

Desarrollador: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

# Estudio de Impacto Ambiental **Proyecto V Ampliación del Acueducto Metropolitano (PVAAM)**

Expediente N°: D1-20590-2017-SETENA

**Provincias:** Cartago y San José.  
**Cantones:** Paraíso, Cartago, El Guarco,  
Desamparados y Curridabat.

## **TOMO VI**

**Descripción del Ambiente Físico  
(Calidad del Aire y Amenazas Naturales)**

Estudio elaborado por el ICE  
Setiembre 2018



INSTITUTO COSTARRICENSE DE  
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

## Índice de contenidos del Capítulo 7 / Tomo VI

7.7. Calidad del aire.....	7
7.7.1. Ruido & Vibraciones.....	7
7.7.1.1. Ruido .....	7
7.7.1.2. Descripción de los puntos de monitoreo de ruido.....	14
7.7.1.3. Vibraciones.....	41
7.7.2. Olores.....	41
7.7.3. Gases .....	41
7.8. Amenazas naturales.....	51
7.8.1. Fallas geológicas activas .....	51
7.8.1.1. Sistema de Fallas Aguacaliente.....	51
7.8.1.2. Sistema de Fallas Navarro.....	54
7.8.1.3. Otras fallas importantes .....	55
7.8.2. Amenaza sísmica.....	56
7.8.2.1. Sismicidad .....	56
7.8.2.2. Sismicidad histórica de eventos mayores.....	56
7.8.2.3. Sismicidad reciente .....	57
7.8.2.4. Amenaza sísmica .....	57
7.8.3. Amenaza volcánica.....	61
7.8.4. Inundaciones.....	61
7.8.5. Licuefacción, subsidencias y hundimientos.....	61
7.8.6. Deslizamientos y erosión .....	63
7.9. Referencias bibliográficas .....	67

## Índice de cuadros del Capítulo 7 / Tomo VI

<b>Cuadro.7.7.1.</b> Puntos de monitoreo de ruido .....	7
<b>Cuadro.7.7.2.</b> Niveles de ruido máximos permisibles .....	10
<b>Cuadro.7.7.3.</b> Datos de monitoreo de ruido AID .....	11
<b>Cuadro.7.7.4.</b> Simbología niveles de presión sonora .....	12
<b>Cuadro.7.7.5.</b> Puntos de monitoreo de inmisiones .....	42
<b>Cuadro.7.7.6.</b> Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 1, 2, 3 y 4. ....	47
<b>Cuadro.7.7.7.</b> Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 5, 6, 7 y 8. ....	47
<b>Cuadro.7.7.8.</b> Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 9, 10, 11 y 12. ....	48
<b>Cuadro.7.7.9.</b> Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 13 y 14. ....	48
<b>Cuadro.7.8.1.</b> Sismicidad histórica de la región este del Valle Central. ....	56
<b>Cuadro.7.8.2.</b> Descripción de deslizamientos Tramo 1, Componente 4. ....	64

## Índice de figuras del Capítulo 7 / Tomo VI

<b>Figura 7.7.1.</b> Ubicación de sitios de monitoreo de ruido en el Área de Influencia Directa (AID) V Ampliación Acueducto Metropolitano .....	9
<b>Figura 7.7.2.</b> Gráfico de datos monitoreo de ruido AID. ....	13
<b>Figura 7.7.3.</b> Punto 1 monitoreo de ruido: Iglesia Calle Sánchez.....	14
<b>Figura 7.7.4.</b> Punto 2 monitoreo de ruido: Pulpería Calle Sánchez.....	15
<b>Figura 7.7.5.</b> Punto 3 monitoreo de ruido: Iglesia Río Macho.....	16
<b>Figura 7.7.6.</b> Punto 4 monitoreo de ruido: Escuela Álvaro Esquivel Bonilla.....	17
<b>Figura 7.7.7.</b> Punto 5 monitoreo de ruido: Caserío El Cedral.....	17
<b>Figura 7.7.8.</b> Punto 6 monitoreo de ruido: Calle Navarro Muñeco .....	18
<b>Figura 7.7.9.</b> Punto 7 monitoreo de ruido: Escuela Héctor Monestel .....	19
<b>Figura 7.7.10.</b> Punto 8 monitoreo de ruido: Camino hacia Cuesta del Vidrio.....	20
<b>Figura 7.7.11.</b> Punto 9 monitoreo de ruido: Hotel Río Perlas .....	20
<b>Figura 7.7.12.</b> Punto 10 monitoreo de ruido: Terreno escombrera Guatuso de Tejar del Guarco .....	21
<b>Figura 7.7.13.</b> Punto 11 monitoreo de ruido: Escuela Guatuso de Tejar del Guarco.....	22
<b>Figura 7.7.14.</b> Punto 12 monitoreo de ruido: Escuela Sabana Grande.....	22
<b>Figura 7.7.15.</b> Punto 13 monitoreo de ruido: Casa frente escombrera Coris .....	23
<b>Figura 7.7.16.</b> Punto 14 monitoreo de ruido: Renacer.....	24
<b>Figura 7.7.17.</b> Punto 15 monitoreo de ruido: Entre iglesia y escuela de Coris.....	25
<b>Figura 7.7.18.</b> Punto 16 monitoreo de ruido: Iglesia Damas.....	25
<b>Figura 7.7.19.</b> Punto 17 monitoreo de ruido: Estación de válvulas Damas Guatuso de Patarrá .....	26
<b>Figura 7.7.20.</b> Punto 18 monitoreo de ruido: Colegio Máximo Quesada.....	27
<b>Figura 7.7.21.</b> Punto 19 monitoreo de ruido: Escuela Juan Monge Guillén .....	28
<b>Figura 7.7.22.</b> Punto 20 monitoreo de ruido: Caserío después del tanque de almacenamiento (CEMEX).....	28
<b>Figura 7.7.23.</b> Punto 21 monitoreo de ruido: Caserío después del tanque almacenamiento terminal Guatuso .....	29
<b>Figura 7.7.24.</b> Punto 22 monitoreo de ruido: Escuela Guatuso de Patarrá.....	30
<b>Figura 7.7.25.</b> Punto 23 monitoreo de ruido: Quinta Residencial .....	31
<b>Figura 7.7.26.</b> Punto 24 monitoreo de ruido: Estación de válvulas Fátima .....	31
<b>Figura 7.7.27.</b> Punto 25 monitoreo de ruido: Iglesia San Antonio .....	32
<b>Figura 7.7.28.</b> Punto 26 monitoreo de ruido: Frente a casa en Residencial Colina .....	33
<b>Figura 7.7.29.</b> Punto 27 monitoreo de ruido: Jardín de niños Guiselle González .....	34
<b>Figura 7.7.30.</b> Punto 28 monitoreo de ruido: Área de juegos Tirrases.....	34
<b>Figura 7.7.31.</b> Punto 29 monitoreo de ruido: Parque Berroiba .....	35
<b>Figura 7.7.32.</b> Punto 30 monitoreo de ruido: Puente tubo Hacienda Vieja .....	36
<b>Figura 7.7.33.</b> Punto 31 monitoreo de ruido: Estación válvulas río Jorco .....	37
<b>Figura 7.7.34.</b> Punto 32 monitoreo de ruido: Iglesia Capri .....	37
<b>Figura 7.7.35.</b> Punto 33 monitoreo de ruido: Plaza La Capri.....	38
<b>Figura 7.7.36.</b> Punto 34 monitoreo de ruido: Hogar Sol .....	39
<b>Figura 7.7.37.</b> Punto 33 monitoreo de ruido: Capilla Santa Cecilia .....	40
<b>Figura 7.7.38.</b> Punto 36 monitoreo de ruido: Escuela San Rafael.....	40
<b>Figura 7.7.39.</b> Punto 6 monitoreo de inmisiones: Colegio Saint Benedict.....	43
<b>Figura 7.7.40.</b> Punto 7 monitoreo de inmisiones: casa cerca de escombrera Coris.....	43
<b>Figura 7.7.41.</b> Punto 8 monitoreo de inmisiones: Escuela de Coris.....	44
<b>Figura 7.7.42.</b> Punto 11 monitoreo de inmisiones: Caballerizas Mario Coto.....	44
<b>Figura 7.7.43.</b> Punto 12 monitoreo de inmisiones: Salón Pastoral Sabana Grande .....	44
<b>Figura 7.7.44.</b> Punto 14 monitoreo de inmisiones: Plaza de deportes de Patarrá. ....	45
<b>Figura 7.7.45.</b> Ubicación de sitios de monitoreo de inmisiones en el AID V Ampliación Acueducto Metropolitano.....	46

<b>Figura 7.7.46.</b> Datos monitoreo parámetro PM-10.....	49
<b>Figura 7.7.47.</b> Datos monitoreo parámetro PM-2.5.....	49
<b>Figura 7.7.48.</b> Datos monitoreo parámetro NO <sub>2</sub> .....	50
<b>Figura 7.7.49.</b> Datos monitoreo parámetro SO <sub>2</sub> .....	50
<b>Figura 7.8.1.</b> Tectónico local en la región sureste del Valle Central y ubicación del trazado del acueducto. ....	52
<b>Figura 7.8.2.</b> Amenaza sísmica generada por la falla Agucaliente en la ubicación del trazado del acueducto. ....	59
<b>Figura 7.8.3.</b> Amenaza sísmica generada por la falla Navarro en la ubicación del trazado del acueducto. ....	60
<b>Figura 7.8.4.</b> Amenaza por licuefacción en los alrededores del trazado del acueducto. ....	62
<b>Figura 7.8.5.</b> Ubicación de deslizamientos Desarenador y Sector 3.....	65
<b>Figura 7.8.6.</b> Ubicación de deslizamientos Tramo 1, Componente 4.....	66

## Índice de anexos del Capítulo 7 / Tomo VI

<b>Anexo 7.1.</b> Bitácora de datos recopilados en monitoreos de ruido .....	71
<b>Anexo 7.2.</b> Reporte de resultados monitoreo de inmisiones. ....	95

## 7.7. Calidad del aire

### 7.7.1. Ruido & Vibraciones

#### 7.7.1.1. Ruido

El sonido se describe, según el Decreto 39428–S Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido, como una alteración física en un medio que puede ser detectada por el oído humano. El ruido, por el contrario, se describe un sonido indeseable o perturbador que afecta físicamente o psicológicamente al ser humano.

El ruido se puede clasificar según el Decreto 39428, como:

- **Ruidos de baja frecuencia:** Sonidos que contienen frecuencias predominantes en el rango 16 Hz a 200 Hz.
- **Ruido continuo:** Es aquel que no tiene cambios repentinos de nivel. Se caracteriza por niveles de presión sonora que no fluctúan rápidamente en el tiempo. Las fluctuaciones ocurren a razón de unos pocos dB/segundo. Ejemplo, máquinas rotatorias telares.
- **Ruido ambiental (ruido de fondo):** Es el de todas las fuentes distintas a la fuente de sonido de interés.
- **Ruido intermitente:** El ruido que se interrumpe o cesa y prosigue o se repite y la duración de cada evento es mayor de 5 segundos.
- **Ruido de impacto:** Ruido que tiene su causa en golpes simples de corta duración menores a un segundo.

Para efectos de este estudio se realizó un monitoreo de ruido ambiental con el fin de determinar las características del ruido que se presenta en el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto, para esto se identificaron 36 puntos de monitoreo asociados a los sitios donde se presentarían las obras del proyecto y que podrían recibir una afectación directa (centros de población, escuelas, iglesias, zonas comerciales), se debe aclarar que las mediciones se realizaron en las afueras de cada punto (frente a cada sitio) y no en el interior de los mismos (Cuadro.7.7.1 y Figura 7.7.1.).

**Cuadro.7.7.1.** Puntos de monitoreo de ruido

N° de Punto de muestreo	Nombre del punto de muestreo	Coordenadas norte	Coordenadas este
1	Iglesia Calle Sánchez	1079904.16	516667.62
2	Pulpería Calle Sánchez	1080704.68	517444.63
3	Iglesia Río Macho	1081056.5	517493.06
4	Escuela Álvaro Esquivel Bonilla	1081081.85	517297.88
5	Caserío El Cedral	1084133.42	513936.65
6	Calle Navarro Muñeco	1082542.55	509979.78
7	Escuela Héctor Monestel Solano (Navarro Muñeco)	1082617.31	509955.08

<b>N° de Punto de muestreo</b>	<b>Nombre del punto de muestreo</b>	<b>Coordenadas norte</b>	<b>Coordenadas este</b>
8	Camino hacia cuesta del vidrio	1082600.42	509671.07
9	Hotel Río Perlas	1083772.99	512389.33
10	Sitio escombrera Guatuso de Tejar del Guarco	1086289.44	505982.98
11	Escuela Guatuso de Tejar del Guarco	1085889.49	505753.25
12	Escuela Sabana Grande	1088798.66	504632.75
13	Casa escombrera Coris	1090923.17	501560.87
14	Renacer	1091187.13	499593.23
15	Entre iglesia y escuela Coris	1091056.64	501083.02
16	Iglesia Damas	1091342.18	495954.87
17	Sitio estación válvulas Damas, Guatuso de Patarrá	1091755.35	496090.68
18	Colegio Máximo Quesada	1091835.17	496372
19	Escuela Juan Monge Guillén	1092729.37	496126.21
20	Caserío después del tanque almacenamiento (CEMEX)	1090659.13	496032.66
21	Caserío después del tanque almacenamiento, terminal Guatuso	1090834.09	496113.51
22	Escuela Guatuso Patarrá	1091255.91	496037.33
23	Quinta Residencial	1092354.12	496111.15
24	Sitio estación válvulas Fátima	1093785.53	495410.65
25	Iglesia San Antonio	1094539.2	494869.67
26	Residencial Colina	1095134.5	495168.14
27	Jardín niños Guiselle González	1095366.35	495729.85
28	Área de juegos Tirrases	1095336.65	496276.72
29	Parque Berroiba	1095453.55	496328.71
30	Sitio puente tubo Hacienda Vieja	1095558.39	496397.92
31	Sitio estación válvulas río Jorco	1092383.48	492292.27
32	Iglesia Capri	1091201.63	492943.58
33	Plaza Capri	1090882.27	493280.22
34	Hogar Sol	1090431.03	494726.3
35	Capilla Santa Cecilia	1092721.92	491691.47
36	Escuela San Rafael	1093092.12	491537.36

**Fuente:** Elaboración propia (2017).

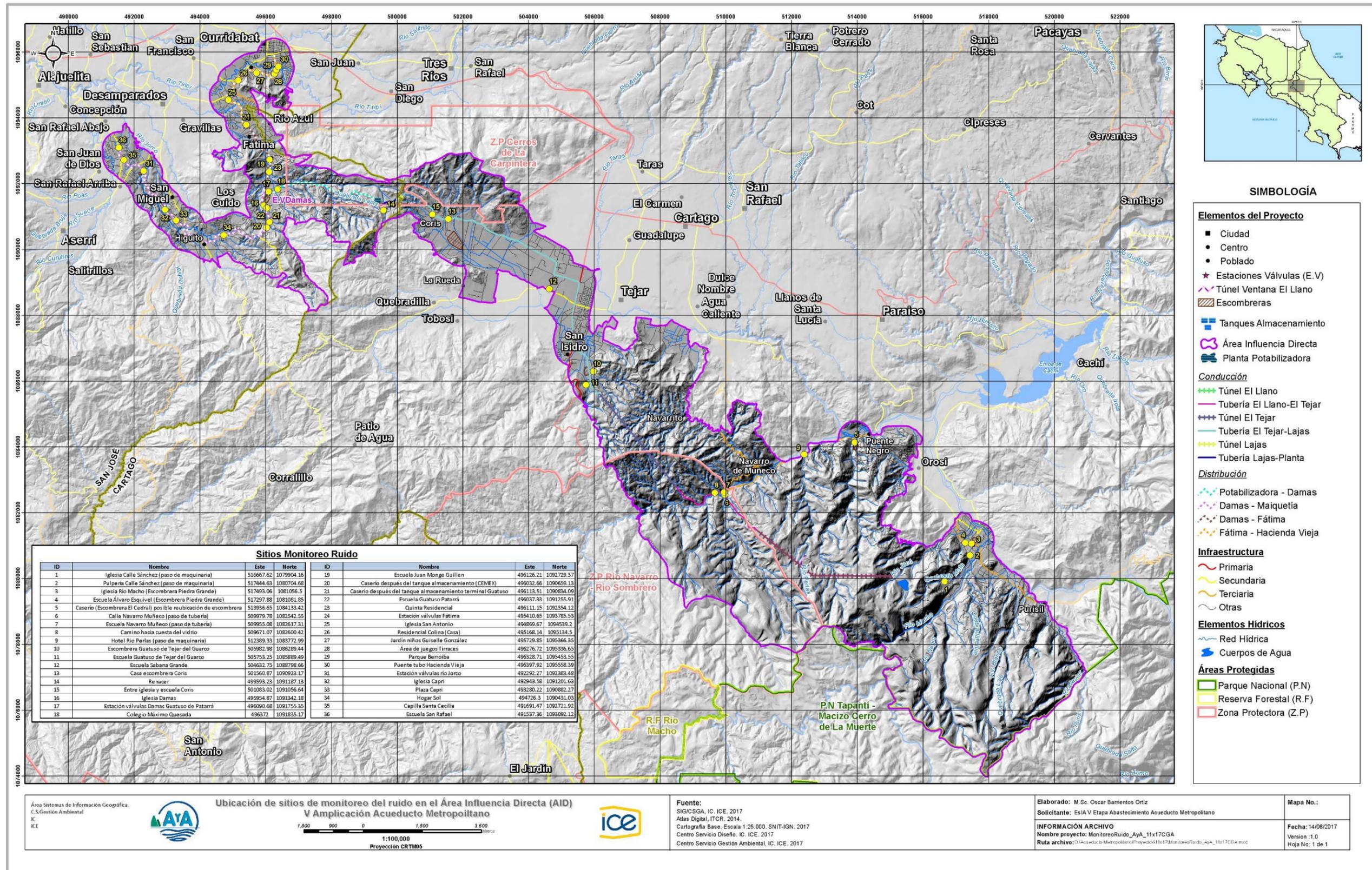


Figura 7.7.1. Ubicación de sitios de monitoreo de ruido en el Área de Influencia Directa (AID) V Ampliación Acueducto Metropolitano

En cada punto se realizó una medición de 5 minutos, en dos días diferentes, cada sonido identificado se anotó en hojas de campo (Anexo 7.1), así como las condiciones del sitio de monitoreo en el momento de la medición.

Se utilizó un sonómetro Marca 3M, modelo Sound Pro SE/DL, con su respectivo calibrador a 114 dB.

La legislación aplicable corresponde al **Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido**, Decreto 39428-S, 23 de noviembre del 2015, donde se establecen los límites máximos permitidos (Cuadro.7.7.2.).

**Cuadro.7.7.2.** Niveles de ruido máximos permisibles.

Zona receptora									
Residencial		Comercial		Industrial o Agrícola/pecuaria		Zona de Tranquilidad		Zona Mixta	
Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
65	45	70	55	70	60	50	45	70	45

**Fuente:** Reglamento para el control de la contaminación por ruido Decreto 39428-S, 23 de noviembre 2015.

Los datos recopilados se clasificaron en: nivel de presión sonora no cumple con el reglamento ambiental (rojo), nivel de presión sonora en estado de alerta (amarillo) y nivel de presión sonora aceptable, cumple con el reglamento ambiental (verde).

Los niveles de ruido más altos se presentaron en las zonas con características urbanas (alto tránsito, vehicular, densidad poblacional alta, zonas comerciales). Caso contrario se presentó en las zonas rurales donde el ruido es menor debido a que el flujo vehicular es reducido, la densidad poblacional es poca, así como la presencia de comercios, por lo anterior los puntos de monitoreo se pueden clasificar en zona residencial y mixta, entendiéndose la zona residencial como área habitada con dotación e instalación de servicios públicos, con espacios verdes o abiertos, en donde los niveles de ruido pueden interferir con el disfrute de la propiedad y el tipo de zona mixta definida como área territorial donde convergen actividades de tipo residencial y comercial, en la cual debe prevalecer la salud pública y el bienestar de las personas por encima de intereses comerciales, lo anterior considerando que el concepto de zona comercial se define como área donde se agrupan uno o varios locales comerciales dedicados a la venta de toda clase de mercaderías.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los monitoreos de ruido realizados del 21 de julio al 3 de agosto del 2017. Los datos obtenidos estuvieron entre 42.4 dB(A) en el Centro Renacer y 81.91 dB(A) en Capilla Santa Cecilia (Cuadro.7.7.3., Cuadro.7.7.4 y Figura 7.7.2), siendo el valor más bajo y más alto de las mediciones, respectivamente.

**Cuadro.7.7.3.** Datos de monitoreo de ruido AID

N° de Punto de muestreo	Nombre del punto de muestreo	Clasificación por zonas	Límite establecido en la legislación Leq dB(A)	Monitoreo 1 Leq dB(A)	Monitoreo 2 Leq dB(A)
1	Iglesia Calle Sánchez	Residencial	65	52.1	59.8
2	Pulpería Calle Sánchez	Residencial	65	51.5	59
3	Iglesia Río Macho	Residencial	65	57.4	58.6
4	Escuela Álvaro Esquivel Bonilla	Residencial	65	59.2	67.3
5	Caserío El Cedral	Residencial	65	50.8	47.6
6	Calle Navarro Muñeco	Residencial	65	63.7	61.9
7	Escuela Héctor Monestel Solano (Navarro Muñeco)	Residencial	65	55.1	55.2
8	Camino hacia cuesta del vidrio	Residencial	65	54.9	55.6
9	Hotel Rio Perlas	Residencial	65	54.2	52.4
10	Sitio escombrera Guatuso de Tejar del Guarco	Mixto	65	55.7	47.6
11	Escuela Guatuso de Tejar del Guarco	Mixto	70	68.8	60.1
12	Escuela Sabana Grande	Mixto	70	66.9	68.7
13	Casa escombrera Coris	Residencial	65	71.5	65.7
14	Centro Renacer	Residencial	65	51.7	42.4
15	Entre iglesia y escuela Coris	Residencial	65	57.7	69.1
16	Iglesia Damas	Mixto	70	65.2	64.4
17	Sitio estación válvulas Damas, Guatuso de Patarrá	Mixto	70	61.3	66.2
18	Colegio Máximo Quesada	Mixto	70	66.8	58.7
19	Escuela Juan Monge Guillen	Mixto	70	69.4	70.8
20	Caserío después del tanque almacenamiento (CEMEX)	Mixto	70	60.1	50

N° de Punto de muestreo	Nombre del punto de muestreo	Clasificación por zonas	Límite establecido en la legislación Leq dB(A)	Monitoreo 1 Leq dB(A)	Monitoreo 2 Leq dB(A)
21	Caserío después del tanque almacenamiento, terminal Guatuso	Mixto	70	66.6	65.1
22	Escuela Guatuso Patarrá	Mixto	70	62.7	58.5
23	Quinta Residencial	Mixto	70	67.1	67.8
24	Sitio estación válvulas Fátima	Mixto	70	72.5	72.3
25	Iglesia San Antonio	Mixto	70	71.8	73.5
26	Residencial Colina	Mixto	70	64.2	72.1
27	Jardín niños Guiselle González	Mixto	70	58.1	60.6
28	Área de juegos Tirrases	Residencial	65	56.9	54.7
29	Parque Berroiba	Residencial	65	52.6	50.8
30	Sitio puente tubo Hacienda Vieja	Mixto	70	63.5	63.4
31	Sitio estación válvulas río Jorco	Mixto	70	76.6	71.3
32	Iglesia Capri	Mixto	70	64.1	66.1
33	Plaza Capri	Mixto	70	64	62.8
34	Hogar Sol	Mixto	70	58.5	63.6
35	Capilla Santa Cecilia	Mixto	70	81.1	64.5
36	Escuela San Rafael	Mixto	70	73.4	73.9

Fuente: Elaboración propia (2017).

