



INFORME DE ANÁLISIS

USUARIO: INGEMAR Panamá, S.A.
FECHA DE LA MUESTRA: 26 de julio de 2004
FECHA DEL INFORME: 5 de Agosto de 2004
MUESTRA: Muestra 1Km

Detalle del Análisis de Granulometría
Peso de la Muestra: IAQ 131 -2004

Tamiz No.	Abertura de la malla mm	Peso Retenido g	Retenido Acumulativo g	% Retenido	% Que Pasa
½	12.7	--	--	--	--
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
No.4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
No.8		--	--	--	--
No.16	1.19	--	--	--	--
No.30	0.59	0.0	0.0	0.0	100.0
No.50	0.297	0.4	0.4	0.4	99.6
No.100	0.149	0.5	0.9	0.9	99.1
No.200	0.074	1.0	1.9	1.9	98.1

	M-1
% que Pasa	98.1

Nota: En esta misma fecha se enviaron al laboratorio 2 muestras más para análisis de Granulometría, marcadas 3.5Km y 7.0 Km pero la cantidad de las muestras era insuficiente para realizar este análisis

IAQ 131-2004
Profesor Sergio Quintero
Químico

SERGIO QUINTERO BAULE
QUÍMICO
CÉDULA: 6-28-42 IDONEIDAD: 0046

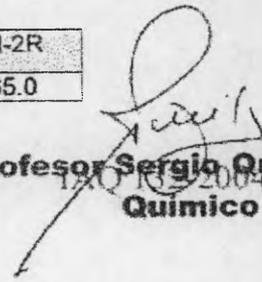
INFORME DE ANÁLISIS

USUARIO: INGEMAR Panamá, S.A.
FECHA DE LAS MUESTRAS: 23 de julio de 2004
FECHA DEL INFORME: 5 de agosto de 2004

Detalle del Análisis de Granulometría
Peso de la Muestra: IAQ 132-2004

Tamiz No.	Abertura de la malla mm	Peso Retenido g		Retenido Acumulativo g		% Retenido		% Que Pasa	
		M-2	M2-R	M-2	M-2R	M-2	M2-R	M-2	M-2R
½	12.7	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8"	9.52	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	98.5	98.6
No.4	4.76	3.1	3.2	4.6	4.6	4.6	4.6	95.4	95.4
No.8		—	—	—	—	—	—	—	—
No.16	1.19	—	—	—	—	—	—	—	—
No.30	0.59	5.1	5.2	9.7	9.8	9.7	9.8	90.3	90.2
No.50	0.297	6.2	6.1	15.9	15.9	15.9	15.9	84.1	84.1
No.100	0.149	7.6	7.7	23.5	23.6	23.5	23.6	76.5	76.4
No.200	0.074	11.5	11.4	35.0	35.0	35.0	35.0	65.0	65.0

	M-2	M-2R
% que Pasa	65.0	65.0


Profesor Sergio Quintero
Químico



INFORME DE ANÁLISIS

USUARIO: INGEMAR Panamá, S.A.

FECHA DE LAS

MUESTRAS: 23 de julio de 2004

FECHA DEL INFORME: 5 de agosto de 2004

Detalle del Análisis de Granulometría

Peso de la Muestra: 100g

IAQ 132-2004

Tamiz No.	Abertura de la malla mm	Peso Retenido g		Retenido Acumulativo g		% Retenido		% Que Pasa	
		M-1	M1-R	M-1	M-1R	M-1	M1-R	M-1	M-1R
½	12.7	—	—	—	—	—	—	—	—
3/8"	9.52	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	99.4	99.3
No.4	4.76	4.2	4.1	4.8	4.8	4.8	4.8	95.2	95.2
No.8									
No.16	1.19								
No.30	0.59	4.8	4.9	9.6	6.7	9.6	9.7	90.4	90.3
No.50	0.297	7.1	6.9	16.7	16.6	16.7	16.6	83.3	83.4
No.100	0.149	8.6	8.5	25.3	25.4	25.3	25.1	74.7	74.9
No.200	0.074	9.1	9.2	34.4	34.4	34.4	34.3	65.6	65.7

	M-1	M-1R
% que Pasa	65.6	65.7

IAQ 132-2004
Profesor Sergio Quintero
Químico



Métodos	
Parámetro	Standard Method No.
Coliformes Totales	9221
Coliformes Fecales	9921
Conductividad	2510 B
Oxígeno Disuelto	4500-O
Aceites y Grasas	5520
Hidrocarburos	5520F
Salinidad	2520
Cadmio	3110

IAQ 132-2004

Profesor Sergio Quintero
Químico

SERGIO QUINTERO BAULE
QUÍMICO
CÉDULA: 6-28-47 IDENTIDAD: 0046



INFORME DE ANÁLISIS

USUARIO: **INGEMAR Panamá, S.A.**
FECHA DE LAS MUESTRAS: **23 de julio de 2004**
FECHA DEL INFORME: **6 de agosto de 2004**
MUESTRAS: **4 muestras de agua de mar**

