



CAPÍTULO 3

LÍNEA DE BASE



Índice

3.0	LINEA DE BASE.....	3-1
3.1	Introducción.....	3-1
3.1.1	Objetivos	3-1
3.1.2	Ubicación general del Proyecto	3-1
3.1.3	Componentes ambientales que serán evaluados en el Estudio de Impacto Ambiental	3-3
3.2	Clima y meteorología	3-7
3.2.1	Introducción.....	3-7
3.2.2	Objetivos	3-7
3.2.3	Metodología	3-7
3.2.3.1	Clima.....	3-7
3.2.3.2	Meteorología	3-7
3.2.4	Resultados	3-10
3.2.4.1	Caracterización climática regional	3-10
3.2.4.2	Caracterización meteorológica Estación Viña del Mar	3-11
3.2.4.3	Caracterización meteorológica Estación Las Salinas.....	3-30
3.2.5	Conclusiones.....	3-48
3.2.6	Bibliografía	3-49
3.3	Calidad del aire	3-50
3.3.1	Introducción.....	3-50
3.3.2	Objetivos	3-50
3.3.3	Área de Estudio	3-50
3.3.4	Metodología	3-50
3.3.4.1	Registros de Monitoreos.....	3-50
3.3.4.2	Relación entre HCNM y Benceno	3-57
3.3.4.3	Normas de calidad	3-61
3.3.5	Resultados	3-62

3.3.5.1	Series de tiempo	3-62
3.3.5.2	Ciclos diarios.....	3-72
3.3.5.3	Ciclos Estacionales.....	3-82
3.3.5.4	Evaluación de normas de calidad de Aire	3-91
3.3.6	Conclusiones.....	3-106
3.3.7	Bibliografía	3-109
3.4	Ruido y vibraciones.....	3-110
3.4.1	Introducción.....	3-110
3.4.2	Objetivos	3-110
3.4.3	Área de Estudio	3-110
3.4.4	Metodología	3-115
3.4.4.1	Mediciones de ruido.....	3-115
3.4.4.2	Mediciones de vibraciones	3-116
3.4.4.3	Instrumental utilizado	3-117
3.4.5	Resultados	3-117
3.4.5.1	Mediciones de ruido.....	3-117
3.4.5.2	Medición de vibraciones	3-119
3.4.6	Conclusiones.....	3-121
3.4.7	Bibliografía	3-121
3.5	Geología y geomorfología y áreas de riesgos geológicos y geomorfológicos	3-122
3.5.1	Introducción.....	3-122
3.5.2	Objetivos	3-122
3.5.3	Área de Estudio	3-122
3.5.4	Metodología	3-122
3.5.5	Resultados	3-123
3.5.5.1	Geología	3-123
3.5.5.2	Geomorfología	3-129
3.5.5.3	Riesgos geológicos.....	3-133
3.5.6	Conclusiones.....	3-138

3.5.7	Bibliografía	3-139
3.6	Caracterización físico química del suelo.....	3-140
3.6.1	Introducción.....	3-140
3.6.2	Objetivos	3-140
3.6.3	Área de Estudio	3-140
3.6.4	Metodología	3-142
3.6.4.1	Revisión bibliográfica.....	3-142
3.6.4.2	Caracterización del suelo	3-142
3.6.4.3	Estandar de referencia para la calidad del suelo – Primer nivel de evaluación (Tier 1)	3-153
3.6.5	Resultados	3-158
3.6.5.1	Antecedentes generales de los suelos de la región	3-158
3.6.5.2	Capacidad de uso del área de estudio	3-158
3.6.5.3	Caracterización físico química del suelo del Sitio	3-158
3.6.5.4	Caracterización de otros parámetros en los suelos del Sitio y Área de Playa	3-169
3.6.5.5	Caracterización de gases del suelo.....	3-171
3.6.6	Conclusiones.....	3-174
3.6.6.1	Conclusiones sobre la caracterización del suelo del Sitio.....	3-174
3.6.6.2	Conclusiones sobre la caracterización del suelo en el Área de Playa	3-175
3.6.6.3	Conclusiones sobre la caracterización de otros parámetros en los suelos del Sitio y Alrededores y Área de Playa	3-175
3.6.6.4	Conclusiones sobre la caracterización de gases del suelo en el Sitio y Área de Playa	3-176
3.6.7	Bibliografía	3-177
3.7	Hidrología.....	3-178
3.7.1	Introducción.....	3-178
3.7.2	Objetivos	3-178
3.7.3	Área de Estudio	3-178
3.7.4	Metodología	3-180
3.7.5	Resultados	3-180
3.7.5.1	Hidrología a nivel regional	3-180