**Cuadro.7.7.4.** Simbología niveles de presión sonora

Simbología			Significado	
Zona Residencial	Zona Mixta			
	NPS > 65 dB (A)	NPS > 70 dB (A)		Nivel de presión sonora no cumple con el reglamento ambiental
	65 dB > NPS > 60 dB (A)	70 dB > NPS > 65 dB (A)		Estado de alerta
	NPS ≤ 60 dB (A)	NPS ≤ 65 dB (A)		Nivel de presión sonora aceptable, cumple con el reglamento ambiental

Fuente: Elaboración propia (2017), a partir de Decreto 39428 Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

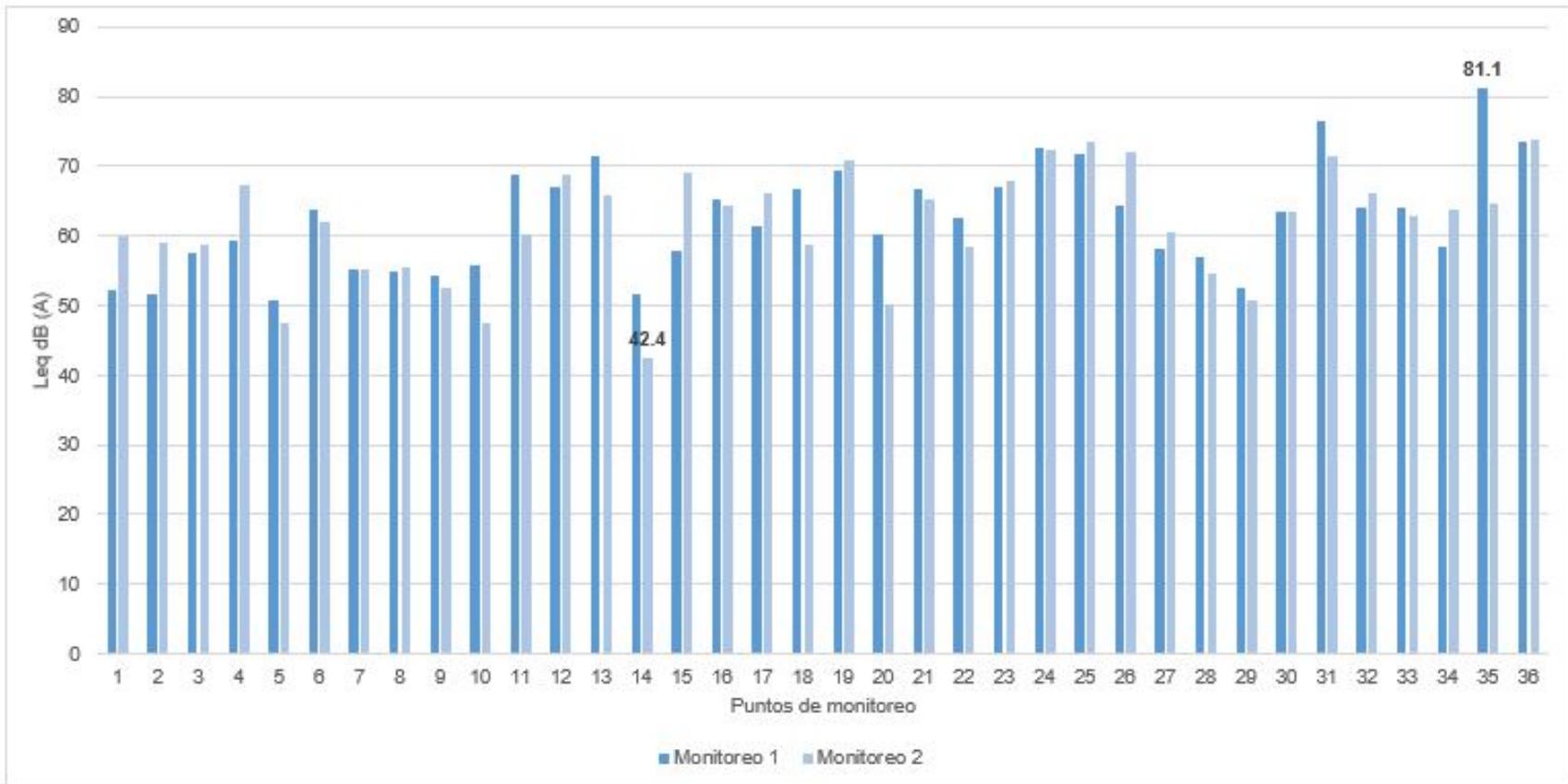


Figura 7.7.2. Gráfico de datos monitoreo de ruido AID.

### 7.7.1.2. Descripción de los puntos de monitoreo de ruido

A continuación, se presenta una descripción de los puntos establecidos para el monitoreo de ruido, la descripción obedece al instante en que se realizó la medición en cada punto de monitoreo:

#### **Iglesia Calle Sánchez**

Se caracteriza por ser una zona rural poco transitada, con calle de lastre, corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Frente a la iglesia se ubican algunas casas de habitación, cerca del punto de monitoreo se encuentra una quebrada, en los alrededores se observan sitios boscosos, en el momento del monitoreo el movimiento de personas fue poco (Figura 7.7.3.).

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 52.1 dB y 59.8 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (65 dB), (Cuadro.7.7.3).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a cantos de aves, insectos, sonido de las piedras producto del paso de vehículos, silbidos, pito y alarma de carro.

El punto se podría ver influenciado por el trasiego de materiales desde el sector de excavación del portal del túnel El Llano y del desarenador hacia la escombrera Piedra Grande, por lo que se podría esperar un aumento en el tránsito vehicular, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.3.** Punto 1 monitoreo de ruido: Iglesia Calle Sánchez

#### **Pulpería Calle Sánchez**

Se caracteriza por ser una zona rural poco transitada, con calle de lastre, corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Contiguo a la pulpería se ubican algunas casas de habitación y frente a esta se ubica un sector boscoso. En este sitio se percibió mayor movimiento de personas con respecto al punto ubicado en la iglesia Calle Sánchez (Figura 7.7.4).

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 51.5 dB y 59.0 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (65 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a cantos de aves, insectos, sonido de las piedras producto del paso de camión y vehículos, actividades domésticas, personas conversando y perros ladrando.

El punto se podría ver influenciado por el trasiego de materiales desde el sector de excavación del portal del túnel El Llano y del desarenador hacia la escombrera Piedra Grande, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.4.** Punto 2 monitoreo de ruido: Pulpería Calle Sánchez

### **Iglesia Río Macho**

Se caracteriza por ser una zona rural poco transitada, sin embargo, se presenta más tránsito vehicular que en Calle Sánchez, debido a que es una calle principal, la cual está asfaltada. Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Frente a la iglesia se ubica un plantel y subestación del ICE, cerca de la misma se encuentra una parada de buses y de fondo se ubica un sector boscoso (Figura 7.7.5.).

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 57.4 dB y 58.6 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (65 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a canto de aves, sonido propio de la subestación, paso del bus y vehículos y personas conversando.

El punto se podría ver influenciado por el trasiego de materiales desde el sector de excavación del portal del túnel El Llano y del desarenador hacia la escombrera Piedra Grande y las actividades propias de la escombrera, la cual se ubicará cerca de la iglesia; por lo que se podría

esperar aumento en el tránsito vehicular, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.5.** Punto 3 monitoreo de ruido: Iglesia Río Macho

### **Escuela Álvaro Esquivel Bonilla**

Se caracteriza por ser una zona rural poco transitada, sin embargo, se presenta más tránsito vehicular que en Calle Sánchez, debido a que es una calle principal, la cual está asfaltada, además del flujo de personas que se presenta cuando se sale o ingresa de la escuela. Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Frente a la escuela se ubica un plantel y subestación del ICE, cerca de la misma se encuentra una parada de buses y de fondo se ubica un sector boscoso (Figura 7.7.6.).

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 59.2 dB el cual se encuentra por debajo del (65 dB) y 67.3 dB, sobrepasando el límite que establece la norma, esto debido a que en el momento del monitoreo se realizaban trabajos con un esmeril (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a cantos de aves, sonido propio de la subestación, niños, sonidos propios de la escuela, chapeadora, paso de vehículos, personas conversando y sonidos en el plantel (soldadora).

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la escombrera Piedra Grande, la cual se ubicará cerca de la escuela; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.6.** Punto 4 monitoreo de ruido: Escuela Álvaro Esquivel Bonilla

### **Caserío El Cedral**

Se caracteriza por ser una zona rural poco transitada con calle de lastre, en el sector se ubica el ingreso a una finca y casas de habitación, la presencia de personas es escasa, en el momento del monitoreo no transitaban vehículos (Figura 7.7.7.). El sitio está rodeado de árboles (zona boscosa). Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 50.8 dB y 47.6 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (65 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a personas conversando, cantos de aves y actividades domésticas.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la escombrera El Cedral, ya que ese punto es la vía de acceso a la escombrera, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.7.** Punto 5 monitoreo de ruido: Caserío El Cedral

### **Calle Navarro Muñeco**

Se caracteriza por ser una zona rural poco transitada, con calle de lastre. Se ubican pocas casas de habitación, con poca presencia de personas (Figura 7.7.8.). Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido. El punto está rodeado por árboles, además colinda con el río Navarro Muñeco.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 63.7 dB y 61.9 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (65 dB), sin embargo, están muy cercanos al límite establecido (Cuadro.7.7.3.).

En el lugar se presentan gran cantidad de gallinas y perros que generaron el aumento de los decibeles en las mediciones, además el ruido del cauce del río también incrementa los niveles de presión sonora.

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen al canto del gallo, ruido de las gallinas, perros ladrando, cantos de aves y brisa moderada.

El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de conducción, el uso de la planta de concreto y la construcción de un puente tubo, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.8.** Punto 6 monitoreo de ruido: Calle Navarro Muñeco

### **Escuela Héctor Monestel Solano (Navarro Muñeco)**

Se ubica en una zona rural poco transitada, con calle de lastre. El punto está rodeado por árboles, además colinda con el río Navarro Muñeco (Figura 7.7.9.). Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 55.1 dB y 52.2 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (65 dB), (Cuadro.7.7.3).

En comparación con el punto anterior, los niveles de presión sonora se redujeron ya que la presencia de animales fue menor en el momento de la medición.

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen al canto del gallo, perros ladrando, cantos de aves, música de fondo y cauce del río.

El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de conducción, el uso de la planta de concreto y la construcción de un puente tubo, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.9.** Punto 7 monitoreo de ruido: Escuela Héctor Monestel

### **Camino hacia cuesta del vidrio**

Se ubica en una zona rural poco transitada, con calle de lastre. El punto está rodeado por árboles, con potreros a lo largo de la calle, además con presencia del río Navarro Muñeco. Corresponde a zona residencial (Figura 7.7.10.), según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 54.9 dB y 55.6 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (65 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen a las chicharras, brisa moderada, ruido por el movimiento de rótulo de metal producido por el del viento, cauce del río, música de fondo y canto de gallo.

El punto se podría ver influenciado por la construcción del túnel, por lo que podría aumentar el tránsito vehicular y el movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.10.** Punto 8 monitoreo de ruido: Camino hacia Cuesta del Vidrio

### **Hotel Río Perlas**

Se ubica en una zona rural poco transitada, con calle asfaltada. Se ubica frente al hotel Heliconias del Río. El punto está rodeado por árboles, además con presencia del río Navarro Muñeco y el río Perlas (Figura 7.7.11.). Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 54.2 dB y 52.4 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (65 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen a la presencia de brisa moderada, cantos de aves, cauce del río, personas conversando, entrada y salida de vehículos del hotel.

El punto se podría ver influenciado por el paso de la maquinaria, la construcción de la tubería de conducción, actividades propias de una escombrera, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.11.** Punto 9 monitoreo de ruido: Hotel Río Perlas

### **Terreno escombrera Guatuso de Tejar de El Guarco**

Se ubica en una zona semiurbana poco transitada, con calle de lastre, la cual es una calle secundaria con influencia de la vía principal aledaña, al frente del terreno se ubica un taller con oficinas, actualmente el terreno corresponde a un tomatal (Figura 7.7.12.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 55.7 dB y 47.6 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (70 dB), (Cuadro.7.7.3).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen a la presencia de brisa moderada, aves, perros ladrando, paso de vehículos, gritos, paso de agua en cuneta, vehículos a los lejos, radio, paso de camión y tráiler lejano.

El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de conducción y actividades propias de una escombrera, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.12.** Punto 10 monitoreo de ruido: Terreno escombrera Guatuso de Tejar del Guarco

### **Escuela Guatuso de Tejar del Guarco**

Se ubica en una zona semiurbana poco transitada, sin embargo, el número de vehículos aumenta con la salida de la escuela, la calle está asfaltada. Se ubica frente a casas de habitación y una soda (Figura 7.7.13). La presencia de personas es mayor que en los puntos mencionados anteriormente. Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 68.5 dB y 60.1 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (70 dB), sin embargo, el primer valor se encuentra muy cerca del límite (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen al paso de vehículos, motos, personas conversando, niños y actividad escolar.

El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de conducción, actividades propias de una escombrera y construcción de túnel por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.13.** Punto 11 monitoreo de ruido: Escuela Guatuso de Tejar del Guarco

#### **Escuela José J. Peralta Esquivel, Sabana Grande**

Se caracteriza por ser una zona industrial con alto tránsito vehicular y calle asfaltada, se presentan algunos comercios, colinda con zona industrial (Figura 7.7.14.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 66.9 dB y 68.7 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (70 dB), pero muy cercano al límite (Cuadro.7.7.3.). Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen al paso de vehículos, camiones, motos, tráiler, bicicletas, personas conversando, niños, actividad escolar y pitos. El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de conducción, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.14.** Punto 12 monitoreo de ruido: Escuela Sabana Grande

### **Casa frente escombrera Coris**

Se caracteriza por ser una zona semiurbana con calle asfaltada, donde el tránsito vehicular es moderado, presencia de casas de habitación vecinas al punto de monitoreo y potreros al frente (Figura 7.7.15.). Corresponde a zona residencial según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 71.5 dB y 65.7 dB, ambos valores se encuentran por encima del límite que establece la norma (65 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen al paso de vehículos, camiones, motos, tráiler, martillazos, camión compresionando, bicicleta, música, personas conversando y cantos de aves.

El punto se podría ver influenciado por la actividad asociada a la escombrera Coris, construcción de la tubería de conducción, construcción de túneles, construcción de la planta potabilizadora, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.15.** Punto 13 monitoreo de ruido: Casa frente escombrera Coris

### **Renacer**

Se caracteriza por ser una zona rural, con calle asfaltada, donde el tránsito vehicular es poco casi nulo, ya que en el momento de las mediciones no se percibieron vehículos, al frente se ubica un vivero y está rodeado de árboles (Figura 7.7.16.). Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 51.7 dB y 42.4 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (65 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición de ruido se atribuyen a música procedente del vivero, aves, movimiento de las hojas producto del viento y personas conversando.

El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de conducción y la construcción de la planta potabilizadora, el túnel y la minicentral, por lo que se podría esperar

aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.16.** Punto 14 monitoreo de ruido: Renacer

#### **Entre iglesia y escuela de Coris**

Se caracteriza por ser una zona semiurbana, con calle asfaltada, donde el tránsito vehicular es leve, con casas al frente y contiguo a la parada del bus (Figura 7.7.17.). Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones fueron 57.7 dB, el cual se encuentran por debajo del límite establecido por la norma (65 dB) y 69.1 dB, sobrepasando el límite que establece la norma, esto debido a que en el momento del monitoreo circulaba un camión (Cuadro.7.7.3).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición de ruido se atribuyen a música, cantos de aves, personas conversando, niño llorando, paso de vehículos y martillazos.

El punto se podría ver influenciado por la actividad asociada a la escombrera Coris, construcción de la tubería de conducción, construcción de túneles, construcción de la planta potabilizadora, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.17.** Punto 15 monitoreo de ruido: Entre iglesia y escuela de Coris

### **Iglesia Damas**

Se caracteriza por ser una zona semiurbana con tránsito vehicular moderado y calle asfaltada. Al frente se ubica una parada de buses y comercio al frente (Figura 7.7.18.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 64.4 dB y 65.2 dB ambos se encuentran por debajo del límite que establece la norma (70 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen a música procedente del paso de vehículos y tráiler, personas conversando, música de fondo y bus estacionado.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la escombrera Damas (contiguo a la iglesia) y la construcción de la tubería de distribución, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.18.** Punto 16 monitoreo de ruido: Iglesia Damas

### **Estación (caja) de válvulas Damas Guatuso de Patarrá**

Se caracteriza por ser una zona semiurbana con tránsito vehicular moderado y calle de concreto. Al frente y al lado se ubican casas de habitación (Figura 7.7.19.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 61.3 dB y 66.2 dB, ambos por debajo del límite que establece la norma (70 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen a música procedente del paso de vehículos, camión, motos, perros ladrando, personas conversando y música de fondo. El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la estación de válvulas y de la tubería de distribución; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.19.** Punto 17 monitoreo de ruido: Estación de válvulas Damas Guatuso de Patarrá

### **Colegio Máximo Quesada**

Se caracteriza por ser una zona semiurbana con tránsito vehicular moderado y calle asfaltada. Al frente se ubica una panadería y un abastecedor (Figura 7.7.20.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 58.7 dB y 66.8 dB ambos se encuentran por debajo del límite que establece la norma (70 dB), sin embargo, el segundo valor se encuentra cerca del límite (Cuadro.7.7.3).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen a música procedente del paso de vehículos, bus, personas conversando, golpe de bandejas de la panadería y camión estacionado.

El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de distribución, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.20.** Punto 18 monitoreo de ruido: Colegio Máximo Quesada

### **Escuela Juan Monge Guillén**

Se caracteriza por ser una zona urbana con tránsito vehicular alto y calle asfaltada. La escuela colinda con una parada de buses y con un semáforo peatonal (Figura 7.7.21.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 69.4 dB y 70.8 dB, el segundo valor se encuentran por encima del límite que establece la norma (70 dB) y el primero está muy cerca de sobrepasarlo (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen a música procedente del paso de vehículos, bus, motos, camión, tráiler, sonido del semáforo peatonal, niños y personas conversando.

El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de distribución, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.21.** Punto 19 monitoreo de ruido: Escuela Juan Monge Guillén

### **Caserío después del tanque de almacenamiento (CEMEX)**

Se caracteriza por ser una zona urbana con tránsito vehicular leve y calle asfaltada. Colinda con las instalaciones de CEMEX, por lo que se presenta circulación de maquinaria de la empresa (Figura 7.7.22.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 60.1 dB y 50.0 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (70 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición de ruido se atribuyen a música procedente del paso de vehículos, bus, motos, música de fondo, perros ladrando, cortadora de césped, pito y alarma de carro. El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de distribución, habilitación de escombrera y construcción de tanques de almacenamiento, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.22.** Punto 20 monitoreo de ruido: Caserío después del tanque de almacenamiento (CEMEX)

### **Caserío después del tanque almacenamiento terminal Guatuso**

Se caracteriza por ser una zona urbana con tránsito vehicular leve y calle de concreto. Colinda con las instalaciones de CEMEX, por lo que se presenta circulación de maquinaria de la empresa, cerca de este punto se ubica la calle principal por lo que hay influencia del ruido que generan los vehículos que transitan por ahí (Figura 7.7.23.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 66.6 dB y 65.1 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (70 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los sonidos percibidos en el momento de la medición se atribuyen a paso de vehículos, bus, motos, música de fondo, perros ladrando, cortadora de césped, pito y alarma de carro.

El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de distribución, habilitación de escombrera y construcción de tanques de almacenamiento, por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.23.** Punto 21 monitoreo de ruido: Caserío después del tanque almacenamiento terminal Guatuso

### **Escuela Guatuso de Patarrá**

Se caracteriza por ser una zona muy transitada, con calle de asfalto, colinda con vía principal, frente a la escuela se ubica una pulpería y casas de habitación (Figura 7.7.24.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 58.5 dB y 62.7 dB, ambos valores se encuentran por debajo del límite que establece la norma (70 dB), (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a paso de vehículos, buses, arranque de motor de los vehículos estacionados cerca de la escuela, niños, sonidos propios de la escuela y personas conversando.

El punto se podría ver influenciado por la construcción de la tubería de distribución Damas - Maiquetía; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.24.** Punto 22 monitoreo de ruido: Escuela Guatuso de Patarrá

### **Quinta Residencial**

Se caracteriza por ser una zona urbana muy transitada, con calle de asfalto, cerca del punto de monitoreo se ubica el río Damas (Figura 7.7.25.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 67.1 dB y 67.8 dB, ambos valores están por debajo del límite que establece la norma (70 dB), se presenta un alto tránsito vehicular en la zona (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a paso de vehículos, motos, tráiler, camiones, buses, cantos de aves, personas conversando y motoguadaña.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.25.** Punto 23 monitoreo de ruido: Quinta Residencial

#### **Sitio estación válvulas Fátima**

Se caracteriza por ser una zona urbana muy transitada, con calle de asfalto, detrás del punto de monitoreo se ubica una urbanización, además colinda con un taller (Figura 7.7.26). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 72.5 dB y 72.3 dB, ambos valores sobrepasan el límite que establece la norma (70 dB) esto debido a alto tránsito vehicular presente en la zona (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a paso de vehículos, motos, tráiler, camiones, vagonetas, buses, cantos de aves, personas conversando, cortadora (metabo), golpe de carros tras circular por un hueco de la calle y sonido de alarma. El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la estación de válvulas y la tubería de distribución Damas – Hacienda Vieja; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.26.** Punto 24 monitoreo de ruido: Estación de válvulas Fátima

### **Iglesia San Antonio**

Se caracteriza por ser una zona urbana muy transitada, con calle de asfalto, comercio, cerca del punto de medición se ubica el parque y la parada de buses, en el momento de la medición se estaban realizando trabajos en la vía (Figura 7.7.27.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 71.8 dB y 73.5 dB, ambos valores sobrepasan el límite que establece la norma (70 dB) esto debido a alto tránsito vehicular presente en la zona y los ruidos propios de un sitio urbano (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a paso de vehículos, motos, tráiler, camiones, buses, personas conversando y trabajos en la vía.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Hacienda Vieja; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.27.** Punto 25 monitoreo de ruido: Iglesia San Antonio

### **Frente a casa en Residencial Colina**

Se caracteriza por ser una zona urbana con tránsito vehicular leve, calle de asfalto, casas de habitación, comercio, centros educativos y guarderías, colinda con vía principal con alto tránsito vehicular (Figura 7.7.28.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 64.2 dB, el cual está por debajo del límite que establece la norma (70 dB) y 72.1 dB, dicha medición sobrepasa el límite esto debido al ruido generado por el ladrido de un perro y a la influencia del ruido proveniente de la vía principal (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a paso de vehículos, motos, pitos en vía principal, ladridos, personas conversando y mucho ruido procedente de la vía principal que colinda con el residencial.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Hacienda Vieja; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.28.** Punto 26 monitoreo de ruido: Frente a casa en Residencial Colina

#### **Jardín de niños Guiselle González**

Se caracteriza por ser una zona urbana con tránsito vehicular leve, calle de asfalto, casas de habitación, comercio, centros educativos y guarderías, colinda con vía principal con alto tránsito vehicular (Figura 7.7.29.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 58.1 dB y 60.6 dB, ambos valores están por debajo del límite que establece la norma (70 dB) esto debido a que la influencia de la vía principal es menor. La segunda medición tuvo valores más altos debido a que la medición coincidió con la salida de los niños del jardín de niños (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a paso de vehículos, motos, busetas, personas conversando, niños y encendido de vehículos.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Hacienda Vieja; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.29.** Punto 27 monitoreo de ruido: Jardín de niños Guiselle González