IAQ 132 -2004

Parámetros Bacteriológicos		1S	1S(R)	2S	2S(R)
Coliformes Totales	CFU/100mL	0	0	6400.0 (NMP)	6500.0 (NMP)
Coliformes Fecales	CFU/100mL	0	0	0	0
Parámetros Físico Químicos		1S	1S(R)	2S	2S(R)
Temperatura	°C	26.0	26.0	27.0	27.0
Conductividad	mmhos/cm	48.4	48.5	46.4	48.3
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.6	7.7	7.2	7.2
Salinidad	%	3.0	3.0	3.1	3.1
Metales		1S	1S(R)	2S	2S(R)
Cadmio	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Orgánicos		1S	1S(R)	2S	2S(R)
Aceites y Grasas	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2
Hidrocarburos Totales	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

IAQ 132-2004
Profesor Sergio Quintero
Químico

SERGIO QUINTERO BAULE
QUÍMICO
CÉDULA: 6-28-42 IDONEIDAD: 0046



INFORME DE ANÁLISIS

USUARIO: INGEMAR Panamá, S.A.
 PROYECTO: Saneamiento de la Bahía
 FECHA DE LA MUESTRA: 10 de Agosto de 2004
 FECHA DEL INFORME: 11 de Agosto de 2004
 IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: Muestra No.1

Detalle del Análisis de Granulometría
 Peso de la Muestra: 100g IAQ 134-2004

Tamiz No.	Abertura de la malla mm	Peso Retenido g	Retenido Acumulativo g	% Retenido	% Que Pasa
½	12.7	-	-	-	-
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
No.4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
No.8		-	-	-	-
No.16	1.19	-	-	-	-
No.30	0.59	0.0	0.0	0.0	100.0
No.50	0.297	0.0	0.0	0.0	100.0
No.100	0.149	0.1	0.1	0.1	99.9
No.200	0.074	0.2	0.3	0.3	99.7

	M-1
% que Pasa	99.7

IAQ 134-2004
 Profesor Sergio Quintero
 Químico



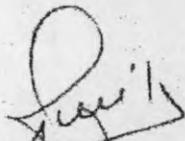
INFORME DE ANÁLISIS

USUARIO: INGEMAR Panamá, S.A.
PROYECTO: Saneamiento de la Bahía
FECHA DE LA MUESTRA: 10 de Agosto de 2004
FECHA DEL INFORME: 11 de Agosto de 2004
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: Muestra No.2

Detalle del Análisis de Granulometría
Peso de la Muestra: 100g IAQ 134-2004

Tamiz No.	Abertura de la malla mm	Peso Retenido g	Retenido Acumulativo g	% Retenido	% Que Pasa
½	12.7	-	-	-	-
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
No.4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
No.8		-	-	-	-
No.16	1.19	-	-	-	-
No.30	0.59	0.4	0.4	0.4	99.6
No.50	0.297	1.4	1.8	1.8	98.2
No.100	0.149	4.0	5.8	5.8	94.2
No.200	0.074	5.8	11.6	11.6	88.4

	M-2
% que Pasa	88.4


IAQ 134-2004
Profesor Sergio Quintero
Químico



INFORME DE ANÁLISIS

USUARIO: INGEMAR Panamá, S.A.
PROYECTO: Saneamiento de la Bahía
FECHA DE LA MUESTRA: 10 de Agosto de 2004
FECHA DEL INFORME: 11 de Agosto de 2004
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: Muestra No.3

Detalle del Análisis de Granulometría
Peso de la Muestra: 100g IAQ 134-2004

Tamiz No.	Abertura de la malla mm	Peso Retenido g	Retenido Acumulativo g	% Retenido	% Que Pasa
½	12.7	--	--	--	--
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
No.4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
No.8		--	--	--	--
No.16	1.19	--	--	--	--
No.30	0.59	0.0	0.0	0.0	100.0
No.50	0.297	0.0	0.0	0.0	100.0
No.100	0.149	1.5	1.5	1.5	98.5
No.200	0.074	3.7	5.2	5.2	94.8

	M-3
% que Pasa	94.8

IAQ 134-2004
Profesor Sergio Quintero
Químico



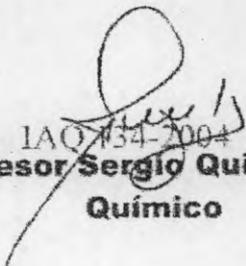
INFORME DE ANÁLISIS

USUARIO: INGEMAR Panamá, S.A.
PROYECTO: Saneamiento de la Bahía
FECHA DE LA MUESTRA: 10 de Agosto de 2004
FECHA DEL INFORME: 11 de Agosto de 2004
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: Muestra No.4

Detalle del Análisis de Granulometría
Peso de la Muestra: 100g IAQ 134-2004

Tamiz No.	Abertura de la malla mm	Peso Retenido g	Retenido Acumulativo g	% Retenido	% Que Pasa
½	12.7	--	--	--	--
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
No.4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
No.8		--	--	--	--
No.16	1.19	--	--	--	--
No.30	0.59	0.6	0.6	0.6	99.4
No.50	0.297	1.6	2.2	2.2	97.8
No.100	0.149	7.5	9.7	9.7	90.3
No.200	0.074	19.2	28.9	28.9	71.1

	M-4
% que Pasa	71.1


IAQ 134-2004
Profesor Sergio Quintero
Químico



INFORME DE ANÁLISIS

USUARIO: INGEMAR Panamá, S.A.
PROYECTO: Saneamiento de la Bahía
FECHA DE LA MUESTRA: 10 de Agosto de 2004
FECHA DEL INFORME: 11 de Agosto de 2004
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: Muestra No.5