3.7.5.2	Características hidrológicas del Área de Estudio	3-181
3.7.6	Conclusiones.....	3-188
3.7.7	Bibliografía	3-188
3.8	Hidrogeología.....	3-189
3.8.1	Introducción.....	3-189
3.8.2	Objetivos	3-189
3.8.3	Área de Estudio	3-191
3.8.3.1	Área de Estudio Regional	3-191
3.8.3.2	Área de Estudio Local.....	3-191
3.8.4	Metodología	3-191
3.8.4.1	Recopilación y revisión de antecedentes	3-191
3.8.4.2	Descripción geológica y geomorfológica	3-191
3.8.4.3	Caracterización hidrogeológica del Área de Estudio Regional	3-192
3.8.4.4	Caracterización hidrogeológica del Área de Estudio Local	3-192
3.8.4.5	Modelo hidrogeológico conceptual	3-193
3.8.4.6	Descripción de la situación legal del agua.....	3-193
3.8.5	Resultados	3-193
3.8.5.1	Caracterización geológica y geomorfológica del Área de Estudio y del Área de Estudio Local.....	3-193
3.8.5.2	Hidrogeología a escala local.....	3-196
3.8.5.3	Niveles y superficie piezométrica	3-198
3.8.5.4	Relación del acuífero de Las Salinas con las mareas.....	3-203
3.8.5.5	Intrusión salina.....	3-206
3.8.5.6	Ensayos hidráulicos	3-210
3.8.5.7	Mecanismos de recarga y descarga.....	3-217
3.8.5.8	Modelo hidrogeológico conceptual	3-217
3.8.5.9	Contexto legal de las aguas subterráneas en el Área de Estudio Local	3-220
3.8.6	Conclusiones.....	3-223
3.8.7	Bibliografía	3-224
3.9	Calidad del agua subterránea.....	3-225

3.9.1	Introducción.....	3-225
3.9.2	Objetivos	3-225
3.9.3	Área de Estudio	3-225
3.9.4	Metodología	3-227
3.9.4.1	Revisión bibliográfica.....	3-227
3.9.5	Investigaciones ambientales Plan de Muestreo 2015 – 2016	3-227
3.9.5.2	Estandar de referencia – Primer nivel de evaluación Tier 1.....	3-233
3.9.6	Resultados	3-235
3.9.6.1	Calidad del agua subterránea en el Sitio en base al estándar de referencia Tier 1	3-235
3.9.6.2	Detecciones de FLNA en el Sitio	3-245
3.9.6.3	Calidad de agua subterránea en el Área de Playa en base al estándar de referencia Tier 1	3-247
3.9.6.4	Caracterización de la calidad del agua subterránea en la Zona Rompiente del Área de Playa en base al estándar de referencia Tier 1	3-250
3.9.7	Conclusiones.....	3-252
3.9.7.1	Conclusiones sobre la caracterización de agua subterránea del Sitio	3-252
3.9.7.2	Conclusiones sobre la caracterización del agua subterránea Zona Rompiente del Área Playa	3-253
3.9.8	Bibliografía	3-254
3.10	Recursos hídricos marinos y Ecosistema Marino	3-255
3.10.1	Introducción.....	3-255
3.10.2	Objetivos	3-255
3.10.3	Área de Estudio	3-256
3.10.4	Oceanografía Física.....	3-258
3.10.4.1	Metodología.....	3-258
3.10.4.2	Resultados	3-263
3.10.5	Física y química del agua de mar	3-267
3.10.5.1	Metodología	3-267
3.10.5.2	Resultados	3-268
3.10.6	Caracterización de colimetría y oceanografía biológica	3-277

3.10.6.1	Metodología	3-277
3.10.6.2	Resultados	3-279
3.10.7	Sedimento submareal	3-282
3.10.7.1	Metodología	3-282
3.10.7.2	Resultados	3-282
3.10.8	Sedimento intermareal arenoso	3-288
3.10.8.1	Metodología	3-288
3.10.8.2	Resultados	3-290
3.10.9	Macrobentos submareal	3-295
3.10.9.1	Metodología	3-295
3.10.9.2	Resultados	3-296
3.10.10	Macrobentos intermareal	3-301
3.10.10.1	Metodología	3-301
3.10.10.2	Resultados	3-301
3.10.11	Macrofauna intermareal rocoso	3-303
3.10.11.1	Metodología	3-303
3.10.11.2	Resultados	3-304
3.10.12	Avifauna	3-308
3.10.12.1	Metodología	3-308
3.10.12.2	Resultados	3-311
3.10.13	Mamíferos marinos	3-312
3.10.13.1	Metodología	3-312
3.10.13.2	Resultados	3-313
3.10.14	Conclusiones.....	3-314
3.10.15	Bibliografía	3-321
3.11	Plantas vasculares (vegetación y flora)	3-335
3.11.1	Introducción.....	3-335
3.11.2	Objetivos	3-335
3.11.3	Área de Estudio	3-336

