hacen a la población residente en la zona de Mochuelo Alto y Bajo más vulnerable frente al RSDJ. En otras palabras, la cercanía al relleno sanitario es uno entre varios factores de riesgo a los cuales está expuesta esta población.

En ese mismo sentido, al parecer el proceso de urbanización no planificado que ha vivido la zona en torno al RSDJ, ha posibilitado la presencia de población en áreas que no fueron concebidas como zonas residenciales. Por lo tanto, la comunidad presenta desventajas en acceso a servicios públicos (teléfono y alcantarillado completo), transporte público, espacios de recreación, etc. lo que contribuye objetiva y subjetivamente a impactar su salud y la percepción que tienen sobre ella.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

En el ámbito metodológico, los estudios epidemiológicos han avanzado en reconocer o identificar los lugares donde probablemente existe riesgo ambiental para la salud; sin embargo, el reto mayor está en establecer la ruta de exposición para conocer mejor el riesgo, o en establecer la relación causal entre el elemento tóxico al que se está expuesto y el problema de salud¹²⁸. Es necesario hacer estudios prospectivos complementarios de mayor duración, e incorporar diseños alternativos, con aproximaciones que incluyan la medición de la exposición individual y estudios de tipo socio-ecológico.

Adicionalmente, para el caso particular del RSDJ y en el caso general del país, es necesario conocer cómo está la situación de justicia y equidad ambiental y su relación con inequidades en otros ámbitos, como por ejemplo, en salud o en empleo. Por lo tanto, desde una perspectiva de salud pública es necesario tener evidencia local para mostrar si en verdad son las poblaciones de zonas urbanas con menores ingresos las más expuestas a infraestructuras dañinas (Rellenos sanitarios, fábricas, incineradores, tráfico automotor pesado) como diferentes estudios lo han mostrado en otros contextos²⁵⁰ y continuar investigando los impactos en salud de dichas infraestructuras.

En otras palabras, dada la relación establecida entre salud y ambiente, desde una perspectiva de salud pública es necesario no sólo considerar que los lugares saludables deben estar libres de tóxicos ambientales, si no también que deben estar bien diseñados, ser atractivos y ser funcionales para la población que allí habita, trabaja o se recrea.

Las recomendaciones orientadas a la reducir los efectos del RSDJ sobre la salud de la comunidad ubicada en su área de influencia podrían ser clasificadas como de corto y largo plazo. En el corto plazo, deberían fortalecerse las medidas técnicas efectivas orientadas a monitorear y controlar las emisiones del RSDJ al aire y al agua. Específicamente, deberían implementarse medidas para disminuir los niveles de PM₁₀ en las zonas vecinas y continuar con el aislamiento de las membranas del relleno para evitar la contaminación del agua.

Se recomienda adicionalmente monitorear de manera regular la percepción de riesgo de la población frente al RSDJ, con el fin de implementar o mejorar los procesos de la comunicación del riesgo. Esto implica que la comunidad entienda completamente el riesgo que representa estar cerca del Relleno, que los administradores del RSDJ reconozcan la percepción de riesgo que tiene la comunidad; que se involucre a las comunidades en las decisiones que tienen que ver con su ambiente y su salud; que se avance en el mejoramiento de las relaciones entre ambas partes sobre la base de la confianza mutua, y que se tomen las decisiones técnicas necesarias para disminuir el impacto del RSDJ en la salud y en el ambiente.

Además, también es importante implementar acciones orientadas a mejorar las condiciones de vida de esta población en coherencia con los planes de intervención que para tal fin tiene Bogotá. En relación con las ladrilleras, es preciso realizar acciones tendientes a controlar las emisiones al aire que éstas generan.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

En el largo plazo, es importante tener en cuenta que muchos de los problemas asociados a los contaminantes de los rellenos sanitarios se eliminan si su ubicación se establece en una zona no habitada y se evita el poblamiento posterior alrededor de un perímetro de 2 km del mismo. Además, se ha establecido que los rellenos sanitarios clausurados siguen produciendo contaminantes por varias décadas más y la exposición continuaría generando sus efectos sobre la salud.

Por otro lado, la decisión sobre la ubicación de nuevos rellenos sanitarios debe tener en cuenta principios de equidad ambiental, ya que se ha mostrado que cuando se georeferencian problemas ambientales, se encuentra que son las comunidades pobres, rurales y pertenecientes a minorías étnicas las que están mayormente expuestas.

Estas recomendaciones implican un trabajo coordinado entre la entidad operadora del relleno, los propietarios de las ladrilleras, las autoridades de salud y la comunidad en general.