Detalle del Análisis de Granulometría
Peso de la Muestra: 100g IAQ 134-2004

Tamiz No.	Abertura de la malla mm	Peso Retenido g	Retenido Acumulativo g	% Retenido	% Que Pasa
½	12.7	-	--	-	-
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
No.4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
No.8		-	--	-	-
No.16	1.19	-	--	-	-
No.30	0.59	0.0	0.0	0.0	100.0
No.50	0.297	0.0	0.0	0.0	100.0
No.100	0.149	0.3	0.3	0.3	99.7
No.200	0.074	0.5	0.8	0.8	99.2

	M-5
% que Pasa	99.2

IAQ 134-2004
Profesor Sergio Quintero
Químico

ESTUDIO DE IMPACTO SONORO

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INGEMAR S.A.

PRIMETA PARTE: LÍNEA DE BASE

1. INTRODUCCIÓN

Los panameños residentes en el área capitalina se encuentran ante uno de los proyectos más requeridos y esperados: el saneamiento de la Bahía de Panamá. Por décadas (desde Greeley & Hansen 1959), se han realizado estudios multidisciplinarios que concluían en la ejecución de este gran proyecto; quedando plasmado en 1999 en la Estrategia Nacional de Ambiente¹, al introducir a la Bahía de Panamá como un Tema Relevante de Calidad Ambiental de la República de Panamá.

Las estaciones depuradoras de aguas residuales, como cualquier proceso industrial, posee eslabones de procesos unitarios con sistemas generadores de ruido, que en su conjunto, producen impacto sonoro que repercuten en la salud ocupacional, las estructuras, los propios generadores, y que además pueden afectar de manera, decisiva el escenario en que se establece la planta de tratamiento.

La futura planta de tratamiento de la ciudad de Panamá se encuentre ubicada en Juan Díaz, entre la desembocadura del río Juan Díaz y la barriada Costa del Este, en la costanera.

2. METODOLOGÍA

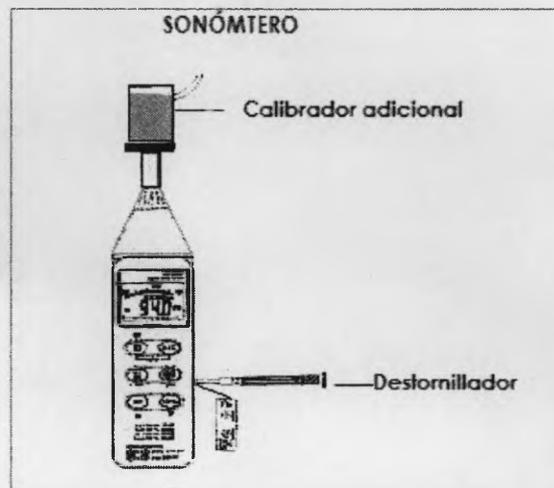
Para el estudio de ruido se utilizaron todas las reglamentaciones exigidas por la Autoridad Nacional del Ambiente, decretos y normas de referencia internacional. Además se empleó el instrumental idóneo exigido por los entes antes citados; seguidamente se detalla la metodología aplicada.

2.1. Instrumental y certificado de calibración

Instrumental

Para las mediciones se utilizó un sonómetro portátil digital PCE 322-A con Data Logger Sound Level; para determinar el modelo de propagación se implementó un programa que aplica a diferentes puntos **georeferenciados**. Se realizó la verificación de la calibración a través de un calibrador acústico que emite una señal de referencia de 94,0 dB y a 1 000 Hz, justo antes y después del estudio en campo, resultando una diferencia menor de 0,3 dB.

¹ Castillo María de los Angeles. 1999. Estrategia Nacional del Ambiente. Calidad Ambiental. Capítulo 8, Bahía de Panamá.



- > **Certificado de Calibración:** Seguidamente se presenta la certificación de la calibración del instrumental.



Certificación
Nº E202297

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

Calibración Nº TS05/1378

Calibration Nº

Página 1 de 2 páginas

Nº Anexos 2

Page 1 of 2 pages

Tecnologías Servincal S.L.L.
LABORATORIO DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN
Area Acústica

C/Kripton 19 A - 47012 Valladolid

Tfno: 983 218 214 Fax: 983 219 015

servincal@servincal.com www.servincal.com



INSTRUMENTO: SONÓMETRO

Instrument

FABRICANTE: PGE

Manufacturer

MODELO: 322-A

Model

NÚMERO DE SERIE: 050301983

Serial number

PETICIONARIO: MARIA DE LOS ANGELES CASTILLO

Customer

PRODUCCIONES CIENTIFICAS S A

FECHA CALIBRACIÓN: 03/10/2005

Calibration date

NUMERO DE EXPEDIENTE: 2549

Expedient number

Signatario autorizado

Authorized signatory

Fecha de emisión

Date of issue

José A. Manuel Palazuelos
Director Técnico

03 de octubre de 2005

Este certificado se emite de acuerdo con las condiciones recogidas en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2000, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Este certificado NO podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

This certificate is issued in accordance with the UNE-EN ISO/IEC 17025:2000 and has been assessed the measurement capability of the laboratory with its traceability to national and international standards.