3.11.4	Metodología	3-338
3.11.4.1	Revisión bibliográfica	3-338
3.11.4.2	Fotointerpretación	3-338
3.11.4.3	Campañas de terreno	3-338
3.11.5	Resultados	3-346
3.11.5.1	Revisión bibliográfica	3-346
3.11.5.2	Representación de los pisos vegetacionales en las unidades del SNAPE en la Región de Valparaíso	3-347
3.11.5.3	Especies en categorías de conservación en la Región de Valparaíso	3-347
3.11.5.4	Fotointerpretación	3-349
3.11.5.5	Trabajo en terreno	3-350
3.11.6	Conclusiones.....	3-369
3.11.7	Bibliografía	3-370
3.12	Animales silvestres (fauna)	3-372
3.12.1	Introducción.....	3-372
3.12.2	Objetivos	3-372
3.12.3	Área de Estudio	3-372
3.12.4	Metodología	3-374
3.12.4.1	Trabajo de gabinete	3-374
3.12.4.2	Trabajo de terreno	3-374
3.12.4.3	Análisis de la información	3-378
3.12.5	Resultados	3-379
3.12.5.1	Revisión bibliográfica	3-379
3.12.5.2	Marco biogeográfico	3-382
3.12.5.3	Identificación de hábitats	3-382
3.12.5.4	Campaña de terreno	3-387
3.12.5.5	Análisis de la información	3-399
3.12.6	Conclusiones.....	3-402
3.12.7	Bibliografía	3-405
3.13	Patrimonio cultural	3-407

3.13.1	Patrimonio histórico, arqueológico y religioso	3-407
3.13.1.1	Introducción.....	3-407
3.13.1.2	Objetivos	3-407
3.13.1.3	Área de Estudio	3-407
3.13.1.4	Metodología	3-409
3.13.1.5	Resultados	3-411
3.13.1.6	Conclusiones.....	3-425
3.13.1.7	Bibliografía	3-426
3.13.2	Patrimonio paleontológico.....	3-427
3.13.2.1	Introducción.....	3-427
3.13.2.2	Objetivos	3-427
3.13.2.3	Área de Estudio	3-427
3.13.2.4	Profundidad de las obras	3-429
3.13.2.5	Metodología	3-429
3.13.2.6	Antecedentes	3-430
3.13.2.7	Resultados	3-434
3.13.2.8	Análisis de potencial paleontológico	3-439
3.13.2.9	Conclusiones.....	3-442
3.13.2.10	Bibliografía	3-443
3.14	Paisaje.....	3-444
3.14.1	Introducción.....	3-444
3.14.2	Determinación y justificación del Área de Influencia inicial	3-444
3.14.3	Objetivos	3-444
3.14.4	Área de Estudio	3-445
3.14.5	Metodología	3-446
3.14.5.1	Actividades preliminares	3-446
3.14.5.2	Determinación del valor paisajístico	3-447
3.14.5.3	Determinación de la calidad visual del paisaje	3-449
3.14.6	Resultados	3-457
3.14.6.1	Determinación del valor paisajístico	3-457

3.14.6.2	Determinación de la calidad visual del paisaje	3-463
3.14.7	Conclusiones.....	3-489
3.14.8	Bibliografía	3-489
3.15	Áreas protegidas y sitios prioritarios para la conservación.....	3-490
3.15.1	Introducción.....	3-490
3.15.2	Objetivos	3-490
3.15.3	Área de Estudio	3-491
3.15.4	Metodología	3-491
3.15.4.1	Áreas bajo protección oficial	3-491
3.15.4.2	Otras áreas de interés para la protección.....	3-496
3.15.4.3	Análisis de la relación con el Proyecto	3-496
3.15.5	Resultados	3-496
3.15.5.1	Áreas bajo protección oficial	3-496
3.15.5.2	Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad	3-502
3.15.5.3	Relación con el Proyecto	3-503
3.15.6	Conclusiones.....	3-507
3.15.7	Bibliografía	3-508
3.16	Atractivos turísticos de carácter natural o cultural	3-509
3.16.1	Introducción.....	3-509
3.16.2	Objetivos	3-509
3.16.3	Área de Estudio	3-509
3.16.4	Determinación y justificación del Área de Influencia inicial	3-511
3.16.5	Metodología	3-511
3.16.5.1	Recopilación de antecedentes.....	3-511
3.16.5.2	Valor turístico de la zona	3-511
3.16.5.3	Descripción del Área de Influencia inicial	3-514
3.16.6	Resultados	3-517
3.16.6.1	Revisión de antecedentes.....	3-517
3.16.6.2	Valor turístico en la zona	3-527