### **Área de juegos Tirrases**

Se caracteriza por ser una zona urbana residencial con tránsito vehicular leve, calle de asfalto sin salida, colinda con vía principal (Figura 7.7.30.). Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones de ruido fueron 56.9 dB y 54.7 dB, ambos valores están por debajo del límite que establece la norma (65 dB), ya que se caracteriza por ser una zona poco ruidosa (Cuadro.7.7.3).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a paso de vehículos, personas conversando, niños, pitos, paso de bicicletas, alarma de vehículo y perro ladrando.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Hacienda Vieja; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.30.** Punto 28 monitoreo de ruido: Área de juegos Tirrases

## Parque Berroiba

Se caracteriza por ser una zona urbana residencial con tránsito vehicular leve, calle de asfalto sin salida, área arbolada, colinda con río Tiribí (Figura 7.7.31). Corresponde a zona residencial, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones fueron 52.6 dB y 50.8 dB, ambos valores están por debajo del límite que establece la norma (65 dB), ya que se caracteriza por ser una zona poco ruidosa (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a aves, paso de vehículos en calle principal, personas conversando, perro ladrando, brisa leve y caída de hojas.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Hacienda Vieja; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.31.** Punto 29 monitoreo de ruido: Parque Berroiba

## Sitio puente tubo Hacienda Vieja

Se caracteriza por ser una zona urbana con tránsito vehicular moderado, calle de asfalto, zona de parque con área arbolada (Figura 7.7.32.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones fueron 63.5.6 dB y 63.4 dB, ambos valores están por debajo del límite que establece la norma (70 dB) pero si se encuentran cercanos al límite, el ruido se atribuye principalmente al tránsito vehicular (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a cantos de aves, paso de vehículos, buses, bicicleta, compresiones de camión, personas conversando, perro ladrando y brisa moderada.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Hacienda Vieja; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito

vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.32.** Punto 30 monitoreo de ruido: Puente tubo Hacienda Vieja

### **Estación válvulas río Jorco**

Se caracteriza por ser una zona urbana con tránsito vehicular moderado, calle de asfalto, cerca del punto de monitoreo se ubica un ceda y el paso del río Jorco, se ubican también zonas de finca, casas de habitación, comercio (Figura 7.7.33.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones fueron 76.6.5.6 dB y 71.3 dB, ambos valores sobrepasan el límite que establece la norma (70 dB), estos valores se asocian al tránsito vehicular presente en la zona (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a cantos de aves, paso de vehículos, buses, moto, camiones de basura, personas conversando, perro ladrando y brisa moderada.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Maiquetía; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.33.** Punto 31 monitoreo de ruido: Estación válvulas río Jorco

### **Iglesia Capri**

Se caracteriza por ser una zona urbana con tránsito vehicular entre leve y moderado, calle principal de asfalto, alrededor se observaron laderas con bosque (Figura 7.7.34.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones fueron 64.1.6 dB y 66.1 dB, ambos se encuentran por debajo del límite que establece la norma (70 dB), el ruido se atribuye principalmente al tránsito vehicular (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a cantos de aves, personas caminando, paso de vehículos, buses, camión acelerando, personas conversando, perro ladrando y cortadora (esmeril). El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Maiquetía; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.34.** Punto 32 monitoreo de ruido: Iglesia Capri

## Plaza Capri

Se caracteriza por ser una zona urbana con tránsito vehicular entre leve y moderado, calle principal de asfalto, casas de habitación y comercio en la zona (Figura 7.7.35). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones fueron 64.0 dB y 62.8 dB, ambos valores están por debajo del límite que establece la norma (70 dB), el ruido se atribuye principalmente al tránsito vehicular (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a cantos de aves, paso de vehículos, buses, motos, pito, personas conversando y perro ladrando.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Maiquetía; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.35.** Punto 33 monitoreo de ruido: Plaza La Capri

## Hogar Sol

Se caracteriza por ser una zona urbana con tránsito vehicular leve, calle secundaria de concreto, potrero alrededor y casas de habitación (Figura 7.7.36.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones fueron 58.5 dB y 63.6 dB, ambos valores están por debajo del límite que establece la norma (70 dB) el ruido se atribuye principalmente al tránsito vehicular, principalmente motocicletas, razón por la cual se dio un aumento de decibeles en la segunda medición (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a cantos de aves, niños, paso de vehículos, personas conversando, perro ladrando, música y construcción.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Maiquetía; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.36.** Punto 34 monitoreo de ruido: Hogar Sol

### **Capilla Santa Cecilia**

Se caracteriza por ser una zona urbana con alto y continuo tránsito vehicular, calle de asfalto, se ubican casas de habitación y una verdulería cerca del punto de medición (Figura 7.7.37.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones fueron 81.1 dB y 64.5 dB, el primer valor sobrepasa el límite que establece la norma (70 dB), esto debido a que en el momento de la medición circuló una ambulancia elevando los decibeles, además del alto tránsito vehicular, para el caso de la segunda medición este valor se encuentra por debajo del límite (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a cantos de aves, paso de vehículos, buses, moto, buseta y camión estacionados, personas conversando, gritos y persona barriendo el caño.

El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Maiquetía; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.37.** Punto 33 monitoreo de ruido: Capilla Santa Cecilia

### **Escuela San Rafael**

Se caracteriza por ser una zona urbana con una vía principal con alto tránsito vehicular, calle de asfalto, parada de buses y semáforo cercano, comercio (Figura 7.7.38.). Corresponde a zona mixta, según la clasificación por zonas establecida en el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido.

Los valores obtenidos en las mediciones fueron 73.4 dB y 73.9 dB, ambos valores sobrepasan el límite que establece la norma (70 dB), esto se atribuye principalmente al alto tránsito vehicular presente en la zona (Cuadro.7.7.3.).

Los ruidos percibidos en el momento de la medición correspondieron a paso de vehículos, buseta, bicicleta, motos, camión, pito, música, personas conversando, niños en la escuela y sirena. El punto se podría ver influenciado por las actividades propias de la construcción de la tubería de distribución Damas – Maiquetía; por lo que se podría esperar aumento en el tránsito vehicular y movimiento de maquinaria, lo que podría generar vibraciones y mayores niveles de ruido y emisiones.



**Figura 7.7.38.** Punto 36 monitoreo de ruido: Escuela San Rafael

### 7.7.1.3. Vibraciones

En el tema de vibraciones el Decreto 39428–S Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido establece en el artículo 12, propiamente en vibración por sonido, lo siguiente:

*“Ninguna persona causará o permitirá la operación de cualquier artefacto que genere vibraciones, que puedan percibirse sin instrumentos o que esté sobre los límites de percepción de una persona, o más allá de los límites de cualquier propiedad contigua a la fuente generadora”.*

Basado en lo anterior, la percepción de vibraciones en el momento del monitoreo fue mínima, asociada a la circulación de vehículos.

### 7.7.2. Olores

Por medio de la aplicación de un cuestionario de percepción local se recopiló la opinión de la comunidad con respecto a los olores que se presentan en el AID del proyecto.

La gente opinó que los olores que más se presentan se asocian a olores provenientes de las plantas industriales (sistemas de tratamiento), así como aguas negras (tanques), carboneras, Fábrica de Café Rey, taller automotriz (pintura de carro) y malos olores provenientes del Río Jorco por el distrito de San Miguel.

### 7.7.3. Gases

El aire es el fluido que forma la atmósfera de la tierra. Consiste en una mezcla gaseosa, que se compone principalmente de 21 partes de oxígeno y 78 partes de nitrógeno. El resto lo componen vapor de agua, gases nobles y bióxido de carbono (INE, sf).

Como consecuencia de las actividades antropogénicas, en el aire se presentan concentraciones altas de partículas y gases contaminantes tales como:

- Partículas en suspensión: cualquier material que existe en estado sólido o líquido en la atmósfera o en una corriente de gas en condiciones normales (DECRETO 39951-S), pueden ser formados por polvo, polen, humo y hollín. Aunque la mayoría proceden principalmente del tráfico, ya que se generan por la combustión de motores. Se suelen distinguir por su tamaño, a las partículas más grandes se les llama PM10 y a las partículas más pequeñas PM 2,5.

Las partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera cuyo diámetro es inferior o igual a 2,5 micrómetros corresponde a PM 2,5, las partículas PM10 son partículas cuyo diámetro es inferior o igual a 10 micrómetros. Se les conoce como partículas respirables porque tienen la particularidad de penetrar en el aparato respiratorio hasta los alvéolos pulmonares.

- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>): Gas incoloro con olor picante que al oxidarse y combinarse con agua forma ácido sulfúrico, principal componente de la lluvia ácida. Irrita los ojos y el tracto respiratorio. Reduce las funciones pulmonares y agrava las enfermedades

respiratorias como el asma, la bronquitis crónica y el enfisema (DECRETO 39951-S). Se producen principalmente por la combustión de procesos industriales, tráfico de vehículos y calderas de calefacción.

- Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>): Gas café rojizo de olor picante que al oxidarse y sufrir reacciones fotoquímicas se combina con agua y forma ácido nítrico y otros compuestos. Irrita los pulmones, agrava las enfermedades respiratorias y cardiovasculares (DECRETO 39951-S). Puede ser liberado al aire desde el escape de vehículos motorizados, de la combustión del carbón, petróleo, o gas natural, y durante procesos tales como la soldadura al arco, galvanoplastia, grabado de metales y detonación de dinamita.

Considerando las características propias del proceso constructivo que generará el proyecto, se seleccionaron como parámetros los contaminantes mencionados anteriormente (PM-10, PM - 2.5, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>), los cuales fueron monitoreados por el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional (UNA) por un periodo de 24 horas continuas.

Los parámetros monitoreados están establecidos en el “**Reglamento de Calidad del Aire para Contaminantes Criterio N° 39951-S**”, sin embargo, no se determinan los límites máximos permitidos en inmisiones ya que dicho reglamento aplica exclusivamente para la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Aire, además el Decreto 30221-S “**Reglamento sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos**” quedó derogado a partir del 01 de noviembre del 2016 con la publicación del reglamento mencionado anteriormente, por tal motivo se realiza una descripción de los puntos de monitoreo sin establecer el cumplimiento o incumplimiento de la legislación ambiental nacional.

Para dicho monitoreo se establecieron 14 puntos tomando como referencia los lugares que podrían recibir afectación por parte del proyecto, los 14 puntos monitoreados para inmisiones corresponden a puntos similares monitoreados para ruido a excepción de los puntos 6, 7, 8, 11, 12 y 14 (Cuadro.7.7.5. y Figura 7.7.39 a Figura 7.7.45).

**Cuadro.7.7.5.** Puntos de monitoreo de inmisiones

N° de Punto de muestreo	Nombre del punto de muestreo	Coordenadas norte	Coordenadas oeste
1	Iglesia Calle Sánchez	094558.3	835053.2
2	Plantel Río Macho	094631.4	835033.5
3	Escuela Héctor Monestel Solano (Navarro Muñeco)	094727.2	835434.0
4	Hotel Río Perlas	094858.9	835311.4
5	Casa contiguo a Parque Berroiba	095424.5	840220.2
6	Colegio Saint Benedict	095419.9	840220.2
7	Casa escombrera Coris	095159.5	835907.8

N° de Punto de muestreo	Nombre del punto de muestreo	Coordenadas norte	Coordenadas oeste
8	Escuela Coris	095159.5	835924.8
9	Colegio Máximo Quesada	095231.6	840205.5
10	Escuela Guatuso Patarrá	095059.1	835718.8
11	Caballerizas Mario Coto	094910.5	835648.7
12	Salón Pastoral Sabana Grande	095059.1	835718.8
13	Caja de válvulas Damas	095226.6	840508.6
14	Plaza de Deportes del Comité de Deportes de Patarrá	095258.6	840205.0

Fuente: Elaboración propia (2017)



Figura 7.7.39. Punto 6 monitoreo de inmisiones: Colegio Saint Benedict.



Figura 7.7.40. Punto 7 monitoreo de inmisiones: casa cerca de escombrera Coris.



**Figura 7.7.41.** Punto 8 monitoreo de inmisiones: Escuela de Coris



**Figura 7.7.42.** Punto 11 monitoreo de inmisiones: Caballerizas Mario Coto.



**Figura 7.7.43.** Punto 12 monitoreo de inmisiones: Salón Pastoral Sabana Grande



**Figura 7.7.44.** Punto 14 monitoreo de inmisiones: Plaza de deportes de Patarrá.

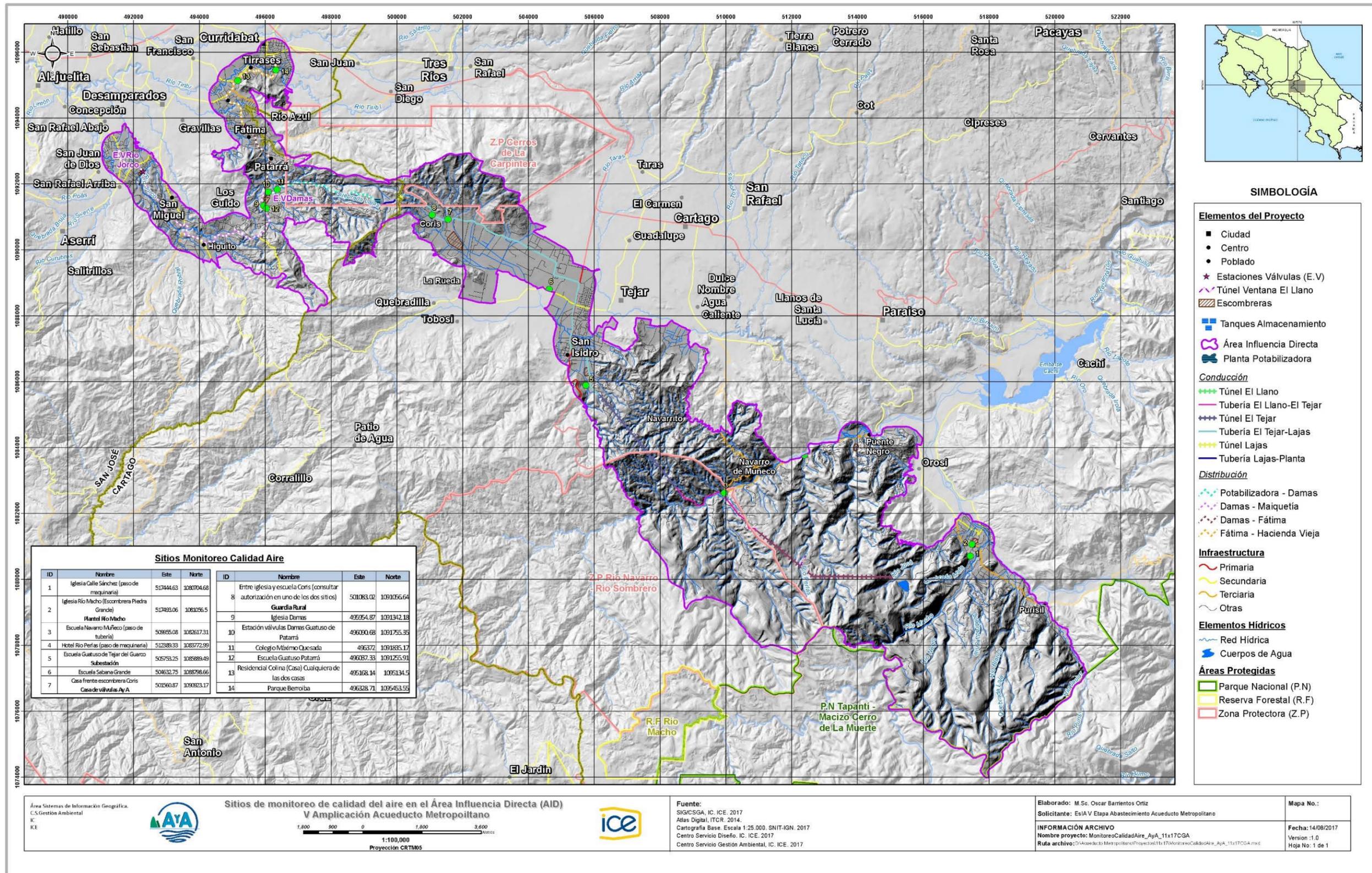


Figura 7.7.45. Ubicación de sitios de monitoreo de inmisiones en el AID V Ampliación Acueducto Metropolitano.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los monitoreos de inmisiones realizados del 2 al 18 de octubre del 2017 (Cuadro.7.7.6., Cuadro.7.7.7., Cuadro.7.7.8., Cuadro.7.7.9. y Anexo 7.2.).

**Cuadro.7.7.6.** Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 1, 2, 3 y 4.

Análisis	Unidades	Muestra Nº 1	Muestra Nº 2	Muestra Nº 3	Muestra Nº 4	Valor máximo permitido
PM-10	µg/m <sup>3</sup>	< 7,9	14,7 ± 7,9	< 7,9	8,9 ± 7,9	n.a
PM-2.5	µg/m <sup>3</sup>	6,9 ± 4,4	10,9 ± 4,2	18,3 ± 4,4	4,4 ± 4,1	n.a
Dióxido de Azufre	µg/m <sup>3</sup>	26,9 ± 5,5	15,6 ± 5,3	21,3 ± 5,4	< 5,5	n.a
Dióxido de Nitrógeno	µg/m <sup>3</sup>	nd	nd	nd	d	n.a

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Ambiental, UNA (2017). d: detectable pero no cuantificable, n.d: no detectable, n.a: no aplica

**Cuadro.7.7.7.** Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 5, 6, 7 y 8.

Análisis	Unidades	Muestra Nº 5	Muestra Nº 6	Muestra Nº 7	Muestra Nº 8	Valor máximo permitido
PM-10	µg/m <sup>3</sup>	14,7 ± 7,9	<7,9	17,7 ± 7,9	14,0 ± 7,9	n.a
PM-2.5	µg/m <sup>3</sup>	11, 7 ± 4, 4	11, 8 ± 4, 4	14,0 ± 4,5	nd	n.a
Dióxido de Azufre	µg/m <sup>3</sup>	6,6 ± 5,4	7,4 ± 5,7	< 5,8	6,8 ± 5,7	n.a
Dióxido de Nitrógeno	µg/m <sup>3</sup>	6,62 ± 0,28	9,79 ± 0,30	9,07 ± 0,30	2,81 ± 0,27	n.a

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Ambiental, UNA (2017). d: detectable pero no cuantificable, n.d: no detectable, n.a: no aplica

**Cuadro.7.7.8.** Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 9, 10, 11 y 12.

Análisis	Unidades	Muestra Nº 9	Muestra Nº 10	Muestra Nº 11	Muestra Nº 12	Valor máximo permitido
PM-10	µg/m <sup>3</sup>	25,1 ± 7,9	37,6 ± 7,9	< 7,9	24,0 ± 7,9	n.a
PM-2.5	µg/m <sup>3</sup>	< 4,4	13,8 ± 4,4	< 4,3	7,3 ± 4,5	n.a
Dióxido de Azufre	µg/m <sup>3</sup>	12,5 ± 5,5	< 5,6	13,1 ± 5,9	< 5,7	n.a
Dióxido de Nitrógeno	µg/m <sup>3</sup>	5,25 ± 0,27	12,37 ± 0,32	3,74 ± 0,28	2,28 ± 0,28	n.a

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Ambiental, UNA (2017). d: detectable pero no cuantificable, n.d: no detectable, n.a: no aplica

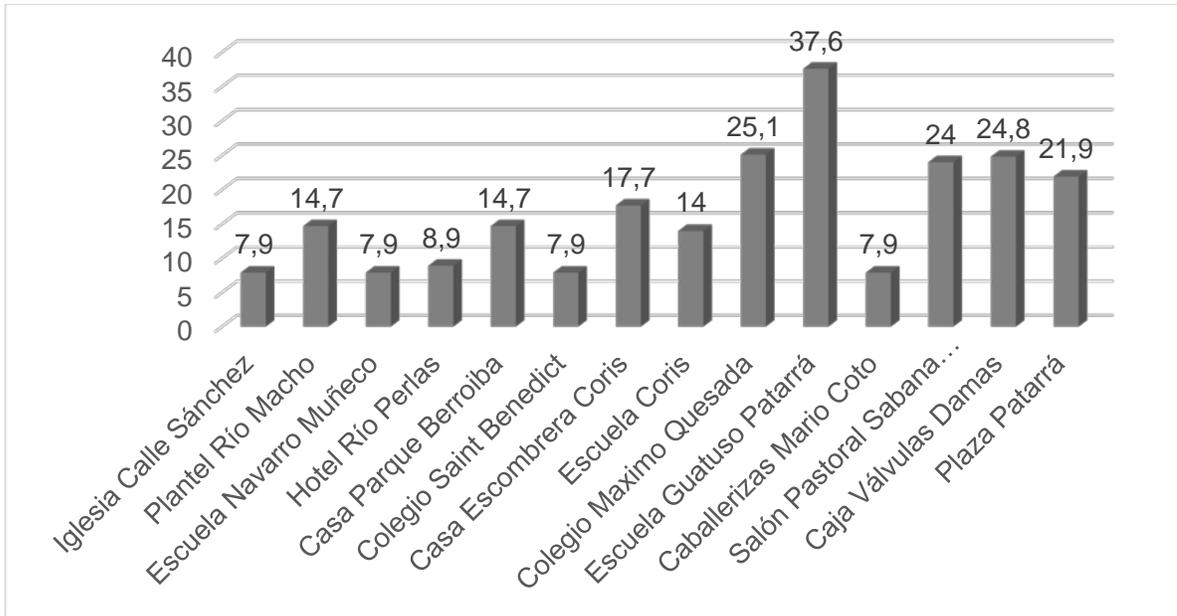
**Cuadro.7.7.9.** Resultados de monitoreo de inmisiones, muestras 13 y 14.

Análisis	Unidades	Muestra Nº 13	Muestra Nº 14	Valor máximo permitido
PM-10	µg/m <sup>3</sup>	24,8 ± 7,9	21,9 ± 7,9	n.a
PM-2.5	µg/m <sup>3</sup>	13,2 ± 4,3	11,9 ± 4,0	n.a
Dióxido de Azufre	µg/m <sup>3</sup>	< 5,4	<5,5	n.a
Dióxido de Nitrógeno	µg/m <sup>3</sup>	11,99 ± 0,31	9,31 ± 0,29	n.a

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Ambiental, UNA (2017). d: detectable pero no cuantificable, n.d: no detectable, n.a: no aplica

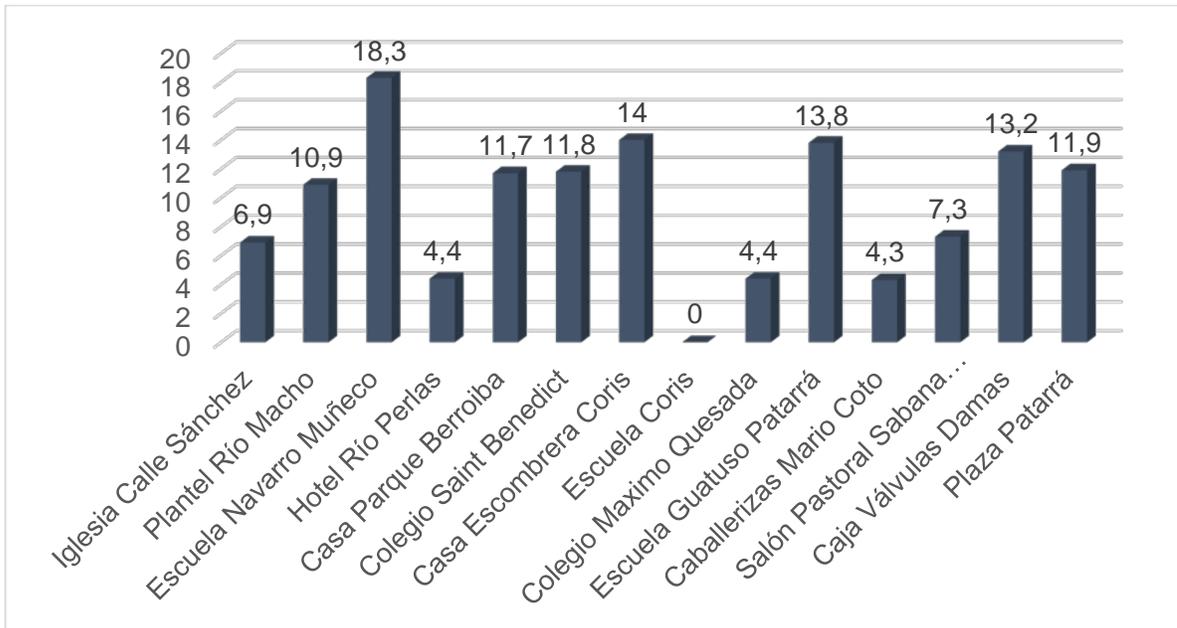
Las inmisiones percibidas se podrían asociar a las emisiones de los vehículos, partículas de polvo propias de la calle de lastre, polen u otras arrastradas por el viento. A continuación, se realiza una descripción de los parámetros analizados en los monitoreos, los datos se utilizan sin la incertidumbre para poder ser graficados.