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.

2.2. Ubicación

El estudio se realizó en el corregimiento de Juan Díaz, en un radio que cubría de manera representativa, Costa del Este, Campo Limbert, tramos de la autopista (corredor Sur), Ciudad Radial, el antiguo astillero, areneras, y la zona de manglar.

El emplazamiento de la futura planta de tratamiento se encuentra en un bosque de manglar a pocos kilómetros de la costa.

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE PANAMÁ ESCENARIO DE ESTUDIO DE IMPACTO SONORO



2.3. Las mediciones

Las mediciones fueron efectuadas en dos periodos horarios: día y noche, de los días 20 y 21 de septiembre de 2006. Las jornadas de trabajo incluyen los siguientes periodos:

- Las mediciones comprendidas durante el día comprenden: 1:00 a.m.-5:00 p.m.
- Las mediciones comprendidas durante la noche comprenden: 10:00 p.m.-1:00 a.m.

Se realizaron mediciones en veintidós (22) lugares; organizados de la siguiente manera: 21 lugares durante el día y 15 lugares durante la noche. Las mediciones en cada punto medición se realizaron durante 3 minutos. Estos lugares de medición se ilustran a continuación:

Tabla 1. Descripción y ubicación de los puntos de medición.

AREAS ESTUDIADAS	
PUNTOS DE MEDICIÓN EN PLANTA	
1	Entronque autopista/Costa de Este/Chanis
2	Autopista Hacia entronque de Llano Bonito
3	Entronque con Llano Bonito hacia la entrada del antiguo astillero
4	Camino hacia el antiguo astillero.
5	Camino hacia el antiguo astillero.
6	Camino hacia el antiguo astillero.
7	Camino hacia la playa
8	Puerto de Juan Díaz
9	Puente sobre el rio Juan Díaz, sobre la autopista
10	Próximo a la empresa Promar (antiguo astillero Juan Díaz).
11	Ciudad Radial, punto próximo a la autopista
12	Ciudad Radial, punto próximo a la autopista
13	Costa del Este, en desembocadura de quebrada
14	Costa del Este, (Villa del Mar) en muro perimetral límite con la zona de manglar
15	Costa del Este, (Villa del Mar) en muro perimetral límite con la zona de manglar
16	Costa del Este, (Toscaza del Este) en muro perimetral límite con la zona de manglar
17	Costa del Este, en el paseo costanero
18	Costa del Este, centro comercial
19	Costa del Este, hacia la autopista
20	Entre los Barrios de San Fernando y Llano Bonito
21	Autopista (Puente astillero Juan Díaz)
22	Camino hacia astillero Juan Díaz



3. OTRAS CONSIDERACIONES

3.1. Objeto de la medición

Realizar un Estudio Ambiental, en su componente de ruido, para la instalación de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de la ciudad de Panamá.

3.2. Entorno de la medición

Características urbanísticas y zonificación: rural-urbano, en zona de manglar en la ciudad de Panamá.

Descripción del entorno: bosque de manglar acordonado por la urbanización Costa del Este y Campo Limbert , Llano Bonito y Ciudad Radial; siendo el corredor Sur una barrera entre la zona de manglar y las tres últimas poblaciones.

3.3. Fuentes de ruido

- Localización: Ver mapa con proyección de isolíneas sonoras
- Características del ruido: Continuo, variables, tonal e impulsivo.
- Descripción general: Emisores de ruido producto del flujo vehicular en el Corredor Sur, actividades en el puerto de Juan Díaz y algunas industrias, y actividades propias de las viviendas.

3.4. Receptores

- Localización:
- Puntos de medida: Ambiente.

3.5. Equipo de medición

- Sonómetro: portátil digital PCE 322-A con Data Logger Sound Level.
- Pistófono que emite 94 dB a 1 000 Hz.
- Pantalla acústica contra viento.
- Computadora portátil
- Software para determinar los parámetros acústicos.
- Software para realizar las interpolaciones de los niveles sonoros.

3.6. Fecha del estudio y estado del tiempo

El estudio se realizó el día miércoles 20 de septiembre y el día jueves 21 de septiembre de 2006. La hora en que se iniciaron las mediciones fue a las 1:00 p.m. y finalizaron a las 1:00 a.m. Durante los periodos de medición no se presentaron lluvias en la zona.

➤ Datos de la medición

- Unidad: dBA
- Parámetros:
 - Leq (nivel de presión sonora equivalente con ponderación A),
 - Lp (nivel promedio de presión sonora con ponderación A),
 - Lmax (nivel de presión sonora máximo con ponderación A)

- L_{min} (nivel de presión sonora mínimo con ponderación A)
 - L_{90} (nivel de sonoro de fondo con ponderación A)
 - L_{50} (mediana del nivel sonoro con ponderación A)
 - L_{10} (limite nivel de pico con ponderación A).
- Tipo de curva de medición: A (Responde principalmente a frecuencias comprendidas en un rango de 500 a 10 000 Hz, el cual es el rango más sensitivo del oído humano.)
- Tiempo de integración: lento
- Tiempo de medida: 3,0 minuto.
- Ruido de fondo en el área de estudio durante el día: 55,1 dBA.
- Ruido de fondo en el área de estudio durante la noche: 49,8 dBA.
- Número de lugares de medición durante el día: 21.
- Número de lugares de medición durante la noche: 15.