11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environ Health Perspect* 2000; 108: 101–12.
- 2 Fielder HMP, Poon-King CM, Palmer CR, Moss N, Coleman G. Assessment of impact on health of residents living near the Nant-y-Gwyddon landfill site: retrospective análisis. *BMJ* 2000;320:19–23.
- 3 Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L. Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. *BMJ* 2001;323:363–8.
- 4 Stehr-Green PA, Burse VW, Welty E. Human exposure to polychlorinated biphenyls at toxic waste sites: investigations in the United States. *Arch Environ Health* 43:420-424 (1988).
- 5 Janerich DT, Burnett WS, Feck G, Hoff M, Nasca P, Polednak AP, Greenwald P, Vianna N. Cancer incidence in the Love Canal area. *Science* 212:1404-1407 (1981).
- 6 Najem GR, Strunck T, Feuerman M. Health effects of a Superfund hazardous chemical waste disposal site. *Am J Prev Med* 10:151-155 (1994).
- 7 Paigen B, Goldman LR, Highland JH, Magnant MM, Steegman AT. Prevalence of health problems in children living near Love Canal. *Haz Waste Haz Mat* 2:23-43 (1985).
- 8 Logue JN, Fox JM. Residential health study of families living near the Drake Chemical Superfund site in Lock Haven, Pennsylvania. *Arch Env Health* 41:222-228 (1986).
- 9 Ozonoff D, Colten ME, Cupples A, Heeren T, Schatzin A, Mangione T, Dresner M, Colton T. Health problems reported by residents of a neighborhood contaminated by a hazardous waste facility. *Am J Ind Med* 11:581-597 (1987).
- 10 Lipscomb JA, Goldman LR, Satin KP, Smith DF, Vance WA, Neutra RR. A follow-up study of the community near the McColl waste disposal site. *Environ Health Perspect* 94:15-24 (1991).
- 11 Hertzman C, Hayes M, Singer J, Highland J. Upper Ottawa street landfill site health study. *Environ Health Perspect* 75:173-195 (1987).
- 12 Baker D, Greenland S, Mendlein J, Harmon P. A Health study of two communities near the Stringfellow waste disposal site. *Arch Environ Health* 43:325-334 (1988).
- 13 Dunne MP, Burnett P, Lawton J, Raphael B. The health effects of chemical waste in an urban community. *Med J Austr* 152:592-597 (1990).
- 14 Rushton L. Health hazards and waste management. *British Medical Bulletin* 2003; 68: 183–197.
- 15 Rushton L and Elliott P. Evaluating evidence on environmental health risks. *British Medical Bulletin* 2003; 68: 113–128.
- 16 Contraloría de Bogotá D.C. Dirección Recursos Naturales Y Medio Ambiente, “Plan de Auditoría Distrital – PAD”, Auditoría Gubernamental con Enfoque Integral Modalidad Especial, al proceso de Disposición Final de Residuos Sólidos en el Relleno Sanitario Doña Juana en el periodo comprendido entre el 1º de enero y el 31 de agosto de 2002. www.contraloria.dfa.pdf.
- 17 Héctor Collazos Peñaloza, “Deslizamiento de Basura en el Relleno Sanitario Doña Juana”, XXVI Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Lima - Perú, noviembre 2 al 6 de 1998. Oficina Sanitaria Panamericana Organización Mundial de la Salud.
- 18 UESP Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos, Bogotá D.C. www.uesp.gov.co.
- 19 Tchobanoglous, G; Theisen H; Vigil Ss. Gestión integral de residuos sólidos. Vol. I-II. McGrawHill. Madrid, 1994.
- 20 INE – Instituto Nacional de Ecología de México. Implicaciones de la contaminación del suelo por residuos y enfoques preventivos. Impactos ambientales de las actividades antropogénicas. En: www.ine.gob.mx Última Actualización: 31/03/2005.
- 21 LaGrega M.; Buckingham P.; Evans J. Gestión de Residuos Tóxicos. Tratamiento, Eliminación y Recuperación de Suelos. McGrawHill, Madrid, 1996.
- 22 California Waste Management Board, Landfill Gas Characterization. California Estate, Sacramento, October 1988.
- 23 http://europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/htmlu/landgas.html



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

-
- 24 Federal Regulations 38706, July 19, 1999. Environmental Protection Agency of USA
- 25 Federal Regulations 66672. Nov. 7, 2000. Environmental Protection Agency of USA.
- 26 Ullas H., Tsan-Chang C., Shang-Shyng Y. Methane and carbon dioxide emission from Shan-Chu-Ku landfill site in northern Taiwan. National Taiwan University, March 2003. Lee F. G., P.E., and Jones-Lee A. Impact of Municipal and Industrial Non-Hazardous Waste Landfills on Public Health and the Environment: An Overview. El Macero, CA 95618. Comparative Risk Project, CEPA, May (1994).
- 27 Ballester D. F.; Tenías J.M.; Perez H.S. Efectos de la Contaminación Atmosférica Sobre la Salud una Introducción. Rev. Esp. Salud Pública 1999: 73: 109-121, No 2.
- 28 Nevers De N. Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. McGrawHill. México, 1998.
- 29 Scheutz, C.; Mosbæk, H.; Kjeldsen, P. Bioremediation and Biodegradation. Attenuation of Methane and Volatile Organic Compounds in Landfill Soil Covers. Technical Reports. Technical University of Denmark, Environment & Resources. Environ. Qual. 33:61-71 (2004).
- 30 INTERACTION PROFILE FOR Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylenes (BTEX) U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. May 2004.
- 31 Finlayson-Pitts, B.J.; Pitts J. N. Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere. Theory, Experiments and Applications. Orlando (USA), 2000.
- 32 Sánchez, C., C. Evaluación de Índices de Exposición en el Estudio de Efectos a la Salud por Contaminantes Atmosféricos del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Centro Nacional de Salud Ambiental, México 1998.
- 33 Ballester D. F.; Tenías J.M.; Perez H.S. Efectos de la Contaminación Atmosférica Sobre la Salud una Introducción. Rev. Esp. Salud Pública 1999: 73: 109-121, No 2.
- 34 Van Leeuwen, X. R. Safe Drinking Water: the Toxicologist's Approach F. WHO European Centre for Environment and Health, Bilthoven Division, PO Box 10, 3730-AA De Bilt, The Netherlands. Food and Chemical Toxicology 38 (2000) S51±S58
- 35 Van Leeuwen, X. R. Safe Drinking Water: the Toxicologist's Approach F. WHO European Centre for Environment and Health, Bilthoven Division, PO Box 10, 3730-AA De Bilt, The Netherlands. Food and Chemical Toxicology 38 (2000) S51±S58
- 36 Fundación Mapfre. Manual de Contaminación Ambiental. Editorial Mapfre S.A. Madrid, 1994.
- 37 Métodos de medición de riesgos para la salud generados por la exposición a sustancias peligrosas liberadas por rellenos sanitarios. Informe de una reunión de la OMS. LODZ, Polonia. Abril, 2000.
- 38 Saneamiento y Cierre de Botaderos a Cielo Abierto. Ministerio del Medio ambiente. Publicación financiada con recursos del Crédito BIRF-3973-CO, Programa de Fortalecimiento Institucional para la Gestión Ambiental Urbana – FIGAU, 2000.
- 39 Krantz A., Tupper R. Hazardous Wastes Sites and Human Health. Health Effects Review. Volume 3 Issue 3 August 1999.
- 40 Vrijheid M., Armstrong B. Potential effects of Landfill on Human Health. Environmental Epidemiology Unit, Department of Public Health & Policy' London School of Hygiene & Tropical Medicine. Report for NW Environment Agency; 1998.
- 41 Pheby D., Grey M., Giusti L. Waste management and public health: the state of the evidence. Impact on human health. Center for research in Environmental Systems, Pollution and Remediation, University of West England, 2002.
- 42 www.swpho.org.uk. Waste Management and Public Health: the State of the Evidence. Unit of Applied Epidemiology. South West Public Health Observatory, 2002.
- 43 <http://www.defra.gov.uk/>. Review of Environmental and Health Effects of Waste Management: Municipal Solid Waste and Similar Wastes by Enviro Consulting Ltd and University of Birmingham, with Risk and Policy Analysts Ltd, Open University and Maggie Thurgood Department for Environment, Food and Rural Affairs, U.K., 2003.
- 44 Briggs D. Environmental pollution and the global burden of disease. British Medical Bulletin 2003;68: 1–24.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