De los puntos monitoreados para el parámetro de PM- 10, el punto que presentó el valor más alto corresponde a la Escuela Guatuso de Patarrá con 37.6 µg/m<sup>3</sup> seguido del Colegio Máximo Quesada con 25.1 µg/m<sup>3</sup>, ambos puntos se vieron influenciados principalmente por el alto tránsito vehicular presente en la zona, el menor valor se presentó en la iglesia Calle Sánchez, Escuela Navarro Muñeco, Colegio Saint Benedict y Caballerizas Mario Coto con 7.9 µg/m<sup>3</sup> (Figura 7.7.46.).



**Figura 7.7.46.** Datos monitoreo parámetro PM-10

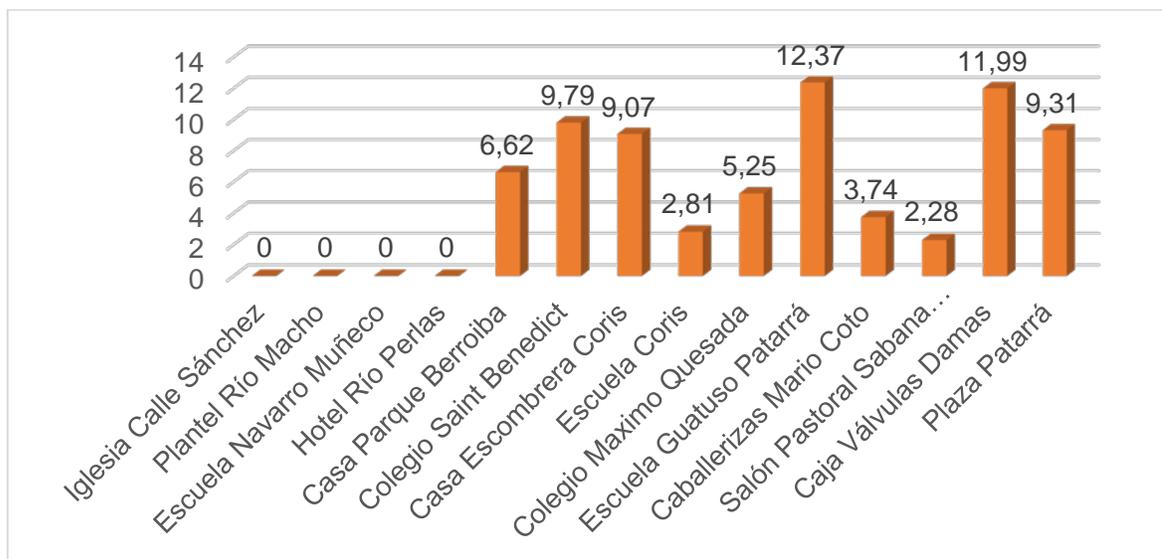
Para el parámetro PM-2.5 el valor más alto se presentó en la Escuela Navarro Muñeco con 18.3 µg/m³, seguido de la Escuela Guatuso de Patarrá con 13.8 µg/m³, en la escuela de Coris el parámetro no fue detectado (valor 0), (Figura 7.7.47.).



**Figura 7.7.47.** Datos monitoreo parámetro PM-2.5

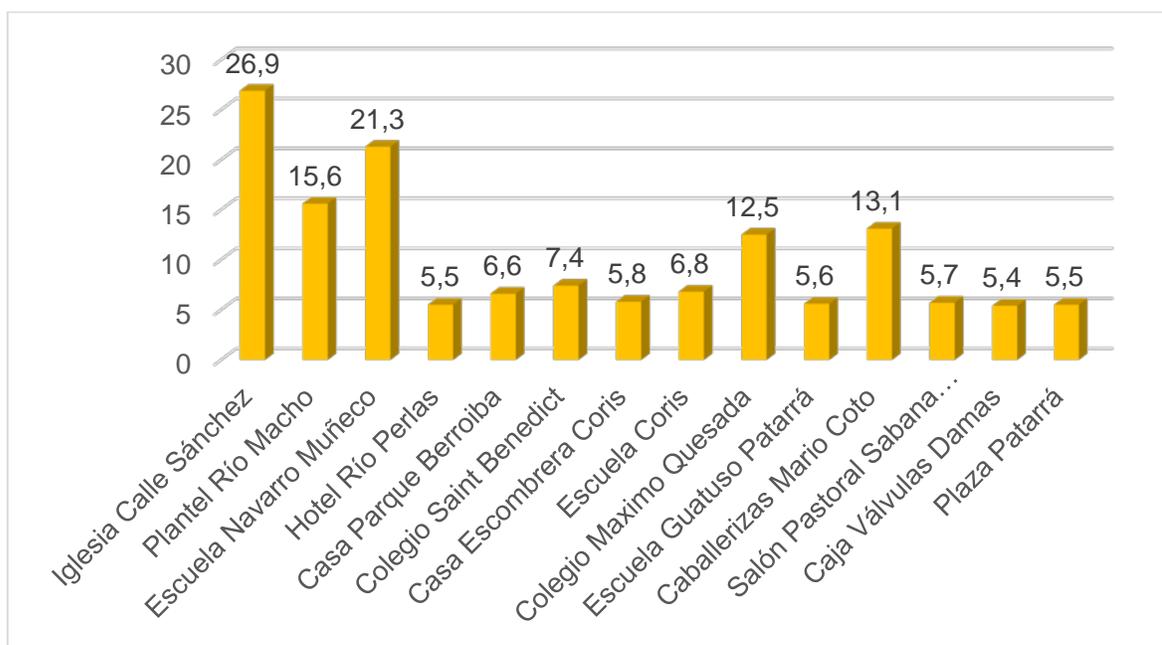
Para el caso del NO<sup>2</sup>, el valor mayor se presentó en la Escuela Guatuso de Patarrá con 12.37 µg/m³, seguido de caja de válvulas Damas, el menor valor se presentó el Salón Pastoral de Sabana Grande con 2.28 µg/m³, en los puntos iglesia Calle Sánchez, plantel Río Macho,

Escuela Navarro Muñeco y Hotel Río Perlas, el parámetro no fue detectado (valor 0). (Figura 7.7.48).



**Figura 7.7.48.** Datos monitoreo parámetro NO<sub>2</sub>

Para el parámetro SO<sub>2</sub> el valor mayor se presentó en la iglesia Calle Sánchez con 26.9 µg/m<sup>3</sup>, seguido de la Escuela Navarro Muñeco con 21.3 µg/m<sup>3</sup>, el menor valor se presentó en Caja de Válvulas damas (Figura 7.7.49.).



**Figura 7.7.49.** Datos monitoreo parámetro SO<sub>2</sub>

## **7.8. Amenazas naturales**

### **7.8.1. Fallas geológicas activas**

Como se muestra en la Figura 7.8.1, en la zona donde se ubica el proyecto del acueducto en estudio, este sistema de fallas es complejo desde el punto de vista de la tectónica. Sin embargo, para el análisis de amenaza sísmica se dará énfasis a las fallas Aguacaliente y Navarro, dada su importancia al: a) ser consideradas como activas y tener terremotos asociados, b) el trazado del nuevo acueducto cruza ambas fallas, aspectos fundamentales a la hora de determinar la amenaza sísmica. Existen otras fallas que son consideradas como activas, pero se ha considerado que las dos fallas indicadas anteriormente, son las que gobiernan la amenaza sísmica en esta región.

A continuación, se presentan y describen algunas fallas seleccionadas de este sistema. Varias de ellas son mostradas en trabajos anteriores con trazos, longitudes y extensiones diferentes a las acá propuestas, que incluso han variado en estos aspectos aún dentro de las publicaciones de los propios autores que las han estudiado. En la Figura 7.8.1 se presentan los nombres y trazos más actualizados, con base en la información aportada por los estudios más recientes ya indicados previamente. Climent & Alvarado (2014).

#### **7.8.1.1. Sistema de Fallas Aguacaliente**

El sistema de fallas Aguacaliente ha sido uno de los más estudiados en la región. Se localiza al sur de la ciudad de Cartago con un rumbo E-W y en trabajos anteriores se ha denominado como falla Valle de Coris y falla Guarco.

##### **Trazo y extensión lateral**

Diferentes trazas han sido interpretadas para este sistema por diversos autores en los valles de Coris y de El Guarco, lo cual ha complicado su delimitación (Dóndoli & Torres, 1954; Woodward & Clyde, 1993; Montero, 1994; Fernández & Montero, 2002; Montero *et al.*, 2005; Montero & Kruse, 2006). Lo anterior se debe a que en algunos sectores las fallas correspondientes tienen una expresión geomorfológica débil, aunado a la alta complejidad estructural y a los escasos afloramientos existentes, lo cual dificulta el cartografiado geológico. También, se tiene la existencia de varias trazas de falla, como, por ejemplo, el sector localizado entre la loma Salitral por Desamparados y el sur de Cartago. En efecto, al sur de San José, el trazo principal de la falla pasa del lado sur de la loma Salitral y continua hacia el este con un rumbo cercano al E-W, hasta salir al valle de Coris (Figura 7.8.1). Allí continúa su trazo del lado sur del valle de Coris y se extiende al sur de la ciudad de Cartago. Posee en general, una forma sinuosa con un rumbo variable entre ENE y WNW.

La falla Capellades podría ser parte o tener conexión con el sistema de fallas Aguacaliente, y se ubica sobre la falda sur del volcán Irazú (Figura 7.8.1).

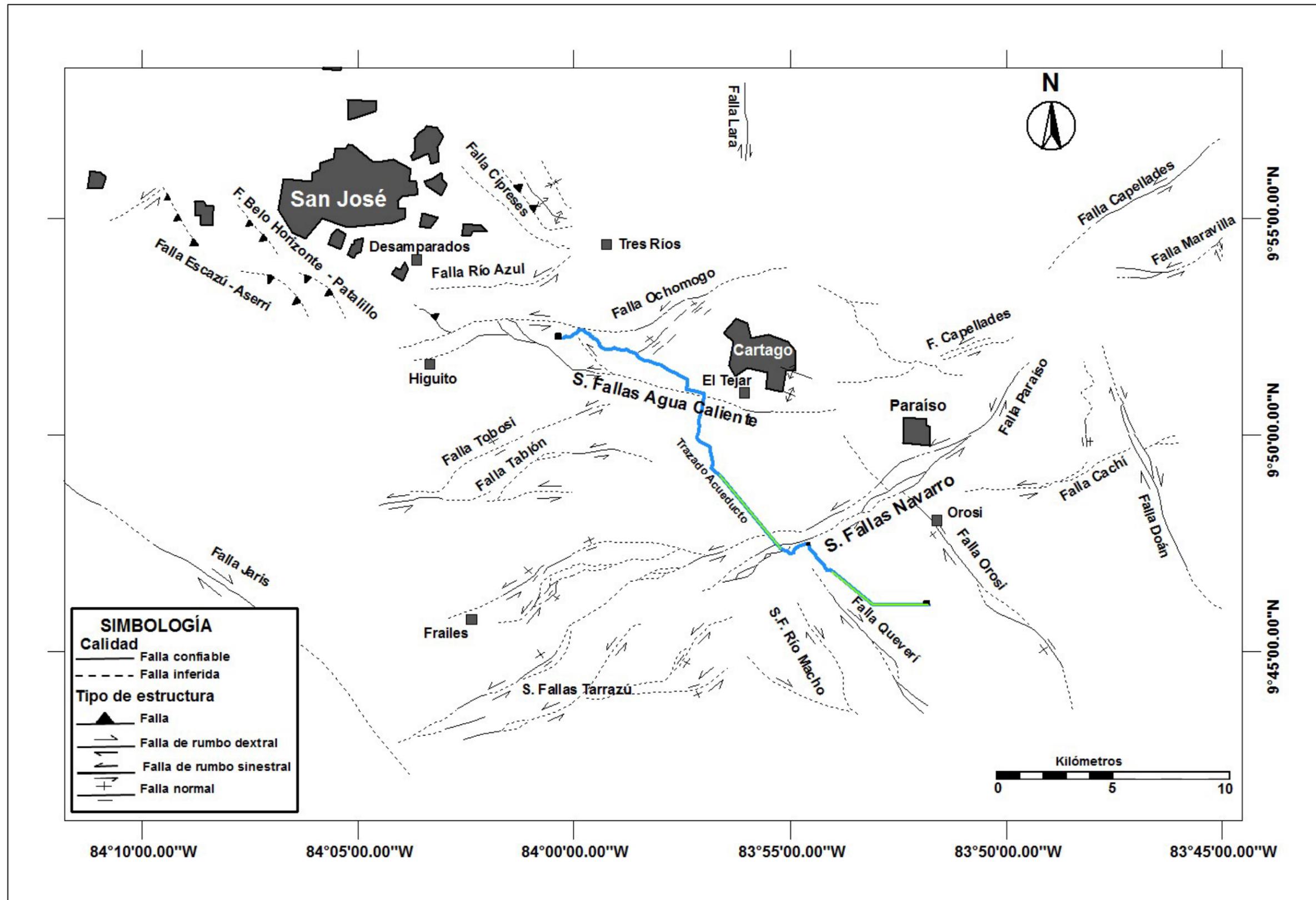


Figura 7.8.1. Tectónico local en la región sureste del Valle Central y ubicación del trazado del acueducto.

Al occidente de Cartago, este sistema se separa en dos fallas: la Aguacaliente propiamente dicha, y la falla Ochomogo (Figura 7.8.1) que originalmente había sido identificado por Woodward & Clyde (1993) como un alineamiento, que fue luego redefinido como una falla por Fernández & Montero (2002). Posteriormente, Montero & Kruse (2006), sugieren que ambas fallas forman parte de un sector transtensivo del sistema de falla Aguacaliente.

Por otro lado, Montero 2001 ha sugerido que las Fallas Escazú-Aserrí, Bello Horizonte y Patalillo forman parte del sistema de fallas Agua Caliente, pero su relación y extensión no está del todo comprobada al día de hoy.

También debe observarse que más al oeste se ha identificado la falla Virilla (Montero *et al.*, 2005), con el mismo tipo de desplazamiento sinistral, sin conexión con otras fallas. Se podría especular que la falla Virilla forme parte del sistema de falla Agua Caliente, lo cual aumentaría considerablemente la extensión de este sistema de falla dentro del Valle Central y su importancia como fuente de amenaza sísmica.

### **Morfografía y morfometría**

Geomorfológicamente, el sistema de fallas Aguacaliente se caracteriza en los valles de Coris y El Guarco, por el alineamiento de promontorios truncados, valles lineales, ríos y quebradas desplazadas y adaptadas, alineamiento fuentes termales y mineralizaciones sulfurosas (valles de Coris y Hervidero), escarpes, lomos y sillars de falla, contraescarpes en depósitos recientes, contrastes de vegetación en zonas planas (Woodward & Clyde, 1993; Fernández & Montero, 2002; Montero *et al.*, 2005; Montero & Kruse, 2006). Asimismo, la falla ha sido investigada en diversas trincheras localizadas al sur y suroeste de la ciudad de Cartago (p.e., Woodward & Clyde, 1993; Alonso-Henar, 2011; Alonso-Henar *et al.*, 2013).

### **Tipo de falla**

La falla posee un movimiento predominante sinistral. Posee una transpresión local en el sector de Tejar y en el extremo oriental la falla tiene una débil prominencia, que puede continuar hasta terminar contra la falla Navarro (Woodward & Clyde, 1993; Fernández y Montero, 2002; Montero *et al.*, 2005; Montero & Kruse, 2006). Su actividad Holocena se concluye con base en las trincheras realizadas cerca de Coris y de Tejar (Woodward & Clyde, 1993), así como por otros estudios sismológicos y de neotectónica (Montero & Miyamura, 1981; Montero *et al.*, 2005; Montero, 2010).

### **Sismicidad relevante**

La falla Aguacaliente ha sido relacionada con actividad sísmica desde el trabajo de Dóndoli & Torres (1954). A esta falla se le han asociado diversos terremotos históricos de magnitudes intermedias ( $5,0 \leq M_w \leq 6,5$ ), donde destacan los terremotos del 13 de abril de 1910 (00:37 y 01:05 hora local;  $M_w$  5,6 y  $M_w$  5,8 respectivamente); y el terremoto del 4 de mayo de ese mismo año ( $M_w$  6,2), que destruyó la ciudad de Cartago y otros poblados cercanos (Montero & Miyamura, 1981; Montero *et al.*, 2005; Montero, 2010).

En síntesis, el segmento de falla conocido como Aguacaliente es una falla sinistral E-W, de unos 12 km de longitud, pero que se aumenta en algunas decenas de kilómetros al considerar todo el sistema de fallas. Históricamente es una falla activa, que ha generado al menos tres

terremotos en el siglo XX, dos de ellos gemelos con magnitudes 5,6 y 6,2 y el tercero con una magnitud 6,4, todos ellos con profundidades muy someras, posiblemente inferiores a los 10 km.

### **7.8.1.2. Sistema de Fallas Navarro**

#### **Trazo**

En los estudios de Salazar *et al.* (1992) y Geomatrix (1994) concluyen que la falla Navarro bautizada así por discurrir a lo largo del río del mismo nombre, está orientada ENE por más de 15 km (Figura 7.8.1). De acuerdo con Montero (2001), la falla Navarro continúa hacia el oriente, al salir de su valle de falla, modificando su nombre (falla Paraíso) y su rumbo al N40°E, aunque su trazo en este tramo parece ser difuso. No obstante, sobre la falda sur del volcán Turrialba, se propone que las fallas Capellades y Maravilla (antiguamente llamadas Navarro) podrían formar parte de este sistema. Allí retomarían un rumbo ENE y cerca de Juan Viñas su rumbo es N50°E hasta el río Bonilla, al norte de la población de Lajas (Montero, 2001; Linkimer, 2003; Alonso-Henar, 2011). Por ello, su longitud total compuesta, por la suma de todas las fallas, podría alcanzar unos 54 km.

#### **Morfografía y morfometría**

Se evidencia por trincheras de falla, valles lineales y sillares de falla.

#### **Tipo de falla**

Se trata de una falla de rumbo sinistral con componente normal, en donde el bloque norte está hundido con respecto al sur, con desplazamientos verticales acumulados del orden de varias decenas a centenas de metros. De acuerdo con Montero (2001), la falla Navarro al salir de su valle de falla, parece tener además una componente normal.

En una trinchera para estudios paleosismológicos, se observó la zona de complejo fallamiento (normal, inverso y de rumbo) desarrollado en tobas y en depósitos fluvio-lacustres. La trinchera realizada por Geomatrix (1994), al sur de Paraíso, mostró que es una falla activa con una zona de falla de al menos 50 m de ancho. No obstante, los depósitos aluviales datados en 12 000 años, no presentaron evidencia de fallamiento o deformación en uno de los tramos de la falla.

#### **Sismicidad**

La distribución de daños originados por el terremoto de Orosi del 9 de agosto de 1951, de magnitud  $M_w$  5,9 sugieren que esta falla fue la generadora, según Boschini (1989) y Fernández & Montero (2002). De acuerdo con Aguilar (1980) y Montero (2001) esta falla posee microsismicidad asociada.

Geomatrix (1994) estimó que los desplazamientos, en el caso de un movimiento telúrico, que tenga manifestación en superficie, serían del orden de 0,2 a 0,5 m (horizontal máximo, movimiento puro) y 0,14 a 0,35 m (máximo vertical).

En síntesis, la falla Navarro es un sistema de fallas de rumbo sinistral, con componente normal, orientado al ENE, por espacio de al menos 15 km, y que se le atribuye al menos un terremoto histórico de  $M_w$  5,9.

### 7.8.1.3. Otras fallas importantes

#### **Sistema de Fallas Escazú-Aserrí y Belo Horizonte-Patalillo**

Consiste en dos sistemas de fallas paralelas orientadas NW, de pequeña longitud (entre 3 y 13 km), que combina movimiento de tipo dextral y de fallamiento inverso, el cual se presenta entre el oeste de Escazú y el este de San Gabriel de Acosta. Algunas de las evidencias son escarpe de falla con facetamiento triangular, sillas de falla, sistema fluvial anómalo y una falla inversa cortando depósitos coluviales y de suelo no muy antiguos (Montero *et al.*, 2005).

Aunque Montero *et al.* (2005) no las une, las fallas Escazú y Aserrí, por un lado, así como las fallas Belo Horizonte y Patalillo, por el otro, parecen formar dos sistemas de fallas inversas unidas entre sí. Su expresión morfológica notoria se explicaría mejor si se unieran sus trazos, dándoles continuidad lateral, más que si son fallas menores de unos pocos kilómetros de longitud.

Algunos posibles eventos importantes del siglo XIX (p.ej., terremoto de 1842,  $M_w$  5,8) y sismos menores a finales del siglo XX, se le han asociado (Fernández & Pacheco, 1998; Montero, 2001; Fernández & Montero, 2002; Montero *et al.*, 2005), aunque por su distancia al acueducto propuesto, el peligro es menor.

En la madrugada del 1 de noviembre del 2014, una serie de sismos se presentaron con profundidades alrededor de los 6 km y, magnitudes bajas entre 2,4 y 4,3 ( $M_w$ ). Estos sismos ocurrieron en el extremo sureste de la falla Patalillo en continuidad con la falla Río Azul. El mecanismo focal indico una falla sinistral de rumbo NE.

#### **Falla Río Azul**

Posee una orientación E-W y una longitud cercana a los 5 km. Se caracteriza por la presencia de un valle profundo lineal al pasar por la quebrada Quebradas, sillas de falla, espolón truncado y facetado triangular (Fernández y Montero, 2002).

#### **Falla Cipreses**

Se ubica entre Granadilla y Tres Ríos. Corresponde en su extremo oeste y sur con una serie de superficies geomorfológicas abovedadas de rumbo NW a EW, relacionadas con posibles pliegues anticlinales y sinclinales, que se pueden asociar con una falla de propagación. Un suelo desplazado (falla normal) sugiere que la falla es activa (Fernández y Montero, 2002).

#### **Falla Ochomogo**

Sistema de lineamientos cortos de rumbo NE, que se localizan al pie de los cerros de la Carpintera en su sector oriental y se extiende al este por el flanco sur del Irazú. Su resalte morfológico es débil a moderado, con facetamiento triangular mirando al este y sillas de falla. Los depósitos laháricos presentan alteración hidrotermal. Es una falla con componente sinistral (Woodward & Clyde, 1993; Fernández & Montero, 2002; Montero *et al.*, 2013). Un evento sísmico reciente (25 de julio del 2014,  $M_w$  4,5) parece estar asociado con dicha falla, dado que uno de los planos del mecanismo focal es de tipo sinistral.

## Falla Orosi

Es un sistema formado por una zona de falla que llega a alcanzar más de 7 km de longitud por un kilómetro de ancho, sobre la cual se asienta la ciudad de Orosi. Se trata de una falla presumiblemente normal con componente dextral, orientada NNW-SSW, donde el bloque deprimido es el oriental. No hay evidencias directas de su existencia o actividad Holocena (Salazar *et al.*, 1992, Geomatrix, 1994), ni sismos importantes asociados.