3.16.7	Conclusiones.....	3-547
3.16.8	Bibliografía	3-548
3.17	Uso del territorio y su relación con los Instrumentos de Planificación Territorial	3-549
3.17.1	Introducción.....	3-549
3.17.2	Objetivos	3-549
3.17.3	Área de Estudio	3-550
3.17.4	Metodología	3-552
3.17.4.1	Fuentes secundarias.....	3-553
3.17.4.2	Levantamiento de información en terreno	3-553
3.17.4.3	Uso del suelo	3-553
3.17.4.4	Actividades económicas productivas relevantes	3-557
3.17.4.5	Construcciones relevantes.....	3-557
3.17.5	Resultados	3-558
3.17.5.1	Uso del suelo	3-558
3.17.5.2	Actividades económicas	3-565
3.17.5.3	Construcciones relevantes.....	3-568
3.17.6	Cartografía síntesis.....	3-586
3.17.7	Conclusiones.....	3-589
3.17.8	Bibliografía	3-590
3.18	Medio Humano	3-591
3.18.1	Introducción.....	3-591
3.18.2	Objetivos	3-591
3.18.3	Área de Estudio	3-592
3.18.3.1	Nivel comunal.....	3-592
3.18.3.2	Nivel local.....	3-594
3.18.4	Metodología	3-596
3.18.4.1	Enfoque de estudio	3-596
3.18.4.2	Fuentes de información	3-597
3.18.5	Resultados – Nivel Comunal.....	3-600

3.18.5.1	Dimensión geográfica	3-600
3.18.5.2	Dimensión demográfica	3-604
3.18.5.3	Dimensión antropológica	3-611
3.18.5.4	Dimensión socioeconómica	3-616
3.18.5.5	Dimensión bienestar social básico	3-619
3.18.6	Resultados - Nivel Local	3-623
3.18.6.1	Sector Las Salinas	3-623
3.18.6.2	Sector Coracero – Población Vergara	3-637
3.18.6.3	Sector Santa Inés	3-652
3.18.7	Conclusiones.....	3-665
3.18.7.1	Área de Estudio a nivel comunal	3-665
3.18.7.2	Área de estudio a nivel local	3-666
3.18.8	Bibliografía	3-668
3.19	Proyectos que cuenten con RCA vigente	3-671
3.19.1	Introducción.....	3-671
3.19.2	Área de Estudio	3-671
3.19.3	Metodología	3-673
3.19.4	Resultados	3-673
3.19.4.1	Identificación de proyectos con RCA vigente	3-673
3.19.4.2	Identificación de proyectos que se relacionan con el Terreno Las Salinas.....	3-679
3.19.4.3	Caracterización de los proyectos ubicados en el Área de Estudio del Proyecto	3-681
3.19.5	Conclusión	3-690

TABLAS

Tabla 3-1: Componentes ambientales de la Línea de Base incluidos o descartados en el presente Capítulo 3.....	3-3
Tabla 3-2: Ubicación de estaciones meteorológicas y variables medidas	3-8
Tabla 3-3: Resumen de datos horarios válidos disponibles, estación Viña del Mar-2017.....	3-11
Tabla 3-4: Resumen de datos horarios válidos disponibles, estación Las Salinas	3-31
Tabla 3-5: Estaciones de Monitoreo de calidad del aire y Variables Medidas para período 2004 – 2018	3-53