-
- 45 Armstrong T., Hushka L., Tell J., Zaleski R. A Tiered Approach for Assessing Children's Environmental Health Perspectives, 2000; 108(6).
- 46 Daston G., Faustman E., Ginsberg G. et al. A Framework for Assessing Risks to Children from Exposure to Environmental Agents. Environmental Health Perspectives, 2004; 112(2).
- 47 Collman G. Branum A., The National Children's Study of Environmental Effects on Child Health and Development The National Children's Study Interagency Coordinating Committee, Infant and Child Health Studies Branch, National Center for Health Statistics, Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Environmental Health Perspectives, 2003; 111(4).
- 48 Landrigan P., Children As A Vulnerable Population. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 2004; 17(1): 175 — 177.
- 49 Cohen E., Sheldon L., Burke J. et al., Assessment: A Review of Factors Influencing Children's. Exposure, and the Data Available to Characterize and Assess That Exposure. Environmental Health Perspectives, 2000; 108 (6).
- 50 Muzzo S., Normal and Abnormal Growth of the Child and the Adolescent. Rev Chil Nutr Vol. 30, N1, Abril 2003.
- 51 Black M., Krishnakumar A., Predicting Longitudinal Growth Curves of Height and Weight Using Ecological Factors for Children with and without Early Growth Deficiency. J. Nutr. 129: 539S–543S, 1999.
- 52 Torres A., Peterson K., Souza A., et al. Association of diarrhoea and upper respiratory infections with weight and height gains in Bangladeshi children aged 5 to 11 years. Bulletin of the World Health Organization, 2000, 78 (11).
- 53 Onyango A., Esrey S., Kramer M. Continued breastfeeding and child growth in the second year of life: a prospective cohort study in western Kenya. The Lancet, Vol 354. December 11, 1999.
- 54 Karmaus W., Asakevich S., Indurkha A., Witten J., Childhood growth and exposure to dichlorodiphenyl-dichloroethene and polychlorinated biphenyls. J Pediatr 2002;140:33-9.
- 55 Jedrychowski W., Maugeri U., Jedrychowska I. Body Growth Rate in Preadolescent Children and Outdoor Air Quality. Environmental Research Section A 90, 12-20 (2002).
- 56 El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Informe Técnico de la OMS, 1995:190-300.
- 57 Gorstein J., Sullivan K., Yip R., de Onis M., Trowbridge F., Fajans P., Clugston G. Issues in the assessment of nutrition status using anthropometry. Bull WHO 1994;72(2):273-83.
- 58 Committee on Asthma and Indoor Air Quality Institute of Medicine. Cleaning the air: asthma and indoor air exposure. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- 59 Rosenstreich D., Eggleston P., M MK, et al. The role of cockroach allergy and exposure to cockroach allergen in causing morbidity among inner-city children with asthma. N Engl J Med 1997;336:1356–63.
- 60 Ingram J., Sporik R., Rose G, et al. Quantitative assessment of exposure to dog (Can f 1) and cat (Fel d 1) allergens: relation to sensitization and asthma among children living in Los Alamos, New Mexico. J Allergy Clin Immunol 1995;96:449-56.
- 61 Eggleston P., Buckley T., PN Breyse PN et al. The environment and asthma in U.S. inner cities. Environ Health Perspect 1999;107:439-50.
- 62 Platts-Mills T., Vervloet D., WR WT, et al. Indoor allergens and asthma: report of the Third International Workshop, Cuence, Spain. J Allergy Clin Immunol 1997;97:1079-84.
- 63 Park J., Gold D., DL DS, et al. House dust endotoxin and wheeze in the first year of life. Am J Respir Crit Care Med 2001;163:322-8.
- 64 Alho O., Koivu M., Sorri M., Rantakallio P. Risk factors for recurrent acute otitis media and respiratory infection in infancy. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 1990;19:151-161.
- 65 Porro E., Calamita P., I IR, et al. Atopy and environmental factors in upper respiratory infections: an epidemiological survey on 2304 school children. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 1992;24:111-120.
- 66 Pandey M., Neupane R., Gautam A., Shrestha B. Domestic smoke pollution and acute respiratory infections in a rural community of the hill region of Nepal, Volume 15, Issues. Environment International 1989;15:337-340.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