### 7.8.2. Amenaza sísmica

#### 7.8.2.1. Sismicidad

Climent & Alvarado (2014) realizan un estudio de amenaza sísmica para el proyecto de ampliación del acueducto metropolitano. El siguiente apartado sintetiza los principales resultados y conclusiones con respecto a este estudio aplicable a la evaluación de impacto ambiental.

#### 7.8.2.2. Sismicidad histórica de eventos mayores

Dentro de la zona de interés para este informe, tenemos que se han presentado varios terremotos importantes durante los siglos XIX y XX (Cuadro.7.8.1).

La magnitud y localización de estos eventos ha sido tomada del Catálogo de sismos más relevantes de Costa Rica de la Red Sismológica Nacional (en preparación). De ellos, los más destructivos han sido los de 1841 y 1910 que provocaron gran cantidad de daños en las ciudades de Cartago y Paraíso principalmente. Según Montero & Miyamura (1981), los tres eventos del año 1910 se originaron en el sistema de fallas de Aguacaliente.

**Cuadro.7.8.1.** Sismicidad histórica de la región este del Valle Central.

Sismo	Fecha	Hora (GMT)	Mw*	Prof. km
Sismo de Cartago (San Antolín)	1841-09-02	-	6,4	10
Sismo de Alajuelita	1842-03-21	-	5,8	10
Sismo del Tablazo (A)	1910-04-13	06:37	5,9	10
Sismo del Tablazo (B)	1910-04-13	07:05	6,1	10
Sismo de Cartago (C)	1910-05-05	00:47	6,2	10
Sismo de Tres Ríos	1912-02-21	08:15	5,6	5
-	1933-03-22	16:15	5,6	10
Sismo de Paraíso	1951-08-22	05:41	5,9	5
Sismo de Patillos	1952-12-30	12:07	6,2	5
-	1991-08-9	9:33	5,1	5
-	1993-07-11	2:40	5,4	6

**Fuente:** /Información tomada de RSN (en preparación).

De acuerdo a lo anterior, se puede indicar que en las cercanías del trazado del nuevo acueducto han ocurrido históricamente al menos 6 eventos sísmicos de magnitud moderada ( $M_w \leq 6,5$ ), si se considera los sismos de 1912 y el de 1941.

Debido a su foco superficial, estos terremotos generan intensidades sísmicas muy altas en el área meso-sísmica ( $\geq$  VIII), como en el caso del terremoto de Cartago del 4 de mayo de 1910.

### **7.8.2.3. Sismicidad reciente**

Se incluye en este apartado únicamente la sismicidad reportada como sentida por la Red Sismológica Nacional (RSN.ICE-UCR). La sismicidad en la región sureste del Valle Central es dispersa con algunos focos ubicados hacia el noreste de Cartago y sur de San José y Cartago. La sismicidad superficial registrada y sentida, localizada al sur y sureste del Valle Central en los últimos 28 años, se caracteriza principalmente por la ocurrencia de sismos de magnitud moderada a baja (entre 2 y 4,5), siendo las profundidades de los sismos por lo general menores a 20 km. Para el periodo 1986-2013, se localizaron 408 sismos sentidos con magnitudes entre 1,9 y 4,0; 16 eventos con magnitudes entre 4,1 y 5,0 y solo un sismo con magnitud mayor a 5,0, que ocurrió el 9 de agosto de 1991. En 1990 y 1991, se produjeron varios enjambres sísmicos al sur de Tejar del Guarco, disparados por el terremoto de Cóbano del 25 de marzo de 1990 (Barquero & Boschini, 1991) y posteriormente por el de Limón del 22 de abril de 1991.

De esta sismicidad hay algunos eventos que se localizan en las cercanías o sobre las trazas de las fallas Agua Caliente, Navarro, Orosi y Frailes. Otros sismos se han ubicado al NE de la ciudad de Cartago, en el flanco sur del macizo del volcán Irazú por donde se localizan las fallas Maravilla y Capellades. En diciembre del 2011 se registró un enjambre sísmico en el SW de Cartago, con gran cantidad de eventos que se ubicaron cerca de las poblaciones de Tobosi, Frailes y Desamparados. Estos sismos pueden asociarse a fallas como la Higuito, Frailes.

Buena parte de la ocurrencia de eventos sísmicos se incrementó en esta región, después de los terremotos de Cóbano y Piedras Negras 1990, Limón 1991 y Sámara 2012 (Linkimer y Alvarado, 2014).

Del lado sur, suroeste y oeste de San José, existe una zona sísmica que se localiza cerca del límite del Valle Central con las estribaciones norte de la cordillera de Talamanca. Esta zona tectónica ha sido la más activa en el área de estudio entre los años 1984 y el 2005. Los temblores han ocurrido como enjambres, sismos aislados o fueron disparados por el terremoto de Piedras Negras del 22 de diciembre de 1990 (Ms 5,7).

Según la interpretación de Fernández & Pacheco (1998) y Fernández & Montero (2002), la anterior sismicidad se relaciona con la falla Aguacaliente, la cual podría continuar al oeste con un relevo comprensivo, caracterizado por un cambio de rumbo al NW y en el tipo de fallamiento que se incluye a las fallas inversas Patalillo, Aserrí, Belo Horizonte y Escazú.

### **7.8.2.4. Amenaza sísmica**

La amenaza sísmica se estimó evaluando el efecto específico de los sistemas de fallas Aguacaliente y Navarro, los cuales se encuentran localizados en el área de estudio. Para mayor detalle revisar el estudio de amenaza sísmica elaborado por Climent & Alvarado (2014).

Para el cálculo de amenaza sísmica, se decidió evaluar un único escenario representado por un evento sísmico de magnitud Mw 6,6 que podría ocurrir, ya sea en la falla Aguacaliente o en la Navarro. Su hipocentro se propone ocurriendo a una profundidad de 10 km. Se utilizaron los modelos de predicción propuestos por Climent et al. (1994), Abrahamson y Silva (1997) y Zhao et al. (2006), para evaluar las fuentes sísmicas relacionadas con fallamiento superficial, estos

seleccionados de acuerdo a las recomendaciones de Climent et al. (2008), Piedra (2011) y Arango et al. (2012).

La evaluación de la amenaza fue realizada utilizando en forma individual cada uno de los modelos de predicción y cuyos resultados fueron luego integrados en un resultado final por medio de obtener una media ponderada del parámetro estimado. A los modelos de Abrahamson & Silva (1997) y Zhao et al. (2006) se les asignó un peso de 0,4 y al de Climent et al. (1994) de 0,2.

También los valores de la intensidad sísmica en el campo muy cercano fueron truncados a partir de los 6 km con respecto al acueducto, asignándole a los sitios ubicados a distancias menores el mismo valor que el obtenido a los 6 km.

Lo anterior, considerando la incertidumbre que tienen estos modelos para estimaciones a distancias muy cercanas a la fuente, pero sin dejar de reconocer que en campo cercano la sacudida sísmica puede alcanzar niveles superiores a 1 g para la aceleración.

Los resultados de este cálculo se muestran en la Figura 7.8.2 y la Figura 7.8.3 La primera de ellas muestra los niveles de intensidad esperados para la sacudida sísmica, dado que ocurre un evento sísmico de magnitud  $M_w$  6,6 en la falla Aguacaliente y en la siguiente, dado que ocurre, un evento similar, en la falla Navarro, y para cada uno de estos valores se hace una correlación del grado de amenaza que esto implicaría para el proyecto.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determina que la amenaza sísmica, para la falla aguacaliente (Figura 7.8.2), en el campo cercano, a lo largo del trazado del acueducto propuesto, es bastante elevada, con intensidades que varían entre 0,32 g y 0,8 g. Se considera que para esta falla todo el proyecto se ubica en una amenaza que se cataloga como fuerte a muy fuerte

En la Figura 7.8.3 se muestra que los valores de intensidad para la falla Navarro oscilan entre 0.32 y 0.7, lo que corresponde a una amenaza sísmica que va de moderada a elevada en el sector del componente 4, en parte de los sectores 5 y 6 de las tuberías la amenaza va de elevada a fuerte, mientras que en la zona de los túneles El Llano y Tejar la amenaza se cataloga como fuerte a bastante fuerte.

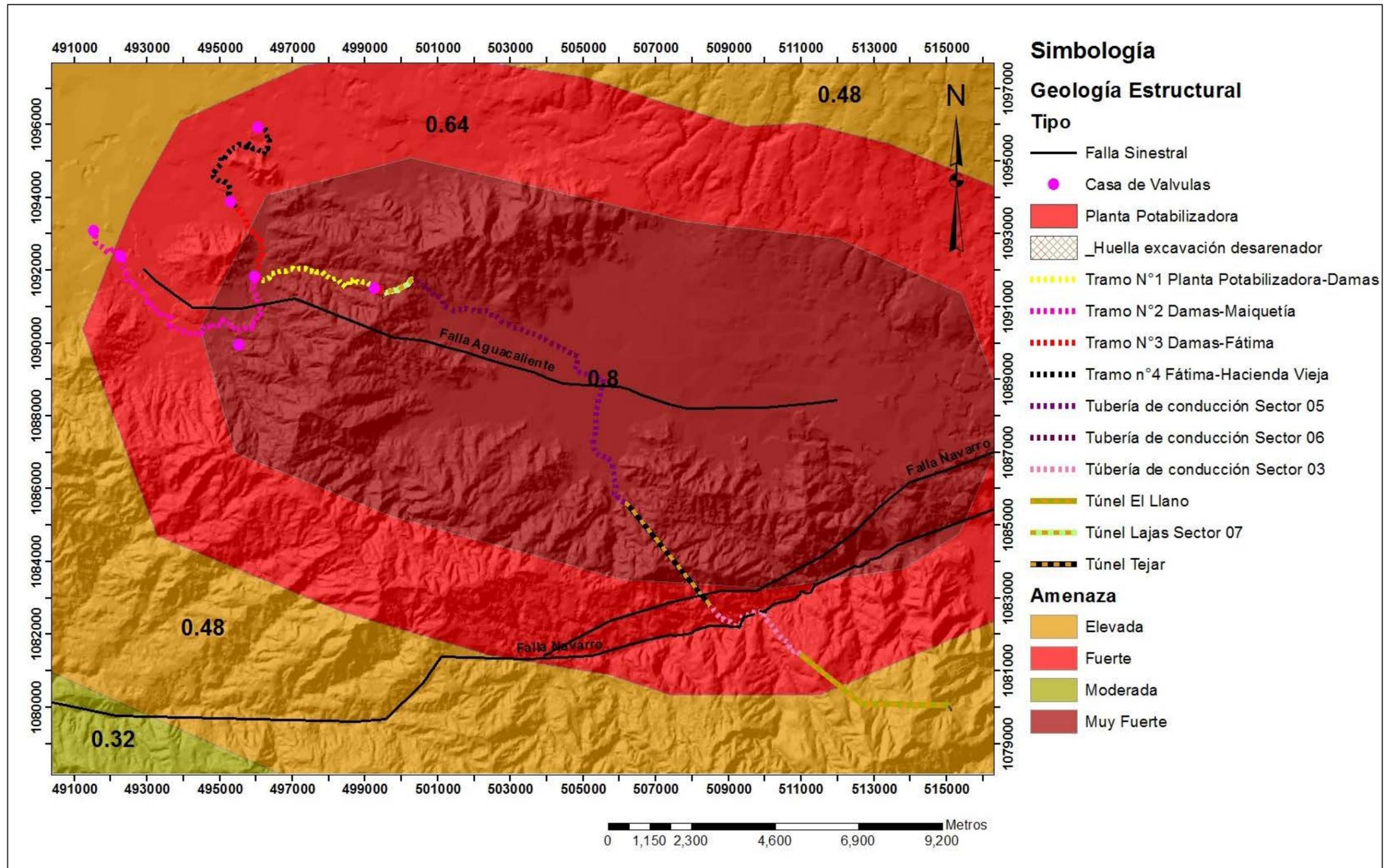


Figura 7.8.2. Amenaza sísmica generada por la falla Aguacaliente en la ubicación del trazado del acueducto.

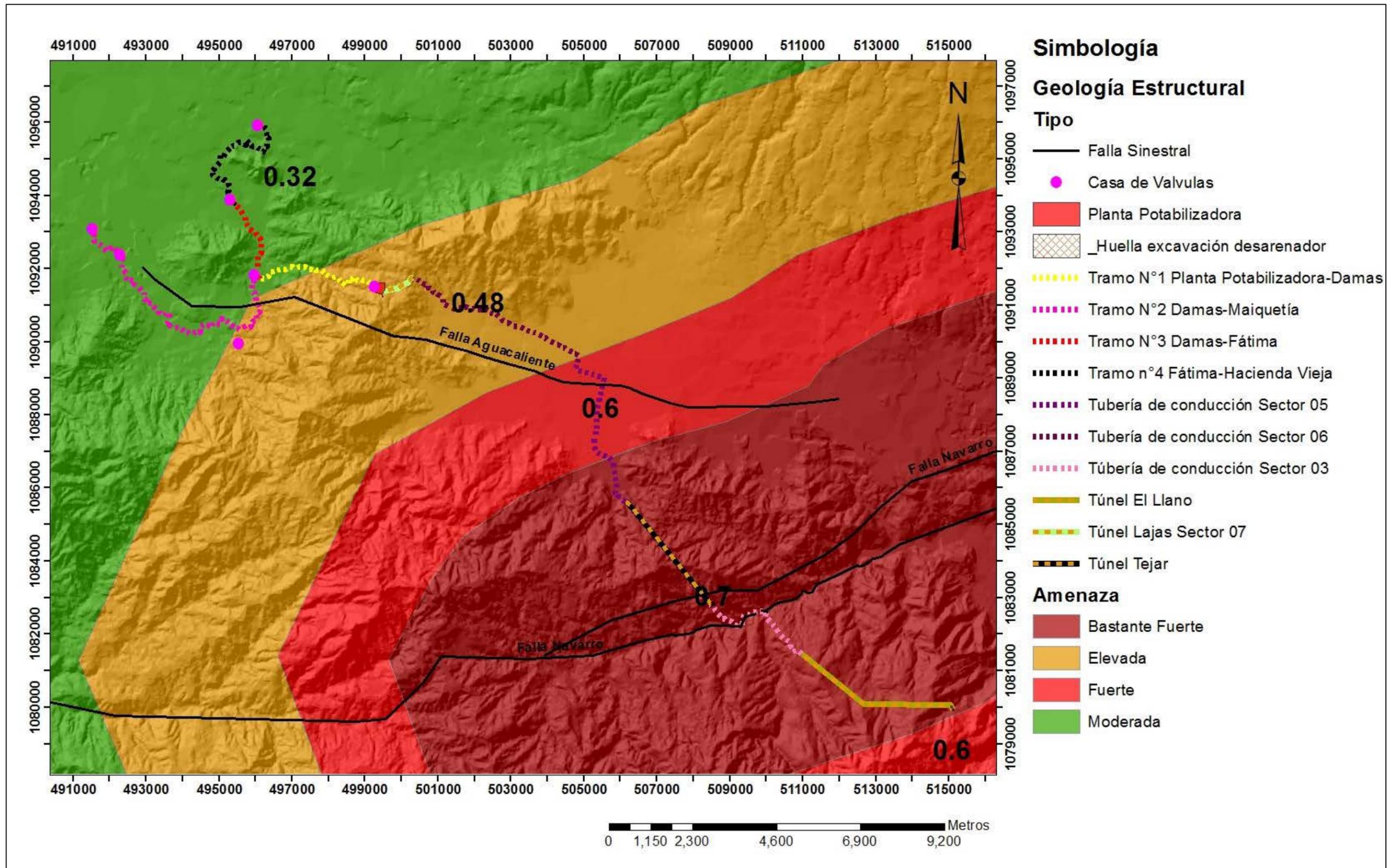


Figura 7.8.3. Amenaza sísmica generada por la falla Navarro en la ubicación del trazado del acueducto.

### **7.8.3. Amenaza volcánica**

El área de estudio se encuentra a un promedio de 18 km del cráter del Volcán Irazú. El principal producto volcánico que podrían afectar tanto la construcción como la operación del acueducto sería la caída de ceniza, de igual manera no se descarta en caso extremo una posible afectación de la tubería en la componente 2 sectores 5 y 6 por efecto de lahares que fluyan a lo largo del Río Reventado, sin embargo, al diseñarse para estos sectores la tubería enterrada es probable que la misma no vaya a tener una afectación grave.

Con respecto a la caída de ceniza la planta potabilizadora (componente 3) es la que podría verse con mayor afectación si la concepción de la misma se realizara como la planta potabilizadora del AyA en Tres Ríos de Cartago la cual realiza gran parte del proceso de potabilización principalmente la floculación al aire libre. Este aspecto debe ser considerado en el diseño final de la planta potabilizadora.

### **7.8.4. Inundaciones**

Para determinar la amenaza por inundación en el área de proyecto se utilizaron los mapas de amenazas potenciales naturales elaborados por la Comisión Nacional de Emergencias.

En estos mapas se identificaron las zonas que presentan amenazas por inundación, basados en experiencias e información disponible en las zonas afectadas, los cuales son de carácter general.

En el mapa de zonas inundables (Figura 7.5.17, apartado 7.5.19. Cotas de inundación, Capítulo 7, Tomo V) se muestra el Área de Proyecto (AP), la red de drenaje y la ubicación de las principales obras, donde se observa que solamente las zonas de escombreras se encuentran dentro de zonas de inundación. Por este motivo se recomienda tomar las consideraciones necesarias en el diseño y construcción de estas obras, para minimizar posibles afectaciones por inundación.

### **7.8.5. Licuefacción, subsidencias y hundimientos**

De la totalidad del proyecto el principal componente que presenta un potencial de licuefacción es el componente 2 específicamente los sectores 5 y 6, en los cuales la presencia de depósitos de fluviolacustres específicamente capas de arena y niveles freáticos someros en conjunto con actividad sísmica podrían ocasionar una licuefacción del terreno.

En los mapas geológicos de las diferentes obras, se detalla la distribución de los depósitos fluviolacustres y por ende los sectores de la tubería superficial que podrían sufrir el efecto de licuefacción. De igual manera no se descarta que en el paso del Río Navarro y Sombrero en el sector 03 pueda existir la posibilidad de presentarse este fenómeno.

Los diseños de las obras específicamente la tubería de conducción para estos sectores debe de realizarse de tal manera que considere este potencial efecto de licuefacción.

La amenaza por licuefacción se cataloga para el proyecto entre valores que van de baja a moderada, basados en los tipos de materiales presentes en la zona, así como en la profundidad del nivel freático, (Figura 7.8.4).

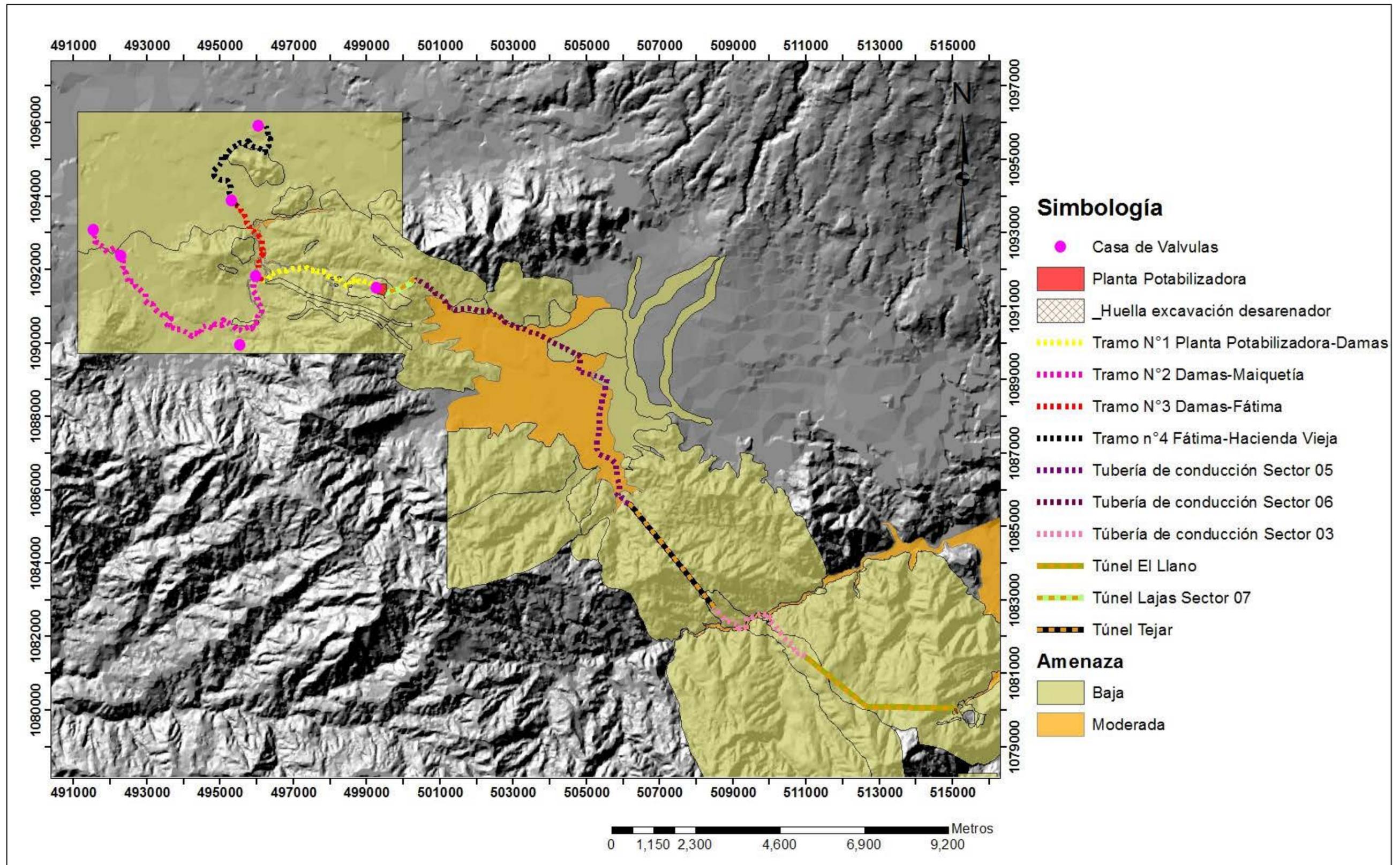


Figura 7.8.4. Amenaza por licuefacción en los alrededores del trazado del acueducto.

### **7.8.6. Deslizamientos y erosión**

De la totalidad del proyecto se considera que los sitios de tubería, así como sitios de excavación, son los más vulnerables a sufrir afectación por deslizamientos y/o erosión.

A lo largo del proyecto se identificaron varias zonas que presentan una susceptibilidad alta a deslizamientos, basados en identificación de deslizamientos existentes, en la actualidad o a eventos ocurridos en el pasado.

En la Figura 7.8.5, se muestran las zonas de inestabilidad cercanas al desarenador y el sector 3 de la tubería. En el caso de la zona de desarenador, se han presentado algunos eventos importantes. Predominan pendientes sumamente fuertes y cauces encañonados, los que, a su vez, y en caso de un deslizamiento, podrían encausar avalanchas de lodo, escombros y rocas afectando parte de los poblados principalmente en las inmediaciones de los cauces.

El inexistente manejo de las cuencas, conjuntamente con la degradación por la acción antrópica, como por ejemplo la deforestación, han generado una modificación en los patrones de infiltración y de escorrentía superficial, causando pérdida de la adherencia de a capa superficial de los terrenos.

Se distinguen zonas con alta propensión a tránsito de flujos de lodo, como el sector de la quebrada los Tanques; también se puede observar en el mapa, la ubicación de los sectores que han sido afectados con sucesos de flujos de lodo, específicamente el sector de Alto Loaiza y la comunidad de Jucó.

Igualmente, en la Figura 7.8.5, se muestra la zona del sector 3, donde se presenta una zona de deslizamiento en el sector del río Sombrero, donde se interpreta que la secuencia tiene una dirección de buzamiento hacia el NW, esta condición provoca que se evidencien cicatrices y coronas actuales de deslizamiento en la ladera de margen derecha del río Sombrero

Todas las zonas de inestabilidad identificadas serán monitoreadas durante toda la etapa de construcción, tal y como se menciona en la medida MC-FQ-SM-02 (Capítulo 11).