Tabla 3-6: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de $MP_{2,5}$	3-53
Tabla 3-7: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de MP_{10}	3-54
Tabla 3-8: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de SO_2	3-54
Tabla 3-9: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de NO_2	3-54
Tabla 3-10: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de CO	3-54
Tabla 3-11: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de O_3	3-55
Tabla 3-12: Estación Valparaíso – resumen registros válidos de $MP_{2,5}$	3-55
Tabla 3-13: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de $MP_{2,5}$ (Febrero a Agosto 2018)	3-55
Tabla 3-14: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de MP_{10} (Febrero a Agosto 2018)	3-55
Tabla 3-15: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de O_3 (Febrero a Agosto 2018)	3-56
Tabla 3-16: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de SO_2 (Febrero a Agosto 2018)	3-56
Tabla 3-17: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de NO_2 (Febrero a Agosto 2018)	3-56
Tabla 3-18: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de CH_4 (Febrero a Agosto 2018)	3-56
Tabla 3-19: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de HCNM (Febrero a Agosto 2018)	3-56
Tabla 3-20: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de HCT (Febrero a Agosto 2018)	3-57
Tabla -3-21: Mediciones de Benceno en Comuna de Concón, año 2012	3-58
Tabla 3-22: Factor entre Benceno y HCNM, año 2012	3-60
Tabla 3-23: Normativa de calidad considerada para la Línea de Base	3-61
Tabla 3-24: Monitoreo Aire MP_{10} , Est. Viña del Mar, Periodo 2015 – 2017	3-92
Tabla 3-25: Monitoreo Aire MP_{10} , Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-92
Tabla 3-26: Monitoreo Aire $MP_{2,5}$ Est. Viña del Mar, Periodo 2015 – 2017	3-94
Tabla 3-27: Monitoreo Aire $MP_{2,5}$ Est. Valparaíso, Periodo 2015 – 2017	3-94
Tabla 3-28: Monitoreo Aire $MP_{2,5}$, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-95
Tabla 3-29: Monitoreo Aire SO_2 , Est. Viña del Mar, período 2005 – 2007	3-97
Tabla 3-30: Monitoreo Aire SO_2 , Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-97
Tabla 3-31: Monitoreo Aire NO_2 , Est. Viña del Mar, Periodo 2005 – 2007	3-99
Tabla 3-32: Monitoreo Aire NO_2 , Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-99
Tabla 3-33: Monitoreo Aire CO , Est. Viña del Mar, Periodo 2005 – 2007	3-101
Tabla 3-34: Monitoreo Aire O_3 , Est. Viña del Mar, Periodo 2014 – 2016	3-103
Tabla 3-35: Monitoreo Aire O_3 , Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-103
Tabla 3-36: Monitoreo Aire Benceno, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-104

Tabla 3-37: Ubicación y descripción de puntos de medición de ruido	3-112
Tabla 3-38: Valores de NPS, en [dB(A)]-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición del Proyecto. Período diurno	3-118
Tabla 3-39: Valores de velocidad de partículas y nivel de velocidad periodo diurno	3-120
Tabla 3-40: Puntos de muestreo y número de muestras por área.....	3-147
Tabla 3-41: Lista completa de parámetros analizados en suelo en el Área de Estudio	3-148
Tabla 3-42: Valores de referencia Tier 1 para escenario residencial.....	3-156
Tabla 3-43: Resumen de las excedencias de valores de Tier 1 en muestras de suelo superficial del Sitio	3-159
Tabla 3-44: Resumen de excedencias de valores de Tier 1 en muestras de suelo subsuperficial del Sitio y alrededores	3-161
Tabla 3-45: Resultados de caracterización de peligrosidad de suelos en el Sitio	3-165
Tabla 3-46: Resumen de las excedencias de valores de Tier 1 en muestras de suelo del Área de Playa	3-166
Tabla 3-47: Determinación de composición de suelo en función de resultados de granulometría	3-169
Tabla 3-48: Resumen de mediciones de carbono orgánico total para muestras de suelo en Sitio y Faja de Playa	3-170
Tabla 3-49: Resultados de arsénico para muestras de suelo en Sitio y Área de Playa	3-171
Tabla 3-50: Máximas concentraciones detectadas en las muestras de gas de suelo en el Sitio y alrededores	3-172
Tabla 3-51: Máximas concentraciones detectadas en las muestras de gases del suelo en el Área de Playa.	3-173
Tabla 3-52: Pozos con transductores de presión utilizados en monitoreo de niveles.	3-199
Tabla 3-53: Fecha de realización campaña de perfiles de conductividad.	3-207
Tabla 3-54: Datos de pozos con mediciones de perfil de conductividad eléctrica.....	3-207
Tabla 3-55: Localización de los pozos de la prueba de bombeo	3-212
Tabla 3-56: Resumen de las pruebas de bombeo	3-212
Tabla 3-57: Parámetros hidráulicos calculados para cada pozo de bombeo.	3-213
Tabla 3-58: Características de los ensayos de infiltración realizados.	3-216
Tabla 3-59: Resumen de los resultados de las pruebas de infiltración obtenidos en cada punto.	3-216
Tabla 3-60: Resumen de las tasas de infiltración, separadas por litología.....	3-217
Tabla 3-61: Pozos de monitoreo por área de trabajo	3-230
Tabla 3-62: Parámetros analizados en agua subterránea Plan de Muestreo 2015-2016	3-231
Tabla 3-63: Valores de referencia Tier 1	3-234
Tabla 3-64: Resumen de las excedencias de valores de Tier 1 en muestras de agua subterránea del Sitio y Alrededores, junio 2015-enero 2016.....	3-235