-
- 67 Cashat-Cruz M, Morales-Aguirre J, Mendoza-Azpiri M. Respiratory tract infections in children in developing countries. *Semin Pediatr Infect Dis* 2005;16:84-92.
- 68 Duellien-Skorge T, Eagan TML, Eide GE, Gulsvik A, Bakke PS. Indoor exposures and respiratory symptoms in a Norwegian community sample. *Thorax* 2005;60.
- 69 Hatt L, Waters H. Determinants of child morbidity in Latin America: A pooled analysis of interactions between parental education and economic status. *Social Science & Medicine* 2006;62:375–386.
- 70 Simoni M, Lombardi E, Berti G, et al. Mould/dampness exposure at home is associated with respiratory disorders in Italian children and adolescents: the SIDRIA-2. Study. *Occup Environ Med* 2005;62:616–622.
- 71 Medina S, Plasencia A, Ballester F. European cities in 19 10 Apheis: public health impact of PM. *J. Epidemiol. Community Health* 2004;58:831-836.
- 72 Pinter A, Rudnai P, Sarkany E, Goczán M, Paldy A. Air pollution and children's respiratory morbidity in the Tata area, Hungary. *Cent. Eur J Public Health* 1996;4:Suppl:17-20.
- 73 Wong T, Wun Y, Yu T, Tam W, Wong C, Wong A. Air pollution and general practice consultations for respiratory illnesses. *J Epidemiol Community Health* 2002;56:949-950.
- 74 Pino P, Walter T, Oyarzun M, Villegas R, Romieu I. Fine Particulate Matter and Wheezing Illnesses in the First Year of Life. *Epidemiology* 2004;15:702-708.
- 75 Bin B, Jalaludin A, O'Toole B, Leeder S. Acute effects of urban ambient air pollution on respiratory symptoms, asthma medication use, and doctor visits for asthma in a cohort of Australian children. *Environmental Research* 2004;32–42.
- 76 Lanata C, Rudan I, Boschi-Pinto C, et al. Methodological and quality issues in epidemiological studies of acute lower respiratory infections in children in developing countries. *International Journal of epidemiology* 2004;33:1362-1372.
- 77 Anand V. Epidemiology and economic impact of rhinosinusitis. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 2004;193:3-5.
- 78 Austin J, Selvaraj S, Russell G. Childhood asthma in the Highlands of Scotland - morbidity and school absence. *Scott Med J* 2004;49:18-21.
- 79 Crystal-Peters J, Neslusan C, Smith M, Togias A. Health care costs of allergic rhinitis-associated conditions vary with allergy season. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2002;89:435-6.
- 80 Stevens C, Turner D, Kuehni C, Couriel J, Silverman M. The economic impact of preschool asthma and wheeze. *Eur Respir J* 2003;21:1000-1006.
- 81 Hernández-Cadena L, Téllez-Rojo M, Sanín-Aguirre L, Lacasaña-Navarro M, Campos A, Romieu I. Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Salud Pública de México* 2000;42:288-297.
- 82 Popkin B. A household framework for examining the social and economic consequences of tropical diseases. Geneva: UNDP/World Bank/WHO, 1994.
- 83 Drummond M, Stoddart G, Torrance G. Métodos para la evaluación económica de programas de atención de la salud. Madrid: Díaz de Santos, 1991.
- 84 Hoch J, Dewa C. An introduction to economic evaluation: what's in a name? *Can J Psychiatry* 2005;50:159-166.
- 85 Wijewardene, K., P. Fonseka, et al. (1992). "Risk factors contributing to acute diarrhoeal disease in children below five years." *Ceylon Med J* 37(4): 116-9.
- 86 Dikassa, L., N. Mock, et al. (1993). "Maternal behavioural risk factors for severe childhood diarrhoeal disease in Kinshasa, Zaire." *Int J Epidemiol* 22(2): 327-33.
- 87 GASCON, J., M. VARGAS, et al. (2000). "Diarrhea in Children under 5 Years of Age from Ifakara, Tanzania: a Case-Control Study." *JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY*: 4459-62.
- 88 Bozkurt, A. I., S. Ozgur, et al. (2003). "Association between household conditions and diarrheal diseases among children in Turkey: A cohort study." *Pediatrics International* 45(4): 443-451.
- 89 Nakaji, S., M. Matzuzaka, et al. (2004). "A population-Based study on Defecatory Conditions in Japanese subjects: methods for self-evaluation." *Tohoku J Exp. Med* 203: 97-104.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

-
- 90 Regoa, R., L. Moraesb, et al. (2005). "Diarrhoea and garbage disposal in Salvador, Brazil." Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 99: 48-54.
- 91 Ethelberg, S., B. Olesen, et al. (2006). "Risk factors for diarrhea among children in an industrialized country." Epidemiology 17(1): 24-30
- 92 Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P.F., Zepeda, F., 1997. Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe. Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana, Washington DC, Serie Ambiental, No. 18, pp.97—107.
- 93 Limpurb, 1999. Relatorio Técnico: Caracterizacáo dos Resíduos Sólidos Domiciliares da Cidade de Salvador. Empresa de Limpeza Urbana, Salvador.
- 94 Heller, L. and C. Catapreta (2003). "Solid waste disposal in urban areas and health--the case of Belo Horizonte, Brazil." Waste Manag Res 21(6): 549-56.
- 95 Lalonde M. A New Perspective on the Health of Canadians. Ottawa, Health and Welfare Canada, 1974.
- 96 Lalonde M, New perspective on the health of Canadians: 28 years later. Pan Am J Public Health 2002; 12(3).
- 97 Monge A, La conceptualización de la salud en el modelo de atención del sistema nacional de salud. Centro de desarrollo estratégico e Información en salud y seguridad social (CENDEISS) 2004.
- 98 McCarron P, Harvey I, Brogan R, Peters T. Self reported health of people in an area contaminated by chromium waste: interview study. British Medical Journal. 2000; 320: 11-15.
- 99 Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L. Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. BMJ 2001;323:363–8.
- 100 Harrison R. Hazardous waste landfill sites and congenital anomalies. www.occenvmed.com
- 101 Zemp E, Elsasser S, Schindler C, Künzli N, et al. long term ambient air pollution and respiratory symptoms in adults (SAPALDIA study). Am J Respir Crit Care Med 1999; 159: 1257-1266.
- 102 Neuberger M, Schimek M, Horak JR, Moshammerb H, Kundib M, et al. Acute effects of particulate matter on respiratory diseases, symptoms and functions: epidemiological results of the Austrian Project on Health Effects of Particulate Matter (AUPHEP). Atmospheric Environment. 2004; 38: 3971–3981.
- 103 Briggs D. Environmental pollution and the global burden of disease. British Medical Bulletin 2003; 68: 1–24.
- 104 Hoek G, Wypij D, Brunekreef B. Self-reporting versus parental reporting of acute respiratory symptoms of children and their relations to pulmonary function and air pollutions. Internacional Journal of Epidemiology 1999; 28:293-299.
- 105 Katsouyanni K. Ambient air pollution and health. British Medical Bulletin 2003; 68: 143–156.
- 106 Sunyer J. Urban air pollution and chronic obstructive pulmonary disease: a review. Eur Respir J 2001; 17: 1024–1033.
- 107 Jalaludin B, Brian A, O’Toole A, Leederd S. Acute effects of urban ambient air pollution on respiratory symptoms, asthma medication use, and doctor visits for asthma in a cohort of Australian children. Environmental Research 2004; 95: 32–42
- 108 Boezen H, Van der Zee H, Postma D, Vonk J, Gerritsen J, Hoek G, Brunekreef B, Rijcken B, Schouten J. Effects of ambient air pollution on upper and lower respiratory symptoms and peak expiratory flow in children. The lancet 1999; 353:874-878.
- 109 Chauhan A, Johnston S. Air pollution and infection in respiratory illness. British Medical Bulletin 2003; 68: 95–112.
- 110 Maître A, Collot-Fertey D, Anzivino L, Marques M, Hours M, Stoklov M. Municipal waste incinerators: air and biological monitoring of workers for exposure to particles, metals, and organic compounds. Occup. Environ. Med. 2003; 60: 563-569.
- 111 H`ppee P, Petersb A, Rabea G, Pramla G, Lindnera J, Jakobic G, et al. Enviromental ozone effects in different population subgroups. Int. J. Hyg. Environ. Health 2003; 206: 505- 516.
- 112 McNamee R, Does exposure to landfill waste harm the fetus?. Perhaps, but more evidence is needed. 2001;323:351–352.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