Bajo este orden se midieron los niveles de ruido en los puntos indicados con el resultado a continuación detallado.

4. APLICACIÓN DE NORMAS

- **Ruido Ambiente:** Recomendaciones de la organización mundial de la salud.

5. RESULTADOS DE LA MEDICIONES

5.1. Mediciones de ruido durante el día

Durante el día se realizaron mediciones en 21 lugares distintos. En la Tabla 2 se presentan los resultados de las mediciones realizadas durante el día (nivel sonoro equivalente, el nivel sonoro medio, el L_{10} , L_{50} , L_{90} , el nivel sonoro máximo y el nivel sonoro mínimo.

En la Figura 1 se presenta el gráfico tridimensional de las distribución del las perturbaciones acústicas en todo el área de estudio. La Figura 2 muestra las áreas de igual nivel de intensidad sonora, mientras que al Figura 3 se presenta las isolíneas acústicas proyectadas sobre la imagen satelital del área de estudio.

Tabla 2: Resultados de la medición durante el día.

NIVELES SONOROS DIURNO									
PUNTO	COORDENADAS (m)		PARÁMETROS (dBA)						
	X	Y	L _{MIN}	L _{MAX}	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L _p	L _{eq}
1.	526	1 840	65,6	85,9	67,0	72,5	77,9	72,7	75,6
2.	999	2 146	55,9	95,3	62,1	73,4	88,1	74,6	80,2
3.	1 735	2 318	57,1	87,5	56,8	67,5	81,0	69,0	76,0
4.	2 216	2 258	44,8	72,9	45,7	48,5	57,3	50,4	57,2
5.	2 842	1 608	41,1	71,7	41,6	43,9	56,9	47,0	56,5
6.	3 045	1 339	42,6	88,8	48,3	49,0	51,0	49,9	63,4
7.	3 091	1 122	46,2	55,2	47,0	48,2	50,0	48,4	48,7
8.	3 646	1 892	53,5	72,3	54,7	57,1	68,3	59,3	63,1
9.	2 748	2 938	58,4	95,3	62,2	72,5	83,2	72,9	80,0
10.	3 886	2 244	48,3	71,3	50,0	53,9	61,0	54,9	58,5
11.	3 564	3 901	53,1	87,4	54,6	67,8	76,1	67,2	73,9
12.	2 558	3 371	65,1	80,6	66,4	68,5	70,7	68,6	69,5
13.	1 851	291	48,9	55,4	50,0	53,0	54,3	52,8	53,1
14.	1 781	553	50,2	56,9	50,8	52,7	55,2	52,8	53,2
15.	1 767	853	47,8	52,8	48,4	49,5	51,3	49,7	49,9
16.	1 692	1 152	47,7	55,7	48,2	49,1	51,0	49,3	49,7
17.	1 227	314	51,8	77,8	53,2	56,7	67,3	58,3	63,3
18.	1 038	965	57,9	86,8	62,2	66,9	76,3	68,1	72,6
19.	796	1 638	58,7	91,5	63,5	71,8	76,9	71,1	74,4
20.	779	3 162	58,9	79,8	62,7	72,0	78,3	72,2	73,0
21.	4 057	3 493	58,9	95,3	62,5	72,6	83,4	73,0	80,3

En origen de coordinas para la medición de nuestros parámetros X y Y se ha tomado el la parte inferior izquierda de la imagen satelital mostrada en la Tabla 1.

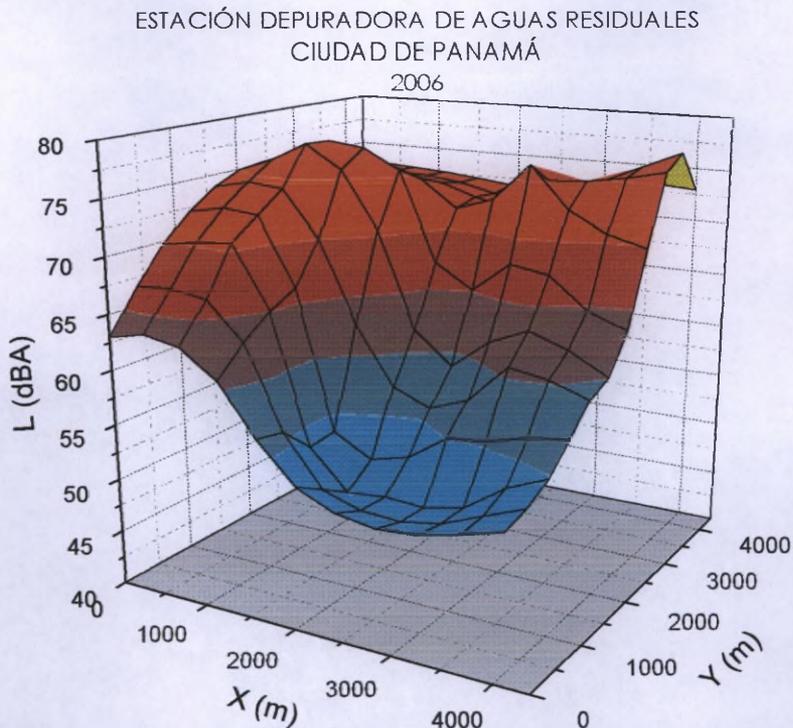


Fig. 1. Nivel sonoro en el área de estudio durante el día.