Tabla 3-65: Resumen de las excedencias de valores de <i>Tier 1</i> en muestras de agua subterránea del Sitio, campaña junio 2016	3-238
Tabla 3-66: Resumen de las excedencias de valores de <i>Tier 1</i> en muestras de agua subterránea del Sitio, campaña mayo 2018.....	3-240
Tabla 3-67: Resumen de registros de FLNA en los pozos de monitoreo del Sitio entre 2015 y 2018.	3-245
Tabla 3-68: Composición de la FLNA presente en el agua subterránea del Sitio	3-245
Tabla 3-69: Resumen de las excedencias de valores de <i>Tier 1</i> en muestras de agua subterránea del Área de Playa	3-249
Tabla 3-70: Resultados de CDI en muestras de agua subterránea en Zona de Rompiente	3-251
Tabla 3-71: Rangos de direcciones consideradas en línea de base de medio marino	3-259
Tabla 3-72: Resumen de concentraciones máximas en columna de agua de mar, de la Bahía Valparaíso, en campañas invierno 2015 y verano 2016, y comparación con normativa de calidad de aguas marinas aptas para actividades de recreación con contacto directo (D.S. N°144/2009 del MINSEGPRES), datos históricos del POAL y normativa australiana (ANZECC and ARMCANZ, 2000)	3-276
Tabla 3-73: Resumen de concentraciones máximas en sedimentos submareales, de la Bahía Valparaíso, en campañas invierno 2015 y verano 2016, y comparación con datos históricos del POAL (periodo 1997-2017) y normativa australiana (ANZECC and ARMCANZ, 2000).	3-287
Tabla 3-74: Resumen de concentraciones máximas en sedimentos intermareales, de la Bahía Valparaíso, en campañas invierno 2015 y verano 2016, y comparación con datos históricos del POAL (periodo 1997-2017) y normativa australiana (ANZECC and ARMCANZ, 2000).	3-294
Tabla 3-75: Resumen de valores promedios de densidad, biomasa, riqueza e índices ecológicos univariados de invertebrados macrobentónicos submareales de la Bahía de Valparaíso. Campaña de invierno 2015.	3-299
Tabla 3-76: Resumen de valores promedios de densidad, biomasa, riqueza e índices ecológicos univariados de invertebrados macrobentónicos submareales, en la Bahía de Valparaíso. Campaña de verano 2016.	3-300
Tabla 3-77: Tipo biológico e índice de cubrimiento de acuerdo a metodología COT	3-340
Tabla 3-78: Código para describir las especies dominantes de acuerdo a metodología COT	3-340
Tabla 3-79: Código de altura para cada uno de los tipos biológicos de acuerdo a metodología COT	3-341
Tabla 3-80: Escala de Coberturas de Braun-Blanquet (1987)	3-342
Tabla 3-81: Condiciones para la presentación de un plan de trabajo	3-345
Tabla 3-82: Tipo vegetacional y la superficie representada en las unidades del SNASPE de acuerdo a Luebert y Plissock (2006)	3-347
Tabla 3-83: Especies que han sido clasificadas según estado de conservación para la Región de Valparaíso de acuerdo a Decretos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) y Ministerio de Medio Ambiente (MMA)	3-348
Tabla 3-84: Caracterización de unidades de vegetación	3-350
Tabla 3-85: Número de familias y especies por división taxonómica ambas campañas	3-362