- 113 Ralph J. Delfino A, Henry A, Gong B, Linn W, Pellizzaric D. Respiratory symptoms and peak expiratory flow in children with asthma in Relation to volatile organic compounds in exhaled breath and ambient air. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 2003; 13: 348–363.
- ¹¹⁴ Gregg A, Nunn AJ. Peak expiratory flow in normal subjects. *Br med J* 1973; 3:382-384.
- ¹¹⁵ Stocks J, Quanjer P.H. Reference values for residual volume, functional residual capacity and total lung capacity. ATS workshop on lung volume measurements. Official statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1995; 8: 492-506.
- ¹¹⁶ Ruffin R. Peak expiratory flow (PEF) monitoring. *Thorax* 2004; 59: 913-914
- ¹¹⁷ Jackson H, Hubbard R. Detecting Obstructive pulmonary disease using peak flow rate: cross sectional survey. *BMJ* 2003;327;653-654.
- ¹¹⁸ Tilvis R, Valvanne J, Sairanen S, Sovijärvi A. Peak expiratory flow is a prognostic indicator in elderly people. *BMJ* 1997;314:605.
- ¹¹⁹ Künzli N, Zemp E, Perruchoud A, Brändli O. Peak Flow Variability in the SAPALDIA Study and Its Validity in Screening for Asthma-related Conditions. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:427–434.
- ¹²⁰ Bellia V, Pistelli F, Giannini D, Scichilone N, Catalano F, Spatafora M. Questionnaires, spirometry and PEF monitoring in epidemiological studies on elderly respiratory patients. *Eur Respir J* 2003; 21: Suppl. 40, 21s–27s.
- 121 Stehr-Green PA, Burse VW, Welty E. Human exposure to polychlorinated biphenyls at toxic waste sites: investigations in the United States. *Arch Environ Health* 43:420-424 (1988).
- 122 Editorial. Environment and quality of life. *Revue européenne de psychologie appliquée*. Article in press. 2006.
- 123 Moser G, Robin M. Environmental annoyances: an urban-specific threat to quality of life? *Revue européenne de psychologie appliquée*. Article in press. 2006.
- 124 Welsch H. Environment and happiness: Valuation of air pollution using life satisfaction data. *Ecological Economics*. Article in press. 2005.
- 125 Horelli L. Environmental human-friendliness as a contextual determinant for quality of life. *Revue européenne de psychologie appliquée*. Article in press. 2006.
- 126 Dunstana F, Weaverb N, Arayad R et al. An observation tool to assist with the assessment of urban residential environments. *Journal of Environmental Psychology* 25 (2005) 293–305.
- 127 Chapman MV. Neighborhood quality and somatic complaints among American youth. *Journal of Adolescent Health* 36 (2005) 244–252.
- 128 Bevc CA, Marshall BK, Picou S. Environmental justice and toxic exposure: Toward a spatial model of physical health and psychological well-being. *Social Science Research*. Article in press. 2006.
- 129 Somerville M, Barton A, Foy C, Basham M. From Local Concern to Randomised Trial: The Watcombe Housing Project. Society for Social Medicine and the International Epidemiological Association European Group. Abstracts of oral presentations. www.jech.com.
- 130 Sallis J, Cervero R, Ascher W, Henderson K, Kraft MK, Kerr J. An ecological approach to creating active living communities. *Annu. Rev. Public Health* Sep 2005.
- 131 Cummins S, Macintyre S, Davidson Sh, Ellaway A. Measuring neighbourhood social and material context: generation and interpretation of ecological data from routine and non-routine sources. *Health & Place* 11 (2005) 249-260
- 132 Collins JW. Infant Health: Race, Risk, and Residence In *Neighborhoods and Health*. Edited by Ichiro Kawachi and Lisa F. Berkman. Oxford University Press 2003.
- 133 Kawachi I, Berkman L. Introduction. In *Neighborhoods and Health*. Edited by Ichiro Kawachi and Lisa F. Berkman. Oxford University Press 2003
- 134 Macintyre S, Ellaway A. Neighbourhoods and Health: An Overview In Kawachi I, Berkman L. *Neighborhoods and Health*. Oxford University Press. New York. 2003.
- 135 Pikora T, Giles-Corti B, Bull F, Jamrozik K, Donovan R. Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. *Social Science & Medicine* 56 (2003) 1693-1703