Por su parte las zonas de inestabilidad y deslizamientos ubicados en el sector ubicado entre la planta potabilizadora y el sector de Damas (Tramo 1, componente 4) así como en otras zonas de componente 4, se muestran en la Figura 7.8.6.

En el tramo 1 se identificaron al menos 5 zonas de deslizamientos, para las cuales se detallan sus características en el Cuadro.7.8.2.

En el cuadro se observa que los deslizamientos en este sector se presentan en suelo, por lo general son relacionados con zonas de reptación o flujos de suelos superficial.

Los dos deslizamientos de mayor importancia corresponden con los deslizamientos Lajas y Mesas que corresponden con movimientos de tipo rotacional. En ambos casos es necesario mantener un monitoreo constante durante el proceso de construcción, para evitar afectaciones a la obra.

**Cuadro.7.8.2.** Descripción de deslizamientos Tramo 1, Componente 4.

<b>DESLIZAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Deslizamiento Lajas	Deslizamiento en suelos, rotacional y traslacional, cárcava
Deslizamiento Mesas	Deslizamiento en suelos, rotacional con cárcava profunda
Deslizamiento 1	Flujo de suelos superficial
Deslizamiento 2	Flujo de suelos superficial
Deslizamiento 3	Flujo de suelos superficial
Deslizamiento 4	Flujo de suelos superficial
Deslizamiento 5	Zona con inestabilidad superficial de suelo, escarpe 50cm, humedad
Deslizamiento 6	Zona con reptación
Deslizamiento 7	Zona con reptación

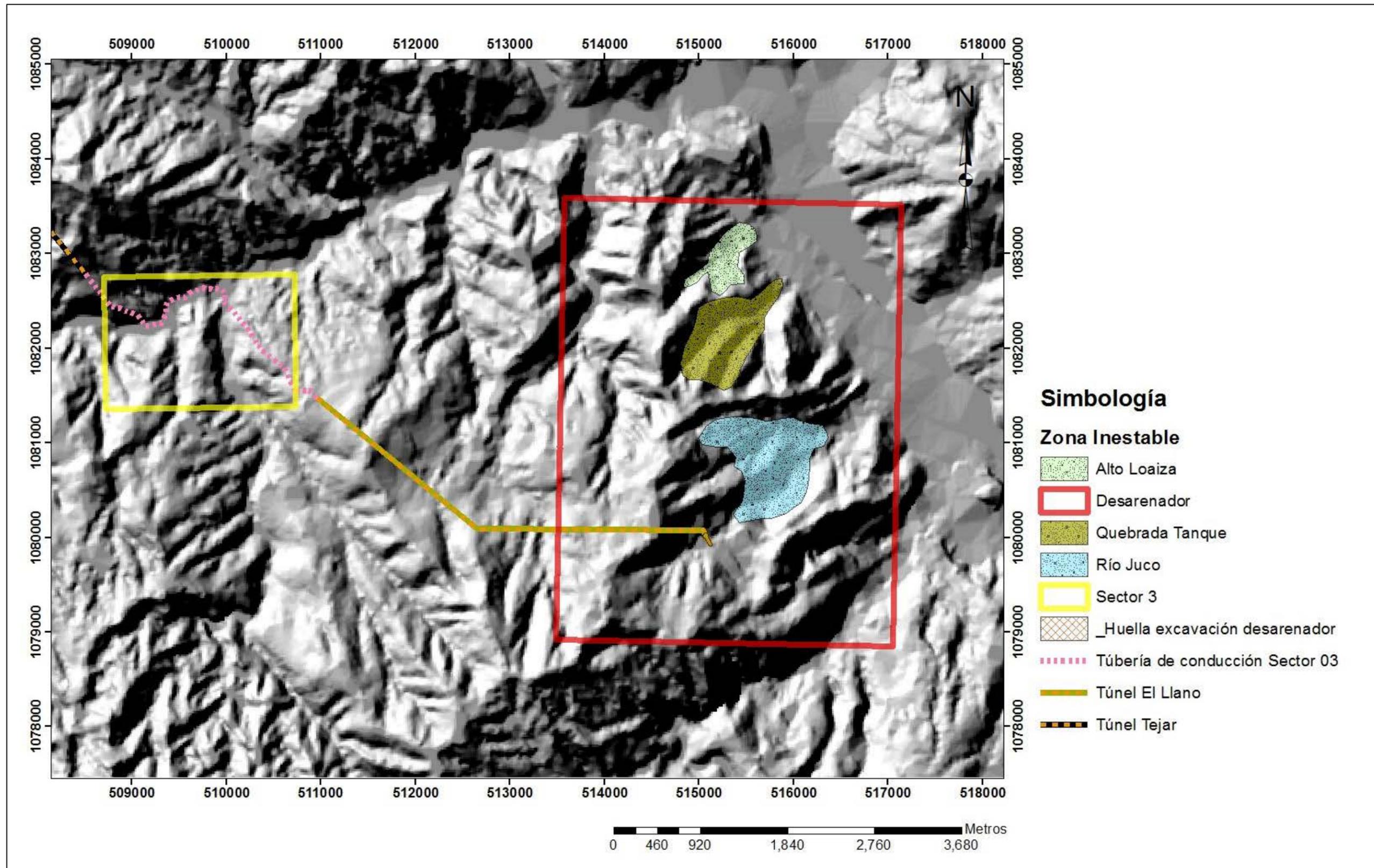


Figura 7.8.5. Ubicación de deslizamientos Desarenador y Sector 3.

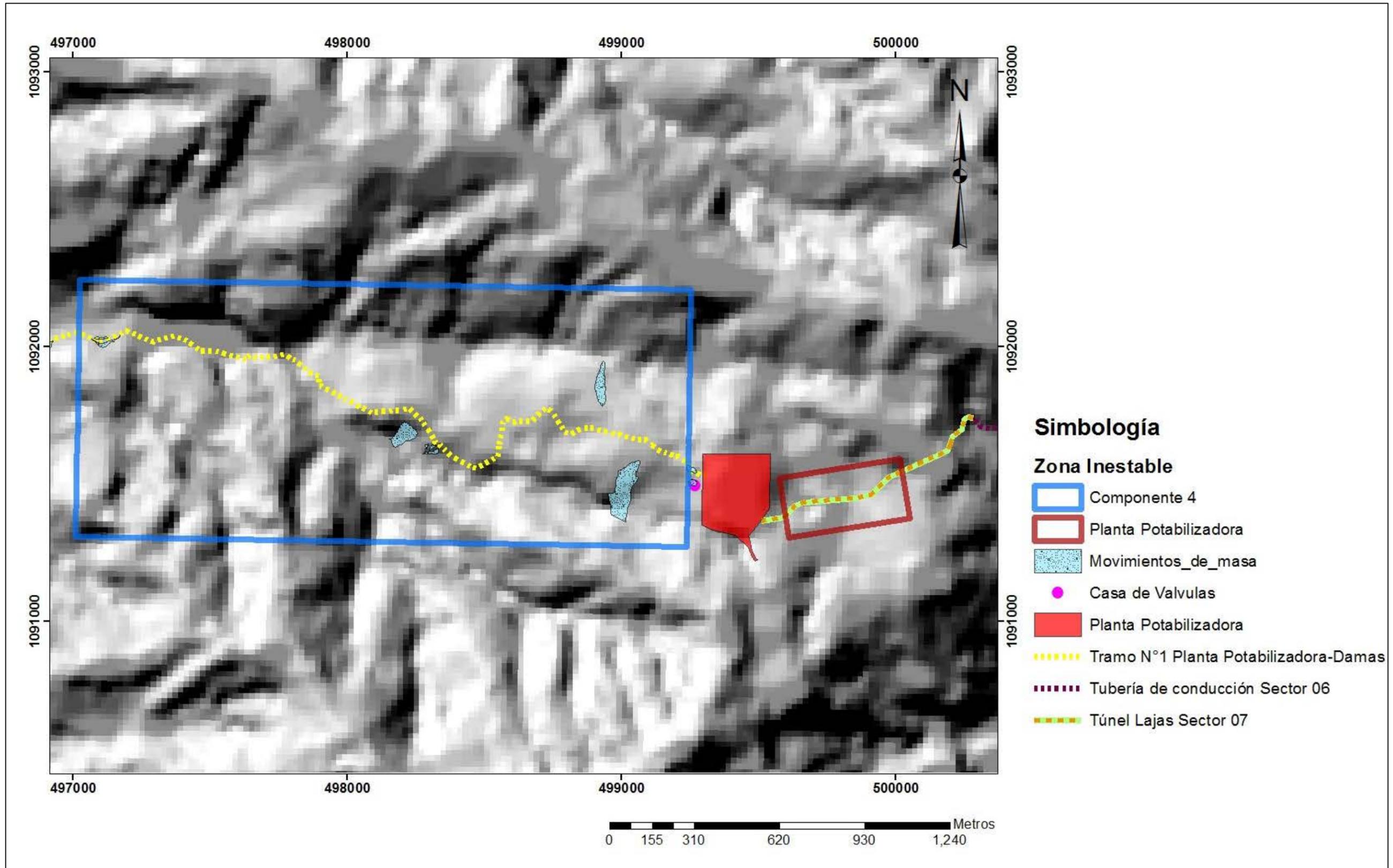


Figura 7.8.6. Ubicación de deslizamientos Tramo 1, Componente 4.

## 7.9. Referencias bibliográficas

- Aguilar, A. (1980). Sismicidad del 3 al 9 de setiembre de 1980 y su relación con la geología en la cabecera del río Navarro, Cartago. Informe de trabajo de grado de Licenciatura en Geología. Universidad de Costa Rica.
- Alonso-Henar, J. (2011). Análisis morfotectónico y paleosísmico de la falla Aguacaliente, Valle Central de Costa Rica. Trabajo de grado, Maestría en Geología Ambiental y Recursos Geológicos, Universidad Complutense de Madrid.
- Alonso-Henar, J., Montero, W., Martínez-Díaz, J., Álvarez-Gómez, J.A., Insua-Arévalo, J.M. y Rojas, W. (2013). The Aguacaliente Fault, source of the Cartago 1910 destructive earthquake (Costa Rica). *Tera Nova*, doi: 10.1111/ter.12045.
- Arango, M.C., Strasser, F.O., Bommer, J.J., Cepeda, J.M., Boroschek, R., Hernández, D.A. y Tavera, H. (2012). An evaluation of the applicability of current ground-motion models to the South and Central American subducción zones. *BSSA*, 102(1),143-168.
- Barquero, R. y Boschini, I (1991). La crisis sísmica del golfo de Nicoya y eventos sísmicos relacionados, Costa Rica 1990. Informe Interno del Instituto Costarricense de Electricidad.
- Boschini, I.M. (1989). Incidencia de las Fuentes Sísmicas en la Región Caribe de Costa Rica. Informe de trabajo de grado de Licenciatura en Geología. Universidad de Costa Rica.
- Climent, A. y Alvarado, G. (2014). Estudio de amenaza sísmica para la quinta etapa de abastecimiento del acueducto metropolitano. Informe interno del ICE.
- Climent, A., Taylor, W., Ciudad Real, M., Strauch, W., Santana, G., Villagran, M., Dahle, A. y Bungum, H. (1994). Spectral Strong Motion Attenuation in Central America. NORSAR, Technical Report No. 2-17. RONDICA Project. Kjeller, Noruega.
- Climent, A., Rojas, W., Alvarado, G. y Benito, B. (2008). Evaluación de la amenaza sísmica en Costa Rica. Reporte del proyecto RESIS II.
- Dóndoli, C. & Torres, A. (1954). Estudio geoagrónómico de la región oriental de la Meseta Central. 180 pp. Informe Interno del Ministerio de Agricultura e Industria, San José.
- Fernández, M. y Montero, W. (2002): Fallamiento y sismicidad del área entre Cartago y San José, Valle Central de Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 26, 25-37.
- Geomatrix (1994). Acueducto de Orosi. Sub-Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la Conducción: El Llano a Tres Ríos, Provincia de Cartago, Costa Rica. Informe Final.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2010). Mediciones de ruido Ambiental y Tránsito Vehicular en Proyecto Hidroeléctrico Reventazón Cantón de Siquirres, Limón. San José: ICE.
- Instituto Nacional de Ecología (s.f.) Manual 1 Principios de Medición de la Calidad del Aire. [en línea]. México: SINAICA. Disponible en: <http://sinaica.inecc.gob.mx/pags/guias.php> [2017, 6 de julio].

- Linkimer, L. (2003). Neotectónica del extremo oriental del Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica. Informe de trabajo de grado de licenciatura en Geología. Universidad de Costa Rica.
- Linkimer, L. y Alvarado, G.E. (2014). Distribución espacio-temporal de la sismicidad en Costa Rica (1976-2013) en el marco histórico del 30 aniversario (1982-2012) de la Red Sismológica Nacional (RSN: UCR-ICE). Revista Geológica de América Central, Volumen especial 2014: 30 aniversario, 45-71.
- Montero, W. y Kruse, S. (2006). Neotectónica y geofísica de la falla Aguacaliente en los valles Coris y El Guarco, Costa Rica. Revista Geológica de América Central, 34-35, 43-58.
- Montero, W. y Miyamura, S. (1981). Distribución de intensidades y estimación de los parámetros focales de los terremotos de Cartago de 1910, Costa Rica, América Central. Revista del Instituto Geográfico Nacional, Julio-Diciembre, 9-34.
- Montero, W., Barahona, M., Rojas, W. y Taylor, M. (2005). Los sistemas de falla Agua Caliente y Río Azul y relevos compresivos asociados, Valle Central de Costa Rica. Revista Geológica de América Central, 33, 7-27.
- Montero, W., Rojas, W. y Linkimer L. (2013). Neotectónica de las fallas Ochomogo y Capellades y su relación con el sistema de falla Aguacaliente, falda sur macizo Irazú-Turrialba, Costa Rica. Revista Geológica de América Central, 48, 119-139.
- Montero, W. (1994). Sismicidad y neotectónica. En Atlas Geológico Gran Área Metropolitana. (pp. 147-160). Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Montero, W. (2010). El terremoto de Cartago del 4 de mayo de 1910: aspectos sismológicos y neotectónicos. En Efemérides de la destrucción de la ciudad de Cartago, cien años después (1910-2010) (pp. 37-47). Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Piedra, R. (2011). Calibración de modelos de movimiento fuerte con datos acelerométricos en América Central. Trabajo de grado, Maestría en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras, Universidad Politécnica de Madrid.
- Reglamento de Calidad del Aire para Contaminantes Criterio. Gaceta No.209, Imprenta Nacional, San José (2016).
- Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido. Gaceta No.20, Imprenta Nacional, San José (2016).
- Reglamento sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos. Gaceta No.57, Imprenta Nacional, San José (2002).
- Salazar, L., Obando, L. y Mora, R. (1992). Acueducto Metropolitano. Tramo embalse El LLano-Río Navarro (Costa Rica): Un sitio Bajo Amenaza. Revista Geológica de América Central, 14. 85-96.
- Woodward-Clyde. (1993). A preliminary evaluation of earthquake and volcanic hazards significant to the major population centers of Central Valley, Costa Rica. . Ret Corporation-Woodward-Clyde.

Zhao, J.X., Zhang, J., Asano A., Ohno Y., Oouchi, T., Takahashi, T., Ogawa, H., Irikura, K., Thio, H.K. y Somerville, P.G. (2006). Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period, Bulletin of the Seismological Society of America, 96(3), 898-913.

## **Anexos del Capítulo 7 / Tomo VI**

**Anexo 7.1.** Bitácora de datos recopilados en monitoreos de ruido

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 563	<b>Hora inicial:</b> 09:13	<b>Hora final:</b> 09:18
<b>Nombre del punto:</b> Iglesia calle Sánchez		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Casas frente iglesia, río de fondo, poco tránsito vehicular, calle de lastre.	1	52.0	Aves, paso de vehículos, música de fondo, sonido de piedras.	
	2	55.2	Sonido de piedras, música de fondo, aves.	
	3	53.8	Aves, insectos.	
	4	53.0	Aves, silbido,	
	5	52.1	Ladrido de perro lejano, silbido, aves.	
	Leq dB(A)	52.1		
<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 595	<b>Hora inicial:</b> 09:31	<b>Hora final:</b> 09:36
<b>Nombre del punto:</b> Iglesia Calle Sánchez		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Pueblo, casas, plantaciones y bosque alrededor, calle de lastre.	1	48.9	Conversaciones, aves, río, paso de vehículos.	
	2	59.7	Conversaciones, aves, río, silbido.	
	3	58.2	Aves, río, silbido, puertas de casa, pasos.	
	4	59.6	Aves, río, silbido, río, pasos, conversaciones, pito.	
	5	59.9	Conversaciones, pito, alarma de carro, música, río, aves, vehículos.	
	Leq dB(A)	59.8		
<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 564	<b>Hora inicial:</b> 09:28	<b>Hora final:</b> 09:33
<b>Nombre del punto:</b> Pulpería Calle Sánchez		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Poco tránsito vehicular, calle de lastre.	1	45.2	Aves, insectos, brisa leve, golpe de puerta.	
	2	54.9	Aves, paso de vehículos.	
	3	53.3	Brisa moderada, golpe, aves, movimiento de rótulo de metal, conversaciones.	
	4	52.3	Conversaciones, aves.	
	5	51.6	Pasos, aves, insectos, conversaciones, movimiento de rótulo de metal.	
	Leq dB(A)	51.5		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 597	<b>Hora inicial:</b> 09:46	<b>Hora final:</b> 09:51
<b>Nombre del punto:</b> Pulpería Calle Sánchez		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Caserío, pulpería, plantaciones café, calle de lastre.	1	64.3	Aves, río, paso de vehículos, paso de camión, pito.	
	2	61.5	Conversaciones, aves, paso de agua en la cuneta, paso de camión.	
	3	60.6	Conversaciones, aves, paso de agua en la cuneta, paso de camión.	
	4	59.4	Paso de agua en la cuneta, aves, paso de camión, lavadora, puertas, perros.	
	5	59.4	Perros, paso de agua en cuneta, portón eléctrico, carro encendido, carro circulando, conversaciones, lavadora.	
	Leq dB(A)	59.0		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 565	<b>Hora inicial:</b> 09:37	<b>Hora final:</b> 09:42
<b>Nombre del punto:</b> Iglesia Río Macho		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Parada de autobús al frente, calle asfaltada, frente plantel ICE, poco tránsito vehicular.	1	57.3	Aves, bus estacionado, insectos.	
	2	56.9	Paso de vehículo.	
	3	58.9	Paso de vehículo, bus acelerando, aves.	
	4	58.3	Paso de vehículo, bus, aves, reversa de maquinaria.	
	5	57.4	Cortadora de césped a lo lejos, aves, insectos.	
	Leq dB(A)	57.4		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 598	<b>Hora inicial:</b> 09:54	<b>Hora final:</b> 09:59
<b>Nombre del punto:</b> Iglesia Río Macho		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Cruce, iglesia, instalaciones ICE, plantaciones de café, río, parada de bus.	1	43.38	Conversaciones, aves, paso de vehículos, sonido e la subestación.	
	2	45.2	Conversaciones, aves, pasos, paso de vehículos lejos, sonido subestación, paso de vehículos.	
	3	47.7	Aves, conversaciones, sonido subestación, paso de vehículos.	
	4	49.1	Aves, sonido subestación, paso de vehículo, conversaciones, herramientas.	
	5	58.7	Aves, vehículos. sonido subestación, paso de vehículo, vehículos a la distancia.	
	Leq dB(A)	58.6		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 566	<b>Hora inicial:</b> 09:45	<b>Hora final:</b> 09:50
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Álvaro Esquivel Bonilla		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, frente plantel del ICE (subestación), poco tránsito vehicular.	1	64.4	Brisa leve, paso de buses, soldadura.	
	2	61.6	Aves, niños, conversaciones.	
	3	60.6	Portón, moto a lo lejos, pito, paso de vehículo.	
	4	59.6	Paso de vehículo, aves, ruido en el plantel, soldadura.	
	5	59.3	Niños, aves, paso de vehículos.	
	Leq dB(A)	59.2		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 599	<b>Hora inicial:</b> 10:03	<b>Hora final:</b> 10:02
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Álvaro Esquivel Bonilla		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Escuela, calle principal, parada de bus, plantaciones de café alrededor, plaza.	1	53.4	Conversaciones, chapeadora, niños, aves.	
	2	62.0	Conversaciones, chapeadora, niños, esmeril, alarma de carros.	
	3	62.9	Conversaciones, chapeadora, niños, aves.	
	4	68.3	Conversaciones, niños, aves, paso de vehículos, puerta de carro.	
	5	67.3	Conversaciones, aves, niños, martillazo, puertas de carro, pitos, bus.	
	Leq dB(A)	67.3		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 567	<b>Hora inicial:</b> 10:05	<b>Hora final:</b> 10:10
<b>Nombre del punto:</b> Caserío escombrera El Cedral		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Río de fondo, calle de lastre, tránsito vehicular mínimo.	1	47.6	Aves	
	2	49.2	Brisa moderada, movimiento de rótulo de metal, aves.	
	3	50.3	Aves, brisa moderada, movimiento de rótulo de metal	
	4	50.7	Aves.	
	5	50.9	Aves, pasos, conversaciones.	
	Leq dB(A)	50.8		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 605	<b>Hora inicial:</b> 11:34	<b>Hora final:</b> 11:40
<b>Nombre del punto:</b> Caserío, escombrera El Cedral		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Caserío, camino finca, cafetales.	1	45.7	Aves, río, televisión, niños.	
	2	46.6	Aves, río, televisión, conversaciones.	
	3	46.8	Aves, río, televisión, conversaciones.	
	4	46.7	Aves, río, televisión.	
	5	47.6	Aves, río, televisión, conversaciones.	
	Leq dB(A)	47.6		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 569	<b>Hora inicial:</b> 10:30	<b>Hora final:</b> 10:36
<b>Nombre del punto:</b> Calle Navarro Muñeco		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Río de fondo, calle de lastre, no hay tránsito vehicular.	1	57.0	Aves, insectos, chicharras.	
	2	61.6	Gallo, gallinas.	
	3	61.2	Gallo, gallinas, brisa moderada.	
	4	64.2	Gallo, aves, perros ladrando.	
	5	63.8	Gallo, gallinas.	
	Leq dB(A)	63.7		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 601	<b>Hora inicial:</b> 10:41	<b>Hora final:</b> 10:46
<b>Nombre del punto:</b> Calle Navarro Muñeco		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Caserío, río, plaza.	1	58.8	Río, aves, gallinas.	
	2	58.6	Río, aves, gallinas, gallo.	
	3	59.1	Río, aves, gallinas, conversaciones.	
	4	60.5	Río, gallinas, aves.	
	5	61.9	Río, gallinas, aves.	
	Leq dB(A)	61.9		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 570	<b>Hora inicial:</b> 10:39	<b>Hora final:</b> 10:44
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Navarro Muñeco		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Río de fondo, calle de lastre, no hay tránsito vehicular.	1	56.7	Aves, insectos.	
	2	55.9	Gallos, aves.	
	3	55.4	Perros ladrando a lo lejos.	
	4	55.3	Aves, insectos.	
	5	55.1	Aves.	
	Leq dB(A)	55.1		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 602	<b>Hora inicial:</b> 10:49	<b>Hora final:</b> 10:54
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Navarro Muñeco		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Caserío, río, plaza, escuela, calle principal del pueblo.	1	54.6	Río, música a la distancia, aves.	
	2	54.5	Aves, río.	
	3	55.5	Río, música a la distancia, aves, perro, bicicleta, pasos.	
	4	55.4	Río, música a la distancia, aves, pasos, conversaciones.	
	5	55.2	Río, música a la distancia, aves, portón, pasos.	
	Leq dB(A)	55.2		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 571	<b>Hora inicial:</b> 10:58	<b>Hora final:</b> 11:03
<b>Nombre del punto:</b> Camino cuesta del vidrio		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> No hay tránsito vehicular, río de fondo.	1	57.1	Brisa moderada.	
	2	55.4	Brisa moderada, chicharras.	
	3	55.4	Ruido rótulo de metal, chicharras.	
	4	55.2	Ruido rótulo de metal, chicharras.	
	5	55.0	Aves, chicharras.	
	Leq dB(A)	54.9		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 603	<b>Hora inicial:</b> 11:01	<b>Hora final:</b> 11:06
<b>Nombre del punto:</b> Caminos cuesta del vidrio		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Río, caserío, camino secundario, potreros.	1	55.4	Aves, río, música.	
	2	55.7	Aves, río, música, pasos, gallo.	
	3	55.7	Aves, río, música, gallo.	
	4	55.7	Aves, río, música, gallo.	
	5	55.5	Aves, río, música, gallo.	
	Leq dB(A)	55.6		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 572	<b>Hora inicial:</b> 11:21	<b>Hora final:</b> 11:26
<b>Nombre del punto:</b> Hotel Río Perlas		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, mínimo tránsito vehicular, río de fondo.	1	56.4	Aves, salida de vehículos.	
	2	54.9	Brisa moderada, aves, paso de vehículos.	
	3	55.1	Golpe de puerta de carro, conversaciones, aves, paso de vehículos.	
	4	54.6	Aves.	
	5	54.3	Aves.	
	Leq dB(A)	54.2		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 604	<b>Hora inicial:</b> 11:21	<b>Hora final:</b> 11:26
<b>Nombre del punto:</b> Hotel Río Perlas		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Dos hoteles, río, camino principal, potreros, zona de reserva (laderas).	1	52.7	Aves, río.	
	2	52.5	Aves, río, pasos.	
	3	52.5	Aves, río.	
	4	52.5	Aves, río.	
	5	52.4	Aves, río.	
	Leq dB(A)	52.4		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 573	<b>Hora inicial:</b> 12:22	<b>Hora final:</b> 12:27
<b>Nombre del punto:</b> Escombrera Guatuso de Tejar del Guarco		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle de lastre, poco tránsito vehicular.	1	54.1	Aves, acequia.	
	2	52.8	Aves, acequia.	
	3	52.0	Tráiler lejano, compresiones, perros ladrando lejos.	
	4	51.5	Cortadora de césped lejos, paso de vehículos.	
	5	55.8	Pito, aves.	
	Leq dB(A)	55.7		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 606	<b>Hora inicial:</b> 12:23	<b>Hora final:</b> 12:29
<b>Nombre del punto:</b> Escombrera Guatuso, Tejar del Guarco		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Tomatal, portero, calle secundaria.	1	49.7	Aves, paso de vehículos, gritos, paso de agua en cuneta.	
	2	49.0	Aves, paso de vehículos, gritos, paso de agua en cuneta, vehículos a los lejos, radio, perro, paso de camión.	
	3	48.4	Aves, paso de agua en cuneta, vehículos a los lejos, radio, perro,.	
	4	48.0	Aves, paso de agua en cuneta, vehículos a los lejos, radio, perro, paso de camión.	
	5	47.6	Perro, aves, paso de agua en cuneta, vehículos a los lejos.	
	Leq dB(A)	47.6		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 574	<b>Hora inicial:</b> 12:33	<b>Hora final:</b> 12:38
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Guatuso Tejar del Guarco		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, ruido escolar, poco tránsito vehicular.	1	55.6	Aves.	
	2	56.0	Aves, conversaciones, pasos, manguera.	
	3	58.4	Compresiones lejos, manguera, gritos, paso de vehículo.	
	4	59.3	Pito, conversaciones, paso de vehículo, moto, pasos.	
	5	68.6	Paso de moto, vehículo, conversaciones, portón.	
	Leq dB(A)	68.5		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 608	<b>Hora inicial:</b> 12:35	<b>Hora final:</b> 12:41
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Guatuso, Tejar del Guarco		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Escuela, calle principal, soda.	1	60.3	Paso de vehículos, niños, lira, conversaciones, perro, alarma de carro, alcantarilla.	
	2	59.5	Paso de vehículos, niños, lira, conversaciones, portón, alcantarilla, pasos.	
	3	70.5	Paso de vehículos, niños, lira, conversaciones, portón, alcantarilla, pasos.	
	4	60.3	Niños, lira, conversaciones, portón, alcantarilla, martilleo, moto.	
	5	60.2	Niños, lira, conversaciones, pasos, carrito (juguete), vehículo a la distancia, lira, aves, alcantarilla.	
	Leq dB(A)	60.1		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 578	<b>Hora inicial:</b> 14:48	<b>Hora final</b> 14:54
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Sabana Grande		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, tránsito vehicular alto, zona industrial al frente.	1	69.2	Paso de vehículo, pitos, gritos, conversaciones.	
	2	68.3	Flautas de la escuela, moto.	
	3	67.9	Golpe, gritos en la escuela, conversaciones, paso de vehículos.	
	4	67.4	Paso de camión, flautas, conversaciones, paso de vehículos.	
	5	66.9	Paso de motos, paso de vehículos, flautas, pito, gritos.	
	Leq dB(A)	66.9		