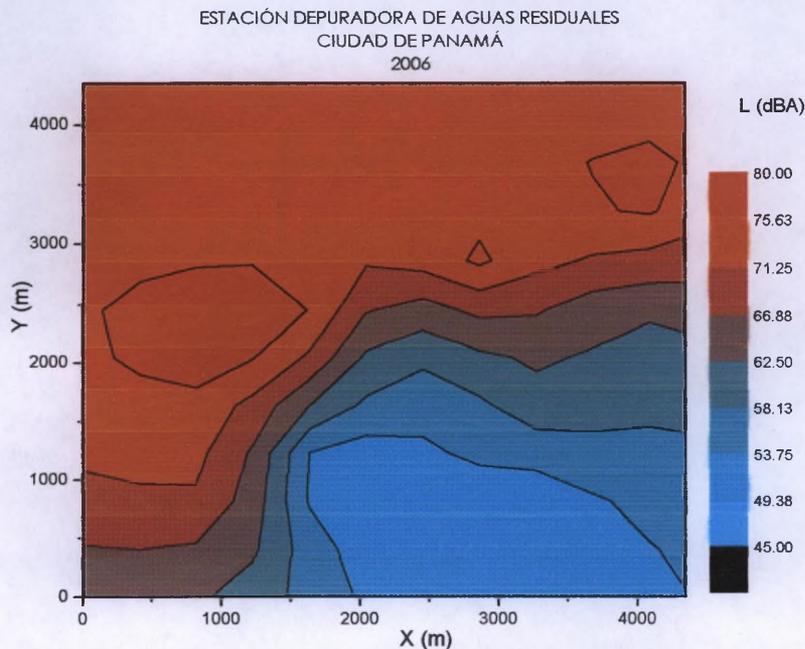


Fig. 2. Nivel sonoro en el área de estudio durante el día.

Durante el día, los niveles más altos de intensidad sonora está comprendidas entre los 70 dBA y 80 dBA (tonalidad roja). Mientras que los niveles más bajos esta (menos de 60 dBA) están caracterizados por tonalidades celestes.



Fig. 3. Isolíneas acústicas proyectadas sobre el área de estudio, durante el día.

Las isófonas de niveles sonoros muestran que los niveles más altos están asociados al flujo vehicular del Corredor Sur, en donde se dan niveles de 70 y 80 dBA. El trazado de estas isófonas acústicas se prolongan desde el Corredor Sur hasta sus poblaciones vecinas.

5.2. Mediciones de ruido durante la noche

Durante la noche se seleccionaron quince puntos de medición. En la Tabla 3 se presentan las coordenadas de puntos de medición, así como los resultados de las mediciones

realizadas durante la noche (nivel sonoro equivalente, el nivel sonoro medio, el L_{10} , L_{50} , L_{90} , el nivel sonoro máximo y el nivel sonoro mínimo.

En la Figura 4 se presenta el gráfico tridimensional de las distribución del las perturbaciones acústicas en todo el área de estudio. La Figura 5 muestra las áreas de igual nivel de intensidad sonora, mientras que al Figura 6 se presenta las isófonas acústicas proyectadas sobre la imagen satelital del área de estudio, para el periodo nocturno (después de la 10:00 p.m.).

Tabla 3: Resultados de las mediciones durante la noche.

NIVELES SONOROS NOCTURNO									
PUNTO	COORDENADAS (m)		PARÁMETROS (dBA)						
	X	Y	L _{MIN}	L _{MAX}	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L _p	L _{eq}
1	526	1 840	52,5	88,6	54,1	60,0	69,7	61,3	71,1
2	999	2 146	49,7	88,8	52,0	63,2	73,3	62,7	72,0
3	1 735	2 318	53,7	62,3	54,1	55,6	58,3	56,1	56,4
9	2 748	2 938	53,7	85,3	56,2	63,1	76,5	65,3	72,4
11	3 564	3 901	49,8	84,9	50,8	56,2	69,9	58,9	68,6
12	2 558	3 371	48,2	75,5	48,5	49,5	55,0	57,3	58,8
14	1 781	553	50,0	55,9	50,1	52,4	55,0	52,5	53,1
15	1 767	853	44,1	48,6	44,3	46,6	48,0	46,4	46,6
16	1 692	1 152	38,7	41,5	38,9	39,1	40,6	39,6	39,6
17	1 227	314	49,0	52,8	49,3	50,2	50,7	50,2	50,2
18	1 038	965	43,5	70,6	44,6	49,5	58,9	50,8	57,1
19	796	1 638	44,0	76,9	44,5	52,5	60,7	51,7	60,2
20	779	3 162	55,2	84,1	55,7	60,2	72,3	62,4	69,2
21	4 057	3 493	52,6	94,3	54,3	61,8	73,2	63,3	74,9
22	4 200	2770	45,5	52,5	50,2	50,6	51,1	50,5	50,6