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

-
- 136 Cheadle A et al. Community level comparisons between the grocery store environment and individual grocery practices. *Preventive Medicine* 1991; 20: 251
- 137 Henry R, Yongsheng Z, Jun D. Municipal solid waste management challenges in developing countries-Kenyan case study. *Waste Management* 26(2006)92-100
- 138 Rahardyan B, Matsuto T, Kakuta Y, Tanaka N. Resident's concerns and attitude towards Solid Waste Management facilities. *Waste Management* 24 (2004) 437-451
- 139 Schneiders J, Drukker M, Van der Ende J, et al. Neighborhoods socioeconomic disadvantage and behavioural problems from late childhood into early adolescence. *J Epidemiol Community Health* 2003;57:699-703.
- 140 Lima ML Marques S. Towards successful social impact assessment follow-up: a case study of psychosocial monitoring of a solid waste incinerator in the North of Portugal. *Impact Assessment and Project Appraisal* September 2005
- 141 De Cássia Rita, Barreto M, Larrea Killinger Cristina. O que é lixo afinal? Como pensam mulheres residentes na periferia de um grande centro urbano. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 18(6):1583-1592, nov-dez, 2002
- 142 Kitsantas P, Kitsantas A, Traves R. Occupational exposures and associated health effects among sanitation landfill Employees. *Environmental Health*, Dec 2000
- 143 Howel D, Moffat S, Bush J, Dunn C, Prince H. Public views on the links between air pollution and health in Northeast England *Environmental Research* 91 (2003) 163-171
- 144 Weber JM, Hair J, Oseph F, Fowler C. Developing a Measure of Perceived Environmental Risk. *The Journal of Environmental Education*, 2000, Vol. 32 No. 1 28-35
- 145 Ezzati M, Utzinge J., Cairncross S, Cohen A, Singer B. Environmental risks in the developing world: exposure indicators for evaluating interventions, programmes, and policies. *Epidemiol. Community Health* 2005;59;15-22
- 146 Brown Ph. Race, Class, and Environmental Health: A Review and Systematization of the Literature. *Environmental research* 69, 15-30 (1995)
- 147 Maantay J. Mapping Environmental Injustices: Pitfall and Potential of Geographic Information Systems in Assessing Environmental Health and Equity. *Environmental Health Perspectives*. Vol 110 Supplement 2 April 2002.
- 148 Diggle P., Liang K., Zeger S. *Analysis of Longitudinal Data*. Oxford, 1994.
- 149 Frank PI, Wicks PD, Hazell ML, Linehan MF, Hirsch S, Hannaford PC, Frank TL. Temporal change in the prevalence of respiratory symptoms and obstructive airways disease 1993-2001. *Br J Gen Pract*. 2005; 55(517):596-602.
- 150 Lundback B, Stjernberg N, Nystrom L, Forsberg B, Lindstrom M, et al. Epidemiology of respiratory symptoms, lung function and important determinants. Report from the Obstructive Lung Disease in Northern Sweden Project. *Tuber Lung Dis*. 1994;75(2):116-126.
- 151 Tabak C, Smit HA. Bronchial symptoms and obstruction: recent prevalence and short-term trends (1993-1997) in adults in the Netherlands. *Ned Tijdschr Geneesk*. 2001 ;145(50):2429-34.
- 152 Barbee RA, Halonen M, Kaltenborn WT, Burrows B. A longitudinal study of respiratory symptoms in a community population sample. Correlations with smoking, allergen skin-test reactivity, and serum. *Chest*. 1991;99(1):20-26
- 153 David E, Raoul B, Synnove F, William, et al. Long-term particulate and other air pollutants and lung function in nonsmokers. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158:289-298.
- 154 Schindler C, Künzli N, Bongard JP, Leuenberger P, Karrer W, Rapp R, et al. Short- term variation in air pollution and average lung function among never-smokers. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001; 163: 356-361.
- 155 "Estudio de Impacto Ambiental. Relleno Sanitario Doña Juana Zona VIII" Gestión & Desarrollo S.A. y PROACTIVA ESP. S.A. Bogotá, septiembre del 2000.
- 156 National Air Pollution Surveillance Network Quality Assurance and Quality Control Guidelines. Report Series No. PMD 95-8, Environmental Technology Centre Pollution Measurement Division. Canada, December 1995.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

-
- 157 Proyecto: monitoreo de gases, Universidad Nacional, 2004
- 158 Code Federal Regulation. CFR 40, Subchapter C Parts 50 to 99. Air Programs. May, 1996 edition of Government Institutes. CFRs on CD ROM.
- 159 Alonso J, Regidor E, Barrio G, et al. Valores poblacionales de Referencia de la versión española del Cuestionario de Salud SF-36. Medicina Clínica (Barc) 1998.
- 160 Veschuren JM. Case study as Research strategy: some ambiguities and opportunities. Int. J. Social Research Methodology. 2003;6(2):121-139.
- 161 Hosmer D, Lemeshow S. Applied logistic regression. John Wiley & Sons. 1989.
- 162 Sheskin DJ. Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures. 2nd edition. Chapman & Hall/CRC; Boca Raton-London-New York-Washington; 2000.
- 163 Healy MJR, Yang M, Tanner JM, Zumrawi FY. The use of short term increments in length to monitor growth in infancy. En Linear Growth Retardation in less developed countries. Ed JC Waterlow 1988 pag 41-45. Raven Press NY.
- 164 Marshall WA. Evaluation of growth rate in height over periods of less than a year. Arch. Dis.Child 1971. 48:414-420.
- 165 Sheskin DJ. Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures. 2nd edition. Chapman & Hall/CRC; Boca Raton-London-New York-Washington; 2000.
- 166 Patrick DL, Deyo RA. Generic and Disease-Specific Measures in Assessing Health Status and Quality of Life.
- 167 Bullinger M, Alonso J, Apolone G. et al. Translating Health Status Questionnaires and Evaluating Their Quality: The IQOLA Project Approach. J Clin Epidemiol. 1998;51(11):913-923.
- 168 Alonso J, Prieto L, Ferrer M, et al. Testing the Measurement Properties of the Spanish Version of the SF-36 Health Survey among Male Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. J Clin Epidemiol. 1998;51(11):1087-1094.
- 169 Kaplan RM, Ganiats TG, Sieber WJ, Anderson JP. The Quality of Well-Being Scale: critical similarities and differences with SF-36. International Journal for Quality in Health Care. 1998;10(6):509-520.
- 170 Bomhof J, Nieman FHM, Reerink E. Registration of Adverse Patient Occurrences in a University Hospital: Relations between Adverse Patient Occurrences and Characteristics of Hospitalized Patients. Quality Assurance in Health Care. 1993;5(2):167-174.
- 171 Zeger SL, Liang KY. Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. Biometrics 1986; 42:121-30.
- 172 Yeskis D and Zavala B. Ground-Water Sampling. Guidelines for Superfund and RCRA Project Managers. Ground Water Forum Issue Paper. Office of Solid Waste and Emergency Response. EPA 542-S-02-001. May 2002.
- 173 Días – Santos A. Geohidrología: composición de las aguas subterráneas. Sustancias que se encuentran disueltas en un agua natural subterránea. Iones fundamentales y menores.
- 174 Custodio, E.; Llamas, RM. Hidrología Subterránea. Vol. 2. Editorial Omega S.A. Barcelona, 1985.
- 175 Vélez OL, Galeano ME. Investigación cualitativa. Estado del Arte. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Medellín 2002
- 176 Spencer L, Ritchie J, Lewis J, Dillon L. Quality in Qualitative Evaluation: A framework for assessing research evidence. National Centre for Social Research. Government Chief Social Researcher's Office. August 2003
- 177 Ainsa. Caracterización y Pretratamiento de las Aguas Residuales Industriales. Medellín, 1986.
- Fundacion Mapfre. Manual de Contaminación Ambiental. Madrid, 1994.
- Pérez, JA. Manual de Potabilización del Agua. Universidad Nacional, Medellín, 1986.
- LaGrega, MD; Buckingham, PL; Evans JC. Gestión de Residuos Tóxicos, Tratamiento, Eliminación y Recuperación de Suelos. LaGrega, MD; Buckingham, PL; Evans JC. Madrid, 1996
- 181 LaGrega, M.D; Buckingham, P.L; Evans J.C. Gestión Integral de Residuos Tóxicos. Tratamiento, Eliminación y Recuperación de Suelos. Vol II. McGrawHill, 1ª. Edición. Madrid, 1996.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