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 609	<b>Hora inicial:</b> 13:53	<b>Hora final:</b> 13:58
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Sabana Grande		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Escuela, calle secundaria, Tomatísimo, comercio, entrada, zona franca.	1	68.9	Paso de vehículos, liras, motos, conversaciones, pasos.	
	2	66.3	Paso de vehículos, liras, motos, conversaciones, pasos, brisa leve.	
	3	68.0	Paso de vehículos, perros, pitos, liras, motos, paso de camión, conversaciones, paso de tráiler.	
	4	69.5	Paso de vehículos, bicicletas, liras, conversaciones, paso de tráiler.	
	5	68.8	Paso de vehículos, bicicletas, liras, brisa, conversaciones, moto, música.	
	Leq dB(A)	68.7		

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 577	<b>Hora inicial:</b> 14:30	<b>Hora final:</b> 14:35
<b>Nombre del punto:</b> Casa frente escombrera Coris		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Tránsito vehicular moderado, calle asfaltada.	1	58.6	Paso de vehículo, paso de avión, aves, brisa moderada.	
	2	71.3	Paso de vehículo, camión, bicicletas, moto.	
	3	69.8	Perros ladrando lejos, paso de motos y vehículos.	
	4	68.7	Vehículos, bicicleta.	
	5	71.6	Tráiler, brisa moderada, compresión de camión.	
	Leq dB(A)		71.5	

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 610	<b>Hora inicial:</b> 14:07	<b>Hora final:</b> 14:12
<b>Nombre del punto:</b> Casa frente escombrera Coris		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Potreros, calle secundaria, caserío, zona franca aledaña.	1	68.3	Aves, paso de vehículos, motos, silbido, martillazos.	
	2	67.4	Aves, paso de vehículos, motos, martillazos.	
	3	66.2	Aves, paso de vehículos, camión, bicicleta, perros, conversaciones, portón.	
	4	65.8	Aves, paso de vehículos, bicicleta, aves, conversaciones.	
	5	65.8	Portón, aves, pasos, paso de vehículos, música.	
	Leq dB(A)		65.7	

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 576	<b>Hora inicial:</b> 14:15	<b>Hora final:</b> 14:21
<b>Nombre del punto:</b> Renacer		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, música de fondo, poco tránsito vehicular.	1	48.8	Brisa moderada.	
	2	51.4	Aves, salida de vehículo.	
	3	52.0	Aves, gritos.	
	4	51.9	Gritos, aves.	
	5	51.7	Conversaciones lejos, aves, brisa moderada, movimiento de hojas de árboles.	
	Leq dB(A)		51.7	

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 612	<b>Hora inicial:</b> 14:27	<b>Hora final:</b> 14:33
<b>Nombre del punto:</b> Renacer		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle secundaria sin salida, caserío, fincas, potreros.	1	46.8	Aves, radio, llovizna leve.	
	2	44.6	Aves, radio, llovizna leve, brisa.	
	3	43.3	Aves, radio, llovizna leve, vehículos a la distancia.	
	4	42.7	Aves, radio, llovizna leve, brisa.	
	5	42.5	Aves, radio, llovizna leve.	
	Leq dB(A)		42.4	

<b>Fecha</b> 24 julio 2017		<b>N° sesión</b> 575	<b>Hora inicial:</b> 14:03	<b>Hora final:</b> 14:08
<b>Nombre del punto:</b> Entre escuela e iglesia de Coris		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle de asfaltada, tránsito vehicular leve, casas al frente.	1	56.6	Paso de vehículo, bicicleta, conversaciones.	
	2	56.1	Paso de bicicleta, música de fondo, aves.	
	3	58.1	Paso de camión.	
	4	57.9	Aves, música de fondo.	
	5	57.8	Paso de vehículo, conversaciones.	
	Leq dB(A)		57.7	

<b>Fecha</b> 31 julio 2017		<b>N° sesión</b> 611	<b>Hora inicial:</b> 14:16	<b>Hora final:</b> 14:22
<b>Nombre del punto:</b> Entre escuela e iglesia de Coris		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Cruce, caserío, parada de bus, iglesia y escuela.	1	58.4	Aves, paso de vehículos, conversaciones, niño llorando, música.	
	2	64.6	Aves, paso de vehículos, paso de camión, bicicletas, niños.	
	3	63.6	Aves, paso de vehículos, paso de camión, bicicletas, conversaciones.	
	4	70.0	Paso de vehículos, bus, conversaciones, niños, aves.	
	5	69.2	Paso de vehículos, martillazos, conversaciones, llanto de niño, aves, bicicleta.	
	Leq dB(A)		69.1	

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 586	<b>Hora inicial:</b> 10:42	<b>Hora final:</b> 10:48
<b>Nombre del punto:</b> Iglesia Damas		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada.	1	64.0	Paso de vehículos, conversaciones, música de fondo.	
	2	63.4	Paso de vehículos, conversaciones, paso de moto.	
	3	62.6	Música de fondo, conversaciones, paso de vehículos.	
	4	65.7	Paso de vehículos y camión.	
	5	65.3	Conversaciones, golpes de metal, silbido, radio, pasoso, aves, conversaciones, portón, risas, gritos, silbido.	
	Leq dB(A)	65.2		

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 616	<b>Hora inicial:</b> 09:05	<b>Hora final:</b> 09:10
<b>Nombre del punto:</b> Iglesia Damas		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, calle principal, tránsito vehicular moderado.	1	60.6	Paso de vehículos, paso de moto, conversaciones.	
	2	63.2	Pasos, paso de moto, conversaciones, paso de bus, insectos, aves, paso de vehículos.	
	3	64.8	Paso de moto, conversaciones, paso de tráiler, insectos.	
	4	65.0	Bus estacionado, conversaciones, insectos.	
	5	64.4	Paso de moto, paso de vehículos, gritos, conversaciones.	
	Leq dB(A)	64.4		

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 581	<b>Hora inicial:</b> 09:45	<b>Hora final:</b> 09:51
<b>Nombre del punto:</b> Estación de válvulas Damas		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle de concreto, tránsito vehicular moderado.	1	58.1	Paso de vehículos, música de fondo, perros ladrando de fondo.	
	2	60.3	Vehículo estacionado, conversaciones, música de fondo.	
	3	59.1	Paso de vehículo, conversaciones, música de fondo.	
	4	62.0	Paso de vehículos, perros ladrando de fondo, aves.	
	5	61.3	Canto de gallo lejos, música de fondo, aves, conversaciones, moto.	
	Leq dB(A)	61.3		

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 618	<b>Hora inicial:</b> 09:31	<b>Hora final:</b> 09:36
<b>Nombre del punto:</b> Estación de válvulas Damas		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle de concreto, tránsito moderado	1	61.4	Conversaciones, paso de vehículos, paso de motos, paso de bicicleta.	
	2	67.7	Paso de bicicleta.	
	3	67.6	Paso de camión, brisa leve, paso de vehículos, paso de moto.	
	4	66.7	Paso de vehículos.	
	5	66.7	Conversaciones.	
	Leq dB(A)		66.2	

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 580	<b>Hora inicial:</b> 09:33	<b>Hora final:</b> 09:38
<b>Nombre del punto:</b> Colegio Máximo Quesada		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, tránsito moderado, panadería, abastecedor al frente.	1	52.9	Aves, conversaciones, portón, moto.	
	2	55.7	Paso de vehículos, aves, perro ladrando, pasos, golpe de bandejas de panadería, brisa moderada, conversaciones.	
	3	64.9	Aves, paso de camiones, golpe, camión estacionado.	
	4	66.6	Aves, paso de camión, aceleración, camión estacionado, paso de vehículos.	
	5	66.9	Vehículos en calle cercana, aves, brisa leve, paso de vehículos, camión estacionado.	
	Leq dB(A)		66.8	

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 620	<b>Hora inicial:</b> 10:03	<b>Hora final:</b> 10:08
<b>Nombre del punto:</b> Colegio Máximo Quesada		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada.	1	59.3	Conversaciones, carro estacionado, brisa moderada.	
	2	58.5	Conversaciones, pasos, portón.	
	3	58.5	Paso de bus, pasos, conversaciones, gritos, salida de vehículos.	
	4	57.7	Conversaciones, golpes.	
	5	58.7	Conversaciones, paso de vehículo lejos, pasos, gritos, paso de camión.	
	Leq dB(A)		58.7	

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 579	<b>Hora inicial:</b> 09:18	<b>Hora final:</b> 09:24
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Juan Monge Guillén		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, alto tránsito vehicular.	1	72.7	Paso de vehículo.	
	2	70.7	Semáforo peatonal, conversaciones.	
	3	70.0	Aves, conversaciones, vehículos, pasos, golpes.	
	4	69.4	Aves, cortadora, vehículos, brisa moderada, moto, brisa fuerte.	
	5	69.5	Brisa fuerte, paso de vehículos, conversaciones.	
	Leq dB(A)	69.4		

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 619	<b>Hora inicial:</b> 09:47	<b>Hora final:</b> 09:52
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Juan Monge Guillén		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, parada de buses, alto tránsito vehicular, semáforo cercano.	1	67.5	Paso de vehículos, motos, bus, conversaciones.	
	2	70.3	Paso de bus, buseta, vehículos, camión, bus estacionado.	
	3	69.4	Pasos, paso de salveque con rodines, cortadora, paso de vehículos, paso de camión y moto.	
	4	69.1	Paso de moto y vehículos.	
	5	70.9	Paso de bus, vehículos, tráiler, personas corriendo.	
	Leq dB(A)	70.8		

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 583	<b>Hora inicial:</b> 10:13	<b>Hora final:</b> 10:18
<b>Nombre del punto:</b> Caserío después del tanque de almacenamiento (Cemex)		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, motoguadaña, poco tránsito vehicular.	1	61.3	Moto, conversaciones, paso de vehículo, brisa fuerte.	
	2	61.1	Brisa fuerte.	
	3	60.5	Aves, música de fondo.	
	4	60.6	Música de fondo, brisa moderada, insectos aves.	
	5	60.1	Música de fondo, brisa moderada, insectos aves.	
	Leq dB(A)	60.1		

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 613	<b>Hora inicial:</b> 06:36	<b>Hora final:</b> 08:41
<b>Nombre del punto:</b> Caserío después de tanque de almacenamiento (CEMEX)		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, frente CEMEX, cortando césped.	1	48.9	Brisa moderada.	
	2	52.5	Alarma de carro, paso de vehículo, pito.	
	3	50.8	Gato maullando, aves.	
	4	50.2	Brisa moderada, aves, insectos, bebé llorando, perro ladrando.	
	5	50.0	Perro ladrando, brisa fuerte.	
	Leq dB(A)		50.0	

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 584	<b>Hora inicial:</b> 10:23	<b>Hora final:</b> 10:28
<b>Nombre del punto:</b> Caserío después del tanque de almacenamiento (terminal Guatuso)		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle cementada, salida de maquinaria Cemex, calle principal cercana (paso de vehículos), quebrada de fondo.	1	71.4	Tráilers.	
	2	69.1	Encendido y paso de camión, moto, canto de gallo.	
	3	67.9	Camión, brisa leve, canto de gallo, paso de avión.	
	4	66.9	Paso de vehículo, conversaciones.	
	5	66.6	Paso de vehículo, ave, paso de tráiler.	
	Leq dB(A)		66.6	

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 614	<b>Hora inicial:</b> 08:45	<b>Hora final:</b> 08:51
<b>Nombre del punto:</b> Caserío después de tanque de almacenamiento (La terminal)		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, quebrada cerca, calle principal cercana.	1	60.4	Golpes.	
	2	63.3	Paso de tráiler, gallo cantando, paso de bus, paso de vehículo, vehículo estacionado.	
	3	64.4	Paso de moto, conversaciones, paso de vehículo por calle principal, gritos, persona cantando.	
	4	64.0	Paso de moto, conversaciones, paso de bus por calle principal, bus reversa.	
	5	65.2	Bus reversa y estacionado, paso de bus, paso de camión.	
	Leq dB(A)		65.1	

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 615	<b>Hora inicial:</b> 08:55	<b>Hora final:</b> 09:01
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Guatuso de Patarrá		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, contiguo a calle principal, casas y pulpería al frente.	1	64.2	Paso de vehículos, personas caminando.	
	2	61.9	Paso de camión, pasos, camión estacionado, paso de buseta.	
	3	60.2	Bandera, cortadora de césped a lo lejos, pasos, conversaciones, niños.	
	4	59.4	Golpe de puerta, paso de buseta, pito, pasos, golpes, niños.	
	5	58.5	Vehículo calle principal, paso de motos, vehículo encendido, conversaciones, puerta de carro.	
	Leq dB(A)	58.5		

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 586	<b>Hora inicial:</b> 10:34	<b>Hora final:</b> 10:40
<b>Nombre del punto:</b> Escuela Guatuso de Patarrá		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, calle principal cercana.	1	48.1	Conversaciones, pasos.	
	2	63.2	Aves, paso de bus, conversaciones, paso de vehículos, lata.	
	3	62.7	Aves, conversaciones, paso de bus, perro ladrando.	
	4	62.8	Encendido de carro, puerta de carro, perro ladrando, paso de moto y vehículos, pito.	
	5	62.7	Conversaciones, paso de vehículos, arranque de motor.	
	Leq dB(A)	62.7		

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 587	<b>Hora inicial:</b> 10:55	<b>Hora final:</b> 11:00
<b>Nombre del punto:</b> Quinta Residencial		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle principal asfaltada, quebrada cerca, alto tránsito vehicular.	1	66.2	Paso de moto, vehículos.	
	2	67.1	Paso de moto, conversaciones, motoguadaña.	
	3	67.6	Paso de vehículos, aves, bus.	
	4	67.0	Paso de moto, aves, pasos, brisa leve.	
	5	67.2	Brisa leve, paso de bus.	
	Leq dB(A)	67.1		

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 617	<b>Hora inicial:</b> 09:15	<b>Hora final:</b> 09:20
<b>Nombre del punto:</b> Quinta Residencial		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, ato tránsito vehicular, paso de quebrada.	1	70.0	Paso de vehículos, paso de tráiler, motos, aves.	
	2	69.7	Paso de vehículos, pito, moto..	
	3	68.4	Paso de vehículos, salida de vehículo, coche.	
	4	67.9	Paso de bus, conversaciones.	
	5	67.9	Aves, paso de motos, paso de vehículos, paso de bus y tráiler.	
	Leq dB(A)	67.8		

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 588	<b>Hora inicial:</b> 11:09	<b>Hora final:</b> 11:14
<b>Nombre del punto:</b> Estación de válvulas Fátima		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, alto tránsito vehicular.	1	75.7	Paso de vehículos, motos, camiones, insectos, pitos.	
	2	74.2	Cortadora (metabo), coche, bus.	
	3	73.1	Pito, cortadora (metabo), paso de vehículos, moto.	
	4	72.6	Paso de motos, vagoneta, cortadora (metabo), insectos, golpe.	
	5	72.6	Cortadora (metabo), golpes, paso de motos, aves, paso de bus.	
	Leq dB(A)	72.5		

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 621	<b>Hora inicial:</b> 10:27	<b>Hora final:</b> 10:32
<b>Nombre del punto:</b> Estación de válvulas Fátima		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, tránsito vehicular alto.	1	66.1	Paso de vehículos, camión, aves, alarma.	
	2	72.7	Paso de vehículos, moto, golpe de carros en hueco de la calle, paso de buseta, tráiler, pasos.	
	3	73.5	Paso de vehículos, tráiler acelerando, paso de camión, automezcladora.	
	4	73.0	Paso de vehículos, moto, bus, camión.	
	5	72.4	Pasos, paso de vehículos, paso de bus y moto.	
	Leq dB(A)	72.3		

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 559	<b>Hora inicial:</b> 10:59	<b>Hora final:</b> 11:03
<b>Nombre del punto:</b> Iglesia San Antonio		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Cruce, comercio, calle principal en reparación, parque de la comunidad, calle de asfalto.	1	66.0	Vehículos, camiones, motos, conversaciones, pitos, bus.	
	2	73.8	Vehículos, tráiler, motos, conversaciones, pitos, bus.	
	3	73.5	Vehículos, conversaciones.	
	4	72.2	Vehículos, camión, personas corriendo, motos, conversaciones, pitos, bus.	
	5	71.8	Motos, vehículos, camión, bus, conversaciones.	
	Leq dB(A)		71.8	

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 589	<b>Hora inicial:</b> 11:24	<b>Hora final:</b> 11:29
<b>Nombre del punto:</b> Iglesia San Antonio		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, alto tránsito vehicular, trabajos en la vía.	1	78.7	Paso de buses y vehículos.	
	2	76.2	Bus estacionado.	
	3	74.9	Paso de moto.	
	4	74.1	Paso de camión, vagoneta, tráiler, gritos.	
	5	73.6	Camión estacionado.	
	Leq dB(A)		73.5	

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 558	<b>Hora inicial:</b> 10:26	<b>Hora final:</b> 10:31
<b>Nombre del punto:</b> Frente a casa en Residencial Colina		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Urbanización, calle secundaria, calle sin salida, laderas con vegetación detrás de las casas, calle de asfalto.	1	50.4	Camiones calle principal, aves.	
	2	63.2	Vehículos calle principal, aves, portones, vehículos, moto.	
	3	61.7	Aves, pitos, carros en vía principal, vehículos, portón, pitos en vía principal	
	4	64.9	Pitos en vía principal, moto, aves, camión, vehículos.	
	5	64.3	Aves, vehículos en vía principal, vehículos, portón, pitos en vía principal, conversaciones, portón.	
	Leq dB(A)		64.2	

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 590	<b>Hora inicial:</b> 11:43	<b>Hora final:</b> 11:48
<b>Nombre del punto:</b> Frente a casa en Residencial Colina		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, tránsito vehicular leve.	1	78.4	Perros ladrando, aves, paso de vehículos.	
	2	75.5	Paso de vehículos, aves, conversaciones, ladridos.	
	3	74.1	Aves, conversaciones, ladridos, pasos, portón.	
	4	72.9	Ladridos.	
	5	72.1	Compresiones de motor en la calle principal, ladridos, paso de vehículos.	
	Leq dB(A)		72.1	

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 557	<b>Hora inicial:</b> 10:10	<b>Hora final:</b> 10:15
<b>Nombre del punto:</b> Jardín de niños Guiselle González		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Urbanización, escuela Saint Benedit, calle secundaria, calle sin salida, cafetales, laderas, calle de asfalto.	1	59.1	Niños, perro, aves, conversaciones.	
	2	58.9	Niños, personas caminando, aves, conversaciones, martilleo.	
	3	58.3	Niños, aves, conversaciones, martilleo, carros en vía principal, vehículos.	
	4	58.1	Niños, personas caminando, aves, conversaciones, martilleo, vehículos.	
	5	58.2	Niños, moto, aves, conversaciones, martilleo, vehículos, pitos.	
	Leq dB(A)		58.1	