ESTACIÓN DEPUADORA DE AGUAS RESIDUALES
CIUDAD DE PANAMÁ
2006

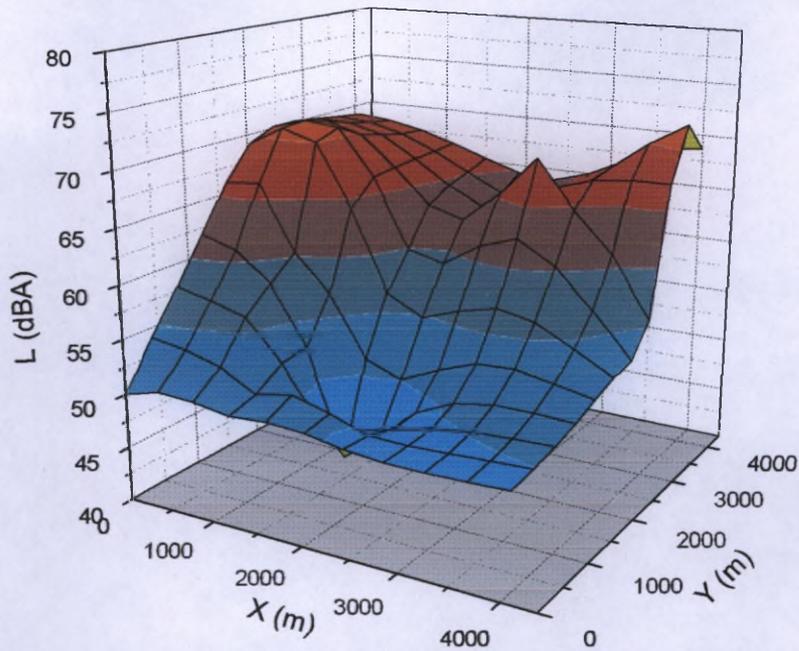


Fig. 4. Nivel sonoro en el área de estudio durante la noche

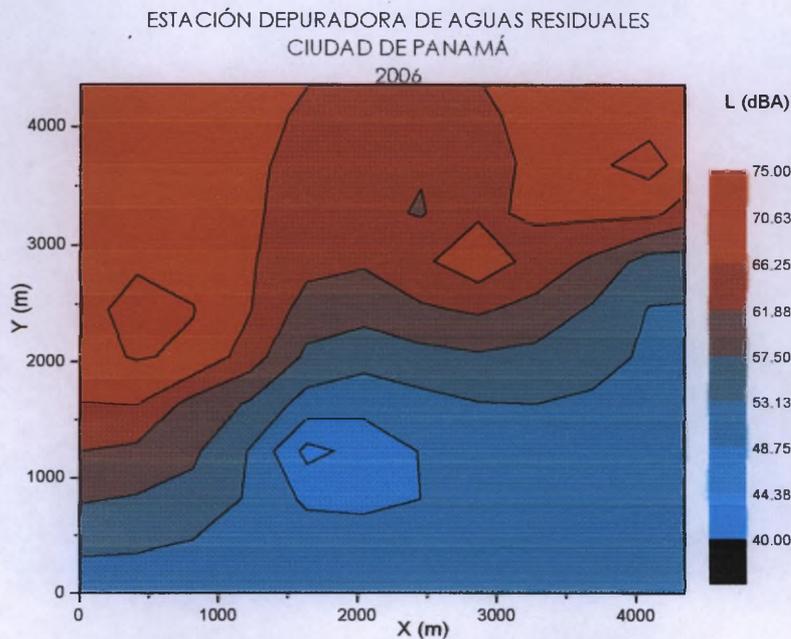


Fig. 5. Nivel sonoro el área de estudio dutante la noche.

Durante la noche, los niveles más altos de intensidad sonora está comprendidas entre los 60 dBA y 75 dBA (tonalidad roja). Mientras que los niveles más bajos esta (menos de 57 dBA) están caracterizados por tonalidades celestes.



Fig. 6. Isolíneas acústicas proyectadas sobre el área de estudio, durante la noche.

Las isófonas sonoras indican que a medida que nos alejamos del Corredor Sur, menores son los niveles acústicos detectados. Sin embargo, en las comunidades de Campo Limbert, Llano Bonito y Ciudad Radial, se detectaron niveles sonoros 65 dBA y 68 dBA.

A falta de una reglamentación que regule el nivel sonoro en calles y avenidas, utilizaremos como límite máximo permitido, el recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), para área de comercio, tráfico, industrias y de compra, el cual corresponde a 70 dBA.

En la Tabla 4, se comparan los niveles sonoros ambientes con los establecidos por la citada recomendación de la OMS.

Tabla 4. Comparación con el límite máximo recomendado por OMS.

Punto de medición	Nivel Leq	
	EL LÍMITE MÁXIMO RECOMENDADO POR LA OMS ES DE 70 dBA	
	Día (6:00 a.m a 10:00 p.m)	Noche (10:00 p.m. a 6:00a.m.)
1.	75,6	71,1
2.	80,2	72,0
3.	76,0	56,4
4.	57,2	-
5.	56,5	-
6.	63,4	-
7.	48,7	-
8.	63,1	-
9.	80,0	72,4
10.	58,5	-
11.	73,9	68,6
12.	69,5	58,8
13.	53,1	-
14.	53,2	53,1
15.	49,9	46,6
16.	49,7	39,6
17.	63,3	50,2
18.	72,6	57,1
19.	74,4	60,2
20.	73,0	69,2
21.	80,3	74,9
22.	-	50,6

Las numeraciones en rojo destacan un nivel sonoro por encima del límite recomendado por la OMS.