- 182 G. Tchobanogluos; H. Theisen; S.A. Vigil. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Vol. I. McGrawHill. Madrid, 1994.
- Lee G. F.; Jones-Lee A. Impact of Municipal and Industrial Non-Hazardous Waste Landfills on Public Health and the Environment: An Overview. Fred Lee & Associates, El Macero, CA. 1994.
- 183 LaGrega, MD; Buckingham, PL; Evans, JC. Gestion de Residuos Toxicos. Tratamiento, Eliminacion y Recuperacion de Suelos. McGrawHill. Madrid, 1996.
- 184 Viana-Rodríguez MP. Material particulado en la atmósferas en el norte y este de la península Ibérica y Canarias – Niveles de PM10, PM2.5 y PM1. ISBN 14.111-2004.
- 185 Finlayson-Pitts, B.J.; Pitts J. N. Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere. Theory, Experiments and Applications. Orlando (USA), 2000.
- 186 Finlayson-Pitts, B.J.; Pitts J. N. Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere. Theory, Experiments and Applications. Orlando (USA), 2000.
- 187 Ballester D. F.; Tenías J.M.; Perez H.S. Efectos de la Contaminación Atmosférica Sobre la Salud una Introducción. Rev. Esp. Salud Pública 1999: 73: 109-121, No 2.
- 188 Sánchez, C.,C. Evaluación de Índices de Exposición en el Estudio de Efectos a la Salud por Contaminantes Atmosféricos del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Centro Nacional de Salud Ambiental, México 1998.
- 189 Ballester D. F.; Tenías J.M.; Perez H.S. Efectos de la Contaminación Atmosférica Sobre la Salud una Introducción. Rev. Esp. Salud Pública 1999: 73: 109-121, No 2.
- 190 Tchobanoglous; G.; Theisen, H.; Vigil, S.A. Gestión Integral de Residuos Sólidos. 1ª Edición, McGrawHill. Madrid 1994.
- 191 Introduccion a la toxicologia de la contaminacion del aire. Reconocimiento de situaciones peligrosas y síntomas de toxicidad.
- 192 IARC – International Agency for Research on Cancer. Evidence for carcinogenicity to humans. En www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/suppl7/benzence.html Última actualización 14/06/05.
- 193 Agency For Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology (ATSDR) 1994. Toxicol profile for toluene. Atlanta, GA. U.S. Departament of Health and Human Services, Public Health Service.
- 194194 Guideline for assessing methane hazards from landfills sites. Assessing Methane Hazards from landfill sites. Apendix A. PIB No. 2158-01 Nov. 1987
- 195 Shimaoka, T.; Hanashima, M.; Mihara, M.; Ebisui, S.; Tsuji. H.; Tsuji, H. Control of Housefly Population in Landfill Sites with Foam Covering in Place of Soil. Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Fukuoka University. 2003.
- 196 “Métodos de Evaluación de Riesgos para la Salud Generados por la Exposición a Sustancias Peligrosas Liberadas por Rellenos Sanitarios”. Informe de la Reunión de la OMS, LODZ, POLONIA, 10–12 DE ABRIL DE 2000. EUT/00/5026441 (OPS/CEPIS), 2001.
- 197 Shimaoka, T.; Hanashima, M.; Mihara, M.; Ebisui, S.; Tsuji. H.; Tsuji, H. Control of Housefly Population in Landfill Sites with Foam Covering in Place of Soil. Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Fukuoka University. 2003.
- 198 [Noauthorslisted] (1986). "A vulnerable age: environment, behavior and the spread of diarrhoea." Dialogue Diarrhoea 26(4).
- 199 Elmendorf, M. (1987). "Water supply, sanitation and diarrhoea: the role of women." Dialogue Diarrhoea 30: 3.
- 200 Dikassa, L., N. Mock, et al. (1993). "Maternal behavioural risk factors for severe childhood diarrhoeal disease in Kinshasa, Zaire." Int J Epidemiol 22(2): 327-33.
- 201 Gascon, J., M. Vargas, et al. (2000). "Diarrhea in Children under 5 Years of Age from Ifakara, Tanzania: a Case-Control Study." JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY: 4459-62.
- 202 Bozkurt, A. I., S. Ozgur, et al. (2003). "Association between household conditions and diarrheal diseases among children in Turkey: A cohort study." Pediatrics International 45(4): 443-451.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