Tabla 3-86: Número de especies según origen por forma de vida en ambas campañas.....	3-363
Tabla 3-87: Coordenadas de las especies que cuentan con categoría de conservación en el área del Proyecto	3-367
Tabla 3-88. Listado de especies de fauna vertebrada terrestres potenciales en el área del Proyecto	3-380
Tabla 3-89. Superficie por tipo de hábitat y su representatividad respecto a la superficie del Área de Estudio	3-385
Tabla 3-90. Coordenadas de los Transectos de Fauna para la primera campaña de terreno	3-389
Tabla 3-91. Coordenadas de los Transectos de Fauna para la segunda campaña de terreno	3-390
Tabla 3-92. Coordenadas de los Transectos de Fauna para la segunda campaña de terreno	3-392
Tabla 3-93. Listado de especies de aves, ubicación y abundancia en los hábitats del Área de Estudio	3-395
Tabla 3-94. Ubicación de las Estaciones de Muestreo para Rapaces Nocturnas	3-397
Tabla 3-95. Ubicación de Líneas de Trampeo en la primera campaña	3-398
Tabla 3-96. Ubicación de líneas de trampeo en la segunda campaña	3-399
Tabla 3-97. Densidad de aves en el Área de Estudio del Proyecto de acuerdo al hábitat donde fueron registradas.....	3-401
Tabla 3-98: Monumentos Nacionales con declaratoria en Comuna de Viña del Mar	3-413
Tabla 3-99: Ficha de registro de sitios arqueológicos - Tunel.....	3-414
Tabla 3-100: Detalle de las actividades del Proyecto que consideran excavaciones.....	3-429
Tabla 3-101: Síntesis de las unidades geológicas presentes en el Área de Influencia inicial del Proyecto.....	3-440
Tabla 3-102: Determinación del valor paisajístico según atributos biofísicos.....	3-449
Tabla 3-103: Evaluación de la calidad visual del paisaje	3-454
Tabla 3-104: Rangos cuantitativos de la valoración de la calidad visual	3-457
Tabla 3-105: Determinación del valor paisajístico según atributos biofísicos.....	3-461
Tabla 3-106: Elementos presentes en el paisaje	3-464
Tabla 3-107: Puntos de observación seleccionados	3-466
Tabla 3-108: Cuenca visual 1	3-469
Tabla 3-109: Cuenca visual 2	3-470
Tabla 3-110: Cuenca visual 3	3-471
Tabla 3-111: Cuenca visual 4	3-472
Tabla 3-112: Cuenca visual 5	3-473
Tabla 3-113: Cuenca visual 6	3-474
Tabla 3-114: Cuenca visual 7	3-475

Tabla 3-115: Cuenca visual 8.....	3-476
Tabla 3-116: Cuenca visual 9 - Norte.....	3-477
Tabla 3-117: Cuenca visual 9 - Sur	3-478
Tabla 3-118: Cuenca visual 10.....	3-479
Tabla 3-119: Cuenca visual 11.....	3-480
Tabla 3-120: Unidad de paisaje 1 – Borde costero	3-485
Tabla 3-121: Unidad de paisaje 2 – Sector urbano	3-486
Tabla 3-122: Unidad de paisaje 3 – Terraza costera	3-487
Tabla 3-123: Calidad visual del paisaje.....	3-488
Tabla 3-124: Categorías de áreas colocadas bajo protección oficial para efectos del SEIA.....	3-491
Tabla 3-125: Inmuebles de Conservación Histórica dentro del Área de Estudio del Proyecto.....	3-500
Tabla 3-126: Zonas de Conservación Histórica dentro del Área de Estudio del Proyecto	3-501
Tabla 3-127: Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad (para efectos del SEIA) ubicados en la Región de Valparaíso	3-502
Tabla 3-128: Áreas bajo protección oficial más cercanas al Proyecto.....	3-503
Tabla 3-129: Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad próximos al Proyecto	3-504
Tabla 3-130. Variables e indicadores del valor turístico en el Área de Influencia inicial	3-515
Tabla 3-131. Criterios para estimar la magnitud del valor turístico del Área de Influencia inicial.....	3-516
Tabla 3-132. Rangos de magnitud del valor turístico.....	3-516
Tabla 3-133. Sitios naturales comuna de Viña del Mar - SERNATUR	3-518
Tabla 3-134. Atractivos culturales comuna de Viña del Mar – SERNATUR	3-520
Tabla 3-135. Servicios turísticos en la comuna de Viña del Mar	3-523
Tabla 3-136. Acontecimiento programados en la comuna de Viña del Mar – SERNATUR	3-524
Tabla 3-137. Rutas turísticas sitio web I. Municipalidad de Viña del Mar	3-525
Tabla 3-138. Llegadas y pernoctaciones de turistas en el destino “Litoral Viña del Mar–Concón”	3-527
Tabla 3-139. Calidad visual del paisaje de la zona	3-527
Tabla 3-140. Sitios naturales en la zona - SERNATUR	3-530
Tabla 3-141. Atractivos culturales en la zona – SERNATUR	3-533
Tabla 3-142. Eventos programados en la zona	3-537
Tabla 3-143. Llegadas y pernoctaciones - destino “Litoral Viña del Mar–Concón”	3-541
Tabla 3-144. Variables e indicadores del valor turístico en el Área de Influencia inicial	3-545
Tabla 3-145. Magnitud del valor turístico del Área de Influencia inicial	3-546