SEGUNDA PARTE: MODELACIÓN MATEMÁTICA Y PROYECCIÓN DEL IMPACTO SONORO

I. INTRODUCCION

El impacto ambiental que sufre una región específica se puede definir como la diferencia entre la situación ambiental futura del lugar, después de la realización de la obra, y el estado ambiental de la zona si dicha obra no hubiese tenido lugar.

El nivel de intensidad sonora L se puede expresar en decibelios A (dBA), a partir de la relación:

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

Donde I_0 es una intensidad que se toma como referencia, que es para el aire $1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-1}$, que corresponde con el umbral mínimo de audición.

La intensidad de la onda sonora es proporcional al cuadrado de la presión a la que está sometido el aire en cada punto. Por lo tanto, la ecuación anterior estará expresada como:

$$L = 10 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

Donde P_0 es presión de referencia igual a $0,000\ 020 \text{ N/m}^2$ ($2,0 \times 10^{-5} \text{ Pa}$). Este valor se utiliza para no tener que usar decibelios negativos y hacer coincidir el umbral de audición en "0" decibelios.

2. DATOS SUMINISTRADOS POR EL PROMOTOR

Fuentes de Ruido

- Las principales fuentes de ruido de la planta depuradora son los 10 sopladores (2 de emergencia) los cuales tienen $80 \text{ m}^3/\text{min} \times 160 \text{ kW}$. Estos sopladores generan cada uno un nivel de intensidad sonora de 100 dBA a 1,0 m de distancia y 1,5 m de altura. Las paredes interiores del edificio en donde operen estos sopladores contarán con aislantes acústicos, de tal manera que el ruido detectado a 1,0 m de la pared exterior del edificio será de 80 dBA.
- La segunda fuente de ruido serán los dos motores de generación eléctrica a gas, el cual producirá una energía de 1 150 kWh. El nivel de intensidad a 1,0 m de distancia y a la altura de 1,0 m será de 110 dBA. Las paredes exteriores en donde funcionará estos generadores estarán cubiertas con aislantes acústicos los cuales producirá a 1,0 m de la pared exterior del edificio se detecte 80 dBA. De igual forma el tubo de escape de los generadores contarán con silenciadores que producirá que el ruido en la salida de estos tubos sea de 80 dBA.

DATOS METEOROLÓGICOS SUMINISTRADOS POR LA EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A. (ETESA)

La estación meteorológica de ubicada en Tocumen nos reporta los siguientes datos para los últimos 10 años (1995 a 2005).

- Humedad relativa mensual máxima de los últimos 10 años: 89,0 % (se toma el valor máximo ya que mientras mayor sea la humedad relativa ambiental, mayor será la propagación de la onda sonora).
- Temperatura mensual máxima de los últimos 10 años: 29,0 °C (se toma el valor máximo ya que mientras mayor sea la temperatura ambiente, mayor será la propagación de la onda sonora).

3. PARÁMETROS PARA EL MODELA DE LA PROPAGACIÓN DE LA SONORIDAD DE LA PLANTA DEPURADORA

3.1. Parámetros meteorológicos

Temperatura: es la temperatura del aire del medio estudiado. En vista que el coeficiente de atenuación del sonido en el aire es inverso a la temperatura, que el valor mensual máximo para los últimos 10 años es de 29,0 °C, y que modelaremos para el peor escenario posible, usaremos para nuestra simulación la temperatura ambiente de 30,0 °C.

Humedad relativa: Tomando en cuenta que la humedad relativa mensual máxima registrada en la estación meteorológica de Tocumen fue de 89,0 %, que el lugar del emplazamiento se trata de humedales y manglares, que el coeficiente de atenuación del sonido en el aire es también inverso a la humedad relativa, y que modelaremos para el peor escenario posible, usaremos para nuestro simulación la humedad relativa ambiental de 100,0 %.

Con estos valores de humedad y temperatura el coeficiente de atenuación del sonido en el aire es de 0,79 dBA/100m. Es decir, que debido a la adsorción del aire, por cada 100 m que nos alejemos de una fuente sonora la intensidad sonora, bajo estas condiciones, el nivel de intensidad sonora disminuye 0,79 dBA.

3.2. Otros parámetros del modelo matemático.

En este modelo se hará para ocho (8) fuentes puntuales de 100 dBA (sopladores) dentro de un recinto y para dos (2) fuentes puntuales de 110 dBA (generadores) también dentro de un resiento.

Como ya se ha señalado, utilizaremos un coeficiente de atenuación del sonido en el aire de 0,79 dBA/100m. La variación con la distancia (r) de la intensidad sonora equivalente (L_{eq}) para una fuente sonora puntual de potencia L_w , está dada por:

$$L_{eq} = [L_w - 20\text{Log}(r) - 11] \text{ dBA}$$

Además, la suma de los niveles de intensidades de sonoras de todas las ondas que se interfieren estarán dadas por:

$$L_x = 10\log \left[\sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{xi}}{10}} \right] \text{ dBA}$$