- 203 Basu, A. M. and R. Stephenson (2005). "Low levels of maternal education and the proximate determinants of childhood mortality: a little learning is not a dangerous thing." *Social Science & Medicine* 60(9): 2011-2023.
- 204 Ethelberg, S., B. Olesen, et al. (2006). "Risk factors for diarrhea among children in an industrialized country." *Epidemiology* 17(1): 24-30.
- 191 Hatt, L. and H. Waters (2006). "Determinants of child morbidity in Latin America: A pooled analysis of interactions between parental education and economic status
- 206 Wijewardene, K., P. Fonseka, et al. (1992). "Risk factors contributing to acute diarrhoeal disease in children below five years." *Ceylon Med J* 37(4): 116-9.
- 207 Rasheed, P. (1993). "Perception of diarrheal diseases among mothers and mothers-to-be: implications for health education in Saudi Arabia." *Soc Sci Med* 36: 373—7.
- 208 Heller, L., E. Colosimo, et al. (2003). "Environmental sanitation conditions and health impact: a case-control study." *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 36(1): 41-50.
- 209 Sastry, N. and S. Burgard (2005). "The prevalence of diarrheal disease among Brazilian children: trends and differentials from 1986 to 1996." *Social Science & Medicine* 60(5): 923-935.
- 210 Valadez, J. J., J. Hage, et al. (2005). "Understanding the relationship of maternal health behavior change and intervention strategies in a Nicaraguan NGO network." *Social Science & Medicine* 61(6): 1356-1368.
- 211 Heller, L. and C. Catapreta (2003). "Solid waste disposal in urban areas and health--the case of Belo Horizonte, Brazil." *Waste Manag Res* 21(6): 549-56.
- 212 Rego, R., L. Moraes, et al. (2005). "Diarrhoea and garbage disposal in Salvador, Brazil." *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 99: 48-54.
- 213 Alam, N., B. Wojtyniak, et al. (1989). "Mothers' personal and domestic hygiene and diarrhoea incidence in young children in rural Bangladesh." *Int J Epidemiol* 18(1): 242-7.
- 214 Wright, C., M. elAlamy, et al. (1991). "The role of home environment in infant diarrhea in rural Egypt." *Am J Epidemiol* 134: 887—94.
- 215 Guerrant, R., T. VanGilder, et al. (2001). "Practice guidelines for the management of infectious diarrhea." *Clin Infect Dis* 1(1): 331—51.
- 216 Perera, B., S. Ganesan, et al. (1999). "The impact of breastfeeding practices on respiratory and diarrheal disease in infancy: a study from Sri Lanka." *J Trop Pediatr* 45: 115—8.
- 217 Bani, I., A. Saeed, et al. (2002). "Diarrhea and child feeding practices in Saudi Arabia." *Public Health Nutr* 5: 727—31
- 218 Nakaji, S., M. Matzuzaka, et al. (2004). "A population-Based study on Defecatory Conditions in Japanese subjects: methods for self-evaluation." *Tohoku J Exp. Med* 203: 97-104.
- 219 Ethelberg, S., B. Olesen, et al. (2006). "Risk factors for diarrhea among children in an industrialized country." *Epidemiology* 17(1): 24-30.
- 220 Sánchez C. Evaluación de Índices de Exposición en el Estudio de Efectos a la Salud por Contaminantes Atmosféricos del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. México Centro Nacional de Salud Ambiental, 1998.
- 221 DZmirou, Gauvin S, Pin I, et al. Traffic related air pollution and incidence of childhood asthma: results of the Vesta case-control study. *J Epidemiol Community Health* 2004;58:18-23.
- 222 Peden D. Development of atopy and asthma: candidate environmental influences and important periods of exposure. *Enviromental health perspectives* 2000;108:475-2.
- 223 Curtis V, Cairncross S. Effect of washing hands with soap on diarrhoea risk in the community: A systematic review. *The Lancet Infectious Diseases* 2003;3:275-281.
- 224 Hatt L, Waters H. Determinants of child morbidity in Latin America: A pooled analysis of interactions between parental education and economic status. *Social Science & Medicine* 2006;62:375–386.
- 225 Simoni M, Lombardi E, Berti G, et al. Mould/dampness exposure at home is associated with respiratory disorders in Italian children and adolescents: the SIDRIA-2. Study. *Occup Environ Med* 2005;62:616–622.
- 226 Simoni M, Lombardi E, Berti G, et al. Effects of indoor exposures on respiratory and allergic disorders. *Epidemiol Prev* 2005;29:57-61.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

- 227 Garrett M, Rayment P, Hooper M, Abramson M, Hooper B. Indoor airborne fungal spores, house dampness and associations with environmental factors and respiratory health in children. *Clin Exp Allergy* 1998;28:459-467.
- 228 Gent J, PRen, Belanger K, et al. Levels of Household Mold Associated with Respiratory Symptoms in the First Year of Life in a Cohort at Risk for Asthma. *Environ Health Perspect* 2002;110:A781-A786.
- 229 Li C-S, Hsu L-Y, Chou C-C, Hsieh K-H. Fungus allergens inside and outside the residences of atopic and control children. *Arch Environ Health* 1995;50:38-43.
- 230 Su H-J, Wu P-C, Chen H-L, Lee F-C, Lin L-L. Exposure assessment of indoor allergens, endotoxin, and airborne fungi for homes in southern Taiwan. *Environ Res* 2001;85:135-144.
- 231 Jerrett M, Burnett T, Brook J, et al. Do socioeconomic characteristics modify the short term association between air pollution and mortality? Evidence from a zonal time series in Hamilton, Canada. *Journal of Epidemiology and Community Health* 2004;58:31-40.
- 232 Benedict w, Ben-Shlomo Y. Enviromental equity, air quality, socioeconomic status, and respiratory health: a linkage analysis of routine data from the health survey for England. *Journal of Epidemiology and Community Health* 2005;59:948-954.
- 233 Martins M, Fatigati FL, Véspoli TC, et al. Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo, Brazil. *J. Epidemiol. Community Health* 2004;58:41-46.
- 234 David E, Raoul B, Synnove F, William, et al. Long-term particulate and other air pollutants and lung function in nonsmokers. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158:289–298.
- 235 Schindler C, Künzli N, Bongard JP, Leuenberger P, Karrer W, Rapp R, et al. Short- term variation in air pollution and average lung function among never-smokers. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001; 163: 356-361.
- 236 Alonso J, Regidor E, Barrio G, et al. Valores poblacionales de Referencia de la versión española del Cuestionario de Salud SF-36. *Medicina Clínica (Barc)* 1998.
- 237 Horelli L. Environmental human-friendliness as a contextual determinant for quality of life. *Revue européenne de psychologie appliquée*. Article in press. 2006.
- 238 Fleisher JM, Kay D. Risk perception bias, self-reporting of illness, and the validity of reported results in an epidemiologic study of recreational water associated illnesses.
- 239 Ishizaka K, Tanaka M. Resolving public conflict in site selection process-a risk communication approach. *Waste Management* 23 (2003) 385–396
- 240 Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L. Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. *BMJ* 2001;323:363–8.
- 241 Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environ Health Perspect* 2000; 108: 101–12.
- 242 Rushton L. Health hazards and waste management. *British Medical Bulletin* 2003; 68: 183–197.
- 243 Rushton L and Elliott P. Evaluating evidence on environmental health risks. *British Medical Bulletin* 2003; 68: 113–128.
- 244 Parascandola M, Weed DL. Causation in epidemiology. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2001;55:905-912.
- 245 Weed DL. On the use of causal criteria. *International Journal of Epidemiology*. 1997;26:1137-1141.
- 246 Franco EL, Correa P, Santilla RM et. al. Role and limitations of epidemiology in establishing a causal association. *Seminars in Cancer Biology*. 2004;14:413-426.
- 247 André PA, Ferreira-Braga AL, Li CA. Environmental epidemiology applied to urban atmospheric pollution: a contribution from the Experimental Air Pollution Laboratory (LPAE). *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 16(3):619-628, jul-set, 2000.
- 248 Fox GA. Practical Causal Inference for Ecoepidemiologists. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 33:359-373, 1991.
- 249 Hutchinson LJ, Leffingwell SS. Toxic Exposures & Causality in Illnesses Part II. *Epidemiology*. Consultado en <http://www.lectlaw.com/files/tabtoxi.htm>.



Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia –Informe final

250 Wheeler B, Ben-Shlomo Y. Environmental equity, air quality, socioeconomic status, and respiratory health: a linkage analysis of routine data from the Health Survey for England. J Epidemiol Community Health 2005;59:948-954