Tabla 3-146: Lista de tipos y subtipos o clases de usos de suelo	3-555
Tabla 3-147: Características de las clases de capacidad de uso del suelo.....	3-556
Tabla 3-148: IPT en el área de estudio del Proyecto	3-559
Tabla 3-149: Uso de Suelo - Zona E9a.....	3-561
Tabla 3-150: Uso de Suelo - Zona E9b.....	3-562
Tabla 3-151: Uso de suelo - Zona E9c.....	3-563
Tabla 3-152: IOT en el área de estudio del Proyecto.....	3-564
Tabla 3-153: Especies de ganado equino y caprino presente en el Área de Estudio	3-567
Tabla 3-154: Superficie sembrada o plantada por grupos de cultivo, según comuna, Región de Valparaíso .	3-568
Tabla 3-155: Cuarteles de Carabineros de Chile en la Comuna de Viña del Mar	3-581
Tabla 3-156: Unidades Policía de Investigaciones	3-581
Tabla 3-157: Compañías de bomberos en la Comuna de Viña del Mar	3-582
Tabla 3-158: Nómina de entrevistados Primera Campaña de terreno.....	3-599
Tabla 3-159: Nómina de entrevistados segunda campaña de terreno	3-599
Tabla 3-160: Población total 2002 y 2017, Comuna de Viña del Mar	3-605
Tabla 3-161: Población Urbano – Rural 2017, Comuna de Viña del Mar	3-607
Tabla 3-162: Lugar de nacimiento de la población, CENSO 2017, Comuna de Viña del Mar	3-608
Tabla 3-163: Nivel educacional según sexo, comuna de Viña del Mar	3-610
Tabla 3-164: Organizaciones indígenas en comuna de Viña del Mar, según registros de la I. Municipalidad de Viña del Mar	3-612
Tabla 3-165: Monumentos Nacionales, Comuna de Viña del Mar.....	3-615
Tabla 3-166: Número de Organizaciones Sociales, Comuna de Viña del Mar, Año 2014	3-616
Tabla 3-167: Rama de actividad según número de empresas y trabajadores Año 2014, Comuna de Viña del Mar	3-618
Tabla 3-168: Ingreso promedio de los hogares CASEN 2011-2013-2015-2017, Comuna de Viña del Mar	3-619
Tabla 3-169: Número de matrículas según tipo de establecimiento por sexo, Comuna de Viña del Mar, año 2017	3-621
Tabla 3-170: Matrícula por nivel de educación 2015 – 2017, Comuna de Viña del Mar	3-621
Tabla 3-171: Lugar de nacimiento de la población, Censo 2017, sector Las Salinas	3-629
Tabla 3-172: Nivel educacional, según sexo, sector Las Salinas	3-629
Tabla 3-173: Lugar de nacimiento de la población, Censo 2017, Comuna de Viña del Mar	3-642
Tabla 3-174: Nivel educacional, según sexo, sector Coraceros-Población Vergara	3-643

Tabla 3-175: Juntas de vecinos según unidades Vecinales, Coraceros-Población Vergara.....	3-646
Tabla 3-176: Establecimientos educacionales, Sector Coraceros-Población Vergara.....	3-651
Tabla 3-177: Lugar de nacimiento de la población, Censo 2017, Población Santa Inés.....	3-655
Tabla 3-178: Nivel educacional, según sexo, Población Santa Inés	3-656
Tabla 3-179: Unidades Vecinales, Sector Población Santa Inés.....	3-659
Tabla 3-180: Establecimientos educacionales, Sector Población Santa Inés	3-664
Tabla 3-181 Proyectos con RCA Aprobada en la comuna de Viña del Mar	3-674
Tabla 3-182 Proyectos con RCA Vigente dentro del Área de Influencia Inicial	3-679
Tabla 3-183 Ficha Resumen Proyecto “Estacionamientos Subterráneos Plaza Sucre”	3-681
Tabla 3-184 Ficha Resumen Proyecto “Módulo de Equipamiento Turístico-Playa Los Marineros Sur”	3-683
Tabla 3-185 Ficha Resumen Proyecto “Estación de Servicio para Expendio de Gas Natural Comprimido Comercial Novagas Ltda”	3-684
Tabla 3-186 Ficha Resumen Proyecto “Centro Comercial Home Depot Viña del Mar”	3-686
Tabla 3-187 Ficha Resumen Proyecto “Concesión Diseño y Construcción del Terminal Rodoviario de Viña del Mar”	3-688

FIGURAS

Figura 3-1: Localización del Proyecto	3-2
Figura 3-2: Localización de estaciones meteorológicas cercanas.....	3-9
Figura 3-3: Clasificación del