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 591	<b>Hora inicial:</b> 11:57	<b>Hora final:</b> 12:01
<b>Nombre del punto:</b> Jardín de Niños Guiselle González		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, tránsito vehicular moderado debido a salida de estudiantes.	1	61.4	Niños, paso de vehículos.	
	2	61.6	Niños, conversaciones, paso de vehículos, vehículo estacionado.	
	3	61.8	Buseta estacionada.	
	4	61.3	Paso de buseta, conversaciones, encendido de vehículo.	
	5	60.7	Niños, conversaciones, paso de vehículos.	
	Leq dB(A)		60.6	

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 561	<b>Hora inicial:</b> 11:33	<b>Hora final:</b> 11:38
<b>Nombre del punto:</b> Área de juegos Tirrases		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Áreas verdes, urbanización, calle secundaria, sin salida, calle de asfalto.	1	61.7	Perro, aves, vehículos calle principal, play.	
	2	60.0	Perro, aves, vehículos calle principal, vehículos.	
	3	58.9	Aves, conversaciones, carros en vía principal, vehículos, personas caminando.	
	4	57.8	Aves, conversaciones, carros en vía principal, martilleo, niños, pito calle principal.	
	5	56.9	Niños, aves, conversaciones, martilleo, carros en vía principal	
	Leq dB(A)	56.9		

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 592	<b>Hora inicial:</b> 12:25	<b>Hora final:</b> 12:30
<b>Nombre del punto:</b> Área de juegos Tirrases		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, casa cercanas.	1	52.5	Aves, conversaciones, paso de bicicletas, pasos.	
	2	52.3	Pasos.	
	3	55.1	Paso de moto, pito, conversaciones, perro ladrando, portón, llaves.	
	4	55.2	Aves, alarma de vehículo.	
	5	54.8	Paso de bicicletas, aves.	
	Leq dB(A)	54.7		

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 562	<b>Hora inicial:</b> 11:42	<b>Hora final:</b> 11:47
<b>Nombre del punto:</b> Parque Berroiba		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Parque, río, calle sin salida, urbanización, zona arbolada, calle de asfalto.	1	52.7	Aves, vehículos calle principal, conversaciones.	
	2	53.3	Aves, vehículos calle principal, conversaciones, portón.	
	3	53.1	Aves, vehículos calle principal, perro, vehículos.	
	4	53.0	Aves, vehículos calle principal.	
	5	52.7	Aves, vehículos calle principal, conversaciones.	
	Leq dB(A)	52.6		

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 593	<b>Hora inicial:</b> 12:34	<b>Hora final:</b> 12:39
<b>Nombre del punto:</b> Parque Berroiba		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, poco tránsito vehicular, río de fondo.	1	50.7	Perro ladrando, aves.	
	2	51.9	Aves.	
	3	51.3	Compresiones de motor lejos, aves.	
	4	51.0	Caída de hojas, aves, brisa leve.	
	5	50.8	Aves.	
	Leq dB(A)	50.8		

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 556	<b>Hora inicial:</b> 9:50	<b>Hora final:</b> 9:55
<b>Nombre del punto:</b> Puente tubo, Hacienda Vieja		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Zonas verdes, casas, urbanización, parque, calle de asfalto.	1	66.2	Vehículos, bus, bicicleta, perros, conversaciones, aves.	
	2	63.8	Vehículos, conversaciones, aves.	
	3	63.6	Vehículos, personas caminando, conversaciones, camión compresión de camión, aves.	
	4	63.8	Vehículos, perros, bicicleta, bus, personas caminando, aves.	
	5	63.5	Bus, vehículos, aves, camión.	
	Leq dB(A)	63.5		

<b>Fecha</b> 26 julio 2017		<b>N° sesión</b> 594	<b>Hora inicial:</b> 12:57	<b>Hora final:</b> 13:02
<b>Nombre del punto:</b> Puente tubo Hacienda Vieja		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, tránsito vehicular moderado.	1	67.6	Paso de vehículos, brisa moderada, paso de bus, paso de buseta.	
	2	65.3	Paso de bicicleta, conversaciones, aves, paso de vehículos.	
	3	64.0	Perro ladrando, paso de vehículos, sirena de ambulancia lejos.	
	4	63.4	Paso de vehículos, brisa moderada, tren, paso de moto, sirena de ambulancia lejos.	
	5	63.5	Paso de moto, brisa moderada, aves, sirena de ambulancia lejos.	
	Leq dB(A)	63.4		

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 552	<b>Hora inicial:</b> 8:24	<b>Hora final:</b> 8:29
<b>Nombre del punto:</b> Casa válvulas río Jorco		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Potreros, casas, comercio, iglesia.	1	71.6	Moto, aves, paso de vehículos, personas caminando.	
	2	73.0	Moto, aves, paso de vehículos, personas caminando, conversaciones.	
	3	71.9	Moto, aves, paso de vehículos, personas caminando.	
	4	71.3	Moto, aves, paso de vehículos, personas caminando, río, alarma reversa.	
	5	76.7	Motos, vehículos, personas caminando, camión, bus, aves.	
	Leq dB(A)		76.6	

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 625	<b>Hora inicial:</b> 12:11	<b>Hora final:</b> 12:16
<b>Nombre del punto:</b> Casa de válvulas Jorco		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, tránsito vehicular moderado, se ubica un ceda.	1	71.1	Aves, paso de vehículos, motos, conversaciones.	
	2	70.8	Paso de vehículos, motos, camión.	
	3	71.7	Paso de camiones de basura, paso de vehículos, motos, conversaciones.	
	4	71.1	Aves, paso de vehículo, motos.	
	5	71.3	Aves, paso de bus, vehículos, grito, vehículo acelerando.	
	Leq dB(A)		71.3	

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 555	<b>Hora inicial:</b> 9:11	<b>Hora final:</b> 9:16
<b>Nombre del punto:</b> Iglesia La Capri		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle principal, casas, laderas con bosque, iglesia, calle de asfalto.	1	63.0	Vehículos, personas caminando, bus, aves.	
	2	64.5	Vehículos, personas caminando, bus, aves, moto, conversaciones.	
	3	63.4	Vehículos, personas caminando, perros, portones.	
	4	63.9	Motos, personas caminando, camión, perros, conversaciones,	
	5	64.2	Motos, personas caminando, personas corriendo, perros, conversaciones, aves.	
	Leq dB(A)		64.1	

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 623	<b>Hora inicial:</b> 11:23	<b>Hora final:</b> 11:28
<b>Nombre del punto:</b> Iglesia La Capri		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b>	1	60.0	Paso de moto, conversaciones, paso de vehículo y bus.	
	2	66.9	Paso de vehículos, perro ladrando, camión acelerando, cortadora (esmeril), paso de moto.	
	3	65.9	Canto de gallo, paso de camión.	
	4	66.0	Perro ladrando, paso de camión, pasos.	
	5	66.2	Paso de vehículos, pasos, camión acelerando.	
	Leq dB(A)	66.1		

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 553	<b>Hora inicial:</b> 8:40	<b>Hora final:</b> 8:45
<b>Nombre del punto:</b> Plaza La Capri		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Plaza, casas, vía principal, comercio, calle de asfalto.	1	68.7	Vehículos, personas caminando, camión, aves.	
	2	66.2	Vehículos, personas caminando, pito, aves.	
	3	65.0	Vehículos, personas caminando, bicicleta, aves.	
	4	64.2	Motos, personas caminando, aves.	
	5	64.0	Motos, vehículos, personas caminando, pito, camión, portón de casa.	
	Leq dB(A)	64.0		

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 622	<b>Hora inicial:</b> 11:13	<b>Hora final:</b> 11:18
<b>Nombre del punto:</b> Plaza La Capri		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, calle principal, tránsito leve-moderado.	1	66.2	Perros ladrando, conversaciones, paso de camión, paso de vehículos, paso de motos, paso de bus.	
	2	62.8	Paso de vehículos, personas caminado.	
	3	63.8	Aves conversaciones, perro ladrando lejos.	
	4	63.2	Paso de vehículos, aves.	
	5	62.9	Paso de vehículos, aves	
	Leq dB(A)	62.8		

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 554	<b>Hora inicial:</b> 8:54	<b>Hora final:</b> 8:59
<b>Nombre del punto:</b> Hogar Sol		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Potrero alrededor, calle secundaria y de concreto, casas.	1	57.3	Perros, motos, niños, portón, vehículos, personas caminando, aves.	
	2	60.5	Vehículos, conversaciones, portón, niños.	
	3	59.1	Vehículos, personas caminando, bicicleta, aves, música, conversaciones.	
	4	58.3	Niños, aves, música, vehículos, conversaciones.	
	5	58.6	Aves, vehículos, niños, puerta de casa, herramientas de construcción, música.	
	Leq dB(A)		58.5	

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 624	<b>Hora inicial:</b> 11:52	<b>Hora final:</b> 11:57
<b>Nombre del punto:</b> Hogar Sol		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle concreto, calle secundaria, tránsito vehicular leve.	1	64.7	Aves, niños, vehículos, conversaciones, música, pito.	
	2	62.9	Paso de moto, aves, gritos, conversaciones.	
	3	62.0	Paso de moto y vehículo.	
	4	62.1	Aves, paso de vehículo, conversaciones.	
	5	63.7	Aves, paso de motos, conversaciones.	
	Leq dB(A)		63.6	

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 550	<b>Hora inicial:</b> 7:43	<b>Hora final:</b> 7:48
<b>Nombre del punto:</b> Capilla Santa Cecilia		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Verdulería, casas, tránsito continuo, calle de asfalto.	1	65.8	Moto, pito, paso de vehículos.	
	2	84.7	Bicicleta, sirena ambulancia, personas caminando.	
	3	83.3	Motos, vehículos, personas caminando.	
	4	82.1	Motos, vehículos, personas caminando, aves, conversaciones, perros.	
	5	81.2	Motos, vehículos, personas caminando, conversaciones, camión, vehículo estacionado.	
	Leq dB(A)		81.1	

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 626	<b>Hora inicial:</b> 12:34	<b>Hora final:</b> 12:39
<b>Nombre del punto:</b> Capilla Santa Cecilia		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, alto tránsito vehicular, hueco en la calle.	1	67.2	Buseta estacionada, gritos, conversaciones.	
	2	65.8	Paso de vehículos, pasos, barrida de caño, conversaciones.	
	3	65.5	Pasos, gritos, paso de vehículos, conversaciones, paso de camión.	
	4	64.9	Sonido de golpes de lata, pasos, conversaciones.	
	5	64.6	Aves, grito, paso de buseta, barrido de caño, conversaciones.	
	Leq dB(A)	64.5		

<b>Fecha</b> 21 julio 2017		<b>N° sesión</b> 551	<b>Hora inicial:</b> 7:57	<b>Hora final:</b> 8:02
<b>Nombre del punto:</b> Escuela San Rafael		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Escuela, cruce, semáforos, comercio, parada de buses, calle de asfalto.	1	70.6	Vehículos, personas caminando, motos, bicicleta, niños, alarma reversa de vehículo.	
	2	71.8	Ambulancia, alarma reversa, vehículos, motos, niños, camiones.	
	3	73.9	Vehículos, motos, conversaciones, personas caminando, niños.	
	4	73.7	Vehículos, motos, conversaciones, personas caminando, pitos, portón, camión grande, niños.	
	5	73.4	Motos, vehículos, conversaciones, camión, niños.	
	Leq dB(A)	73.4		

<b>Fecha</b> 03 agosto 2017		<b>N° sesión</b> 627	<b>Hora inicial:</b> 12:45	<b>Hora final:</b> 12:50
<b>Nombre del punto:</b> Escuela San Rafael		<b>Dato obtenido</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Descripción del entorno:</b> Calle asfaltada, comercio, alto tránsito vehicular, calle principal.	1	76.8	Paso de camión, moto acelerando, paso de vehículos, coche.	
	2	74.6	Paso de vehículos, buseta, moto, música.	
	3	74.3	Paso de vehículos, música, alarma de carro.	
	4	73.7	Sirena paso de vehículo, música de fondo, paso de moto, pito, niños, conversaciones, paso de tráiler.	
	5	74.0	Pito, paso de vehículos, tráiler, moto, buseta.	
	Leq dB(A)	73.9		

## Anexo 7.2. Reporte de resultados monitoreo de inmisiones.



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL**  
**REPORTE DE RESULTADOS**



PRT-011 R-03  
Versión 07  
Página 1 de 5

Nº Reporte: AI-196-2017

<b>Nombre del Cliente:</b>	ICE Proyecto Acueducto Metropolitano Estudios Ambientales	<b>Procedimiento de muestreo:</b>	PMA-022 Determinación de PM-10 en aire ambiente. PMA-031 Determinación de la concentración de dióxido de azufre en aire (método activo). PMA-032 Determinación de la concentración de dióxido de nitrógeno en aire (método activo). PMA-051 Determinación de la concentración de partículas PM2.5 en aire ambiente
<b>Dirección del Cliente:</b>	Provincia: Cartago, Cantón: Paraiso, Distrito: Orosí.	<b>Plan de muestreo :</b>	PMA-022 R-01 Consecutivo AI-196-2017 PMA-031 R-01 Consecutivo AI-196-2017 PMA-032 R-01 Consecutivo AI-196-2017 PMA-051 R-01 Consecutivo AI-196-2017
<b>Teléfono del cliente:</b>	2000-5761	<b>Fecha de muestreo:</b>	Del 02 al 18 de octubre de 2017
<b>Tipo de Muestra:</b>	14 muestras de inmisiones	<b>Fecha de ingreso:</b>	18 de octubre de 2017
<b>Solicitud de servicio:</b>	AI-196-2017	<b>Fecha de emisión:</b>	24 de noviembre de 2017
<b>Muestreado por:</b>	José Ramírez Blanco / José Rosebel Sevilla Chaverri / Francisco Bravo Chavarria / Abraham Valenciano Díaz		

### Notas:

1. Las muestras analizadas referentes al presente reporte se mantendrá en custodia por un período mínimo de 08 días calendario una vez emitido el reporte, siempre y cuando no se hayan ejecutado análisis destructivos de la muestra. Después de este tiempo se procederán a desechar.
2. El Laboratorio de Análisis Ambiental cuenta con permiso sanitario de funcionamiento bajo el registro CN-ARS-H-2168-2015.
3. No se permite la reproducción parcial, excepto íntegramente de este documento sin la autorización por escrito del órgano que lo emite. Este documento solo tiene validez en su forma íntegra y original.
4. El presente Reporte de Resultados abarca solamente las mediciones realizadas en el momento y con las condiciones ambientales del muestreo y no puede hacerse extensivo a otras situaciones.

Laboratorio de Análisis Ambiental  
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA  
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 2277 3292 FAX: (506) - 2277 3696

## REPORTE DE RESULTADOS

### Resultados de análisis:

Análisis	Unidades	Muestra N°01	Muestra N°02	Muestra N°03	Muestra N°04	Valor máximo permitido
*PM-10	µg/m <sup>3</sup>	< 7,9	14,7 ± 7,9	< 7,9	8,9 ± 7,9	n.a
*PM-2.5	µg/m <sup>3</sup>	6,9 ± 4,4	10,9 ± 4,2	18,3 ± 4,4	4,4 ± 4,1	n.a
*Dióxido de Azufre	µg/m <sup>3</sup>	26,9 ± 5,5	15,6 ± 5,3	21,3 ± 5,4	< 5,5	n.a
*Dióxido de Nitrógeno	µg/m <sup>3</sup>	nd	nd	nd	d	n.a

Análisis	Unidades	Muestra N°05	Muestra N°06	Muestra N°07	Muestra N°08	Valor máximo permitido
*PM-10	µg/m <sup>3</sup>	14,7 ± 7,9	< 7,9	17,7 ± 7,9	14,0 ± 7,9	n.a
*PM-2.5	µg/m <sup>3</sup>	11,7 ± 4,4	11,8 ± 4,4	14,0 ± 4,5	nd	n.a
*Dióxido de Azufre	µg/m <sup>3</sup>	6,6 ± 5,4	7,4 ± 5,7	< 5,8	6,8 ± 5,7	n.a
*Dióxido de Nitrógeno	µg/m <sup>3</sup>	6,62 ± 0,28	9,79 ± 0,30	9,07 ± 0,30	2,81 ± 0,27	n.a

Análisis	Unidades	Muestra N°09	Muestra N°10	Muestra N°11	Muestra N°12	Valor máximo permitido
*PM-10	µg/m <sup>3</sup>	25,1 ± 7,9	37,6 ± 7,9	< 7,9	24,0 ± 7,9	n.a
*PM-2.5	µg/m <sup>3</sup>	< 4,4	13,8 ± 4,4	< 4,3	7,3 ± 4,5	n.a
*Dióxido de Azufre	µg/m <sup>3</sup>	12,5 ± 5,5	< 5,6	13,1 ± 5,9	< 5,7	n.a
*Dióxido de Nitrógeno	µg/m <sup>3</sup>	5,25 ± 0,27	12,37 ± 0,32	3,74 ± 0,28	2,28 ± 0,28	n.a

Análisis	Unidades	Muestra N°13	Muestra N°14	Valor máximo permitido
*PM-10	µg/m <sup>3</sup>	24,8 ± 7,9	21,9 ± 7,9	n.a
*PM-2.5	µg/m <sup>3</sup>	13,2 ± 4,3	11,9 ± 4,0	n.a
*Dióxido de Azufre	µg/m <sup>3</sup>	< 5,4	< 5,5	n.a
*Dióxido de Nitrógeno	µg/m <sup>3</sup>	11,99 ± 0,31	9,31 ± 0,29	n.a

d: detectable pero no cuantificable, n.d: no detectable, n.a: no aplica



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES  
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL  
REPORTE DE RESULTADOS**



PRT-011 R-03  
Versión 07  
Página 3 de 5

Nº Reporte: AI-196-2017

<sup>1</sup> No se hace referencia a los límites máximos permitidos en inmisiones, debido a que el Decreto No. 30221-S "Reglamento Sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos" publicado en el Alcance No. 25 de la Gaceta No. 57 del jueves 21/03/2002, quedó derogado a partir del 01 de noviembre de 2016 con la publicación del Decreto No. 39951-S "Reglamento de Calidad de Aire para Contaminantes Criterio, publicado en el Alcance No. 239 de la Gaceta No. 209 del martes 01/11/2016.

"La incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura  $k = 2$  correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %".

\*Ensayos acreditados bajo la norma ISO 17025:2005, Alcance LE-024, más información en el sitio web [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr)

\*\*Ensayos no acreditados

**Métodos de Análisis Ejecutados:**

Analito	Método	Referencia	Límite de detección	Límite de cuantificación
PM-10	PMA-022	Partículas PM10 mediante gravimetría, método modificado basado en: Code of Federal Regulations 40, Part 50, appendix M, revised July 1,2000, USA.	na	0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de Azufre	PMA-031	PMA-031 Dióxido de azufre mediante cromatografía iónica, método modificado basado en: Método 6004. NIOSH Manual de Métodos Analíticos (NMAM), 4ta ed. NIOSH: Estados Unidos, 1994.	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de Nitrógeno	PMA-032	PMA-032 Dióxido de nitrógeno mediante espectrofotometría, método modificado basado en: Método 406. Métodos normalizados para el análisis y muestreo de aire. AWMA, ACS, AIChE, APWA, ASME, AOAC, HPS, ISA, 3era ed.	0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM-2.5	PMA-051	Modificado a partir de: Code of Federal regulations, EPA, Appendix M, 2000. Método título 40 parte 50; Gravimétrico Conforme al Reglamento Calidad de Aire para contaminantes Criterio N°39951-S	na	0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Laboratorio de Análisis Ambiental  
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA  
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 2277 3292 FAX: (506) - 2277 3696



UNIVERSIDAD NACIONAL  
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES  
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL  
**REPORTE DE RESULTADOS**



PRT-011 R-03  
Versión 07  
Página 4 de 5

Nº Reporte: AI-196-2017

**Descripción de las muestras:**

**Muestra N°01:** Muestra de inmisiones tomada en la Iglesia Calle Sánchez Río Macho, del 02 al 03 de octubre de 2017 en un período de 1 368 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°45'58,3" / W 83°50'53,2". Observaciones: no aplica.

**Muestra N°02:** Muestra de inmisiones tomada en el Plantel del ICE Río Macho, del 02 al 03 de octubre de 2017 en un período de 1 386 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°46'31,4" / W 83°50'33,5". Observaciones: no aplica.

**Muestra N°03:** Muestra de inmisiones tomada en la Escuela Héctor Monestel Solano, del 03 al 04 de octubre de 2017 en un período de 1 368 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°47'27,2" / W 83°54'34,0". Observaciones: no aplica.

**Muestra N°04:** Muestra de inmisiones tomada en el Hotel Río Perlas, del 03 al 04 de octubre de 2017 en un período de 1 434 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°48'58,9" / W 83°53'11,4". Observaciones: no aplica.

**Muestra N°05:** Muestra de inmisiones tomada en Casa contiguo a Parque Berrolba Tirrases Curridabat, del 09 al 10 de octubre de 2017 en un período de 1 380 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°54'24,5" / W 84°02'20,2". Observaciones: no aplica.

**Muestra N°06:** Muestra de inmisiones tomada en Colegio Saint Benedict. Irasses Curridabat; del 09 al 10 de octubre de 2017 en un período de 1 374 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°54'19,9" / W 84°02'20,2". Observaciones: no aplica.

**Muestra N°07:** Muestra de inmisiones tomada en la Casa Escombrera Coris Cartago, del 10 al 11 de octubre de 2017 en un período de 1 380 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°51'59,5" / W 83°59'07,8". Observaciones: no aplica.

**Muestra N°08:** Muestra de inmisiones tomada en la Escuela Coris Cartago, del 10 al 11 de octubre de 2017 en un período de 1 380 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°51'59,5" / W 83°59'24,8". Observaciones: no aplica.

**Muestra N°09:** Muestra de inmisiones tomada en el Colegio Máximo Quesada Guatuso Patarra, del 11 al 12 de octubre de 2017 en un período de 1 380 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°52'31,6" / W 84°02'05,5". Observaciones: no aplica.

**Muestra N°10:** Muestra de inmisiones tomada en la Escuela Guatuso de Patarra, del 11 al 12 de octubre de 2017 en un período de 1 380 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°50'59,1" / W 83°57'18,8". Observaciones: no aplica.

**Muestra N°11:** Muestra de inmisiones tomada en la Caballeriza Mario Coto Guatuso, El Tejar del Guarco, del 12 al 13 de octubre de 2017 en un período de 1 386 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°49'10,5" / W 83°56'48,7". Observaciones: no aplica.

Laboratorio de Análisis Ambiental  
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA  
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 2277 3292 FAX: (506) - 2277 3696



UNIVERSIDAD NACIONAL  
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES  
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL  
**REPORTE DE RESULTADOS**



PRT-011 R-03  
Versión 07  
Página 5 de 5

N° Reporte: AI-196-2017

**Muestra N°12:** Muestra de inmisiones tomada en el Salón Pastoral Sabana Grande El Guarco, Cartago, del 12 al 13 de octubre de 2017 en un periodo de 1 374 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°50'59,1" / W 83°57'18,8".

Observaciones: no aplica.

**Muestra N°13:** Muestra de inmisiones tomada en la caja de válvulas Damas Guatuso de Patarra, del 17 al 18 de octubre de 2017 en un periodo de 1 440 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°52'26,6" / W 84°02'08,6".

Observaciones: no aplica.

**Muestra N°14:** Muestra de inmisiones tomada en la Plaza de Deportes del Comité de Deportes de Patarra, del 17 al 18 de octubre de 2017 en un periodo de 1 440 minutos. Coordenadas Geográficas: N 09°52'58,6" / W 84°02'05,0". Observaciones: no aplica.


B.Q. Víctor Hugo Beita Guerrero  
Químico NI 2735  
Director de Área de Aire

----- Última Línea del Reporte de Resultados AI-196-2017 -----

Laboratorio de Análisis Ambiental  
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA  
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 2277 3292 FAX: (506) - 2277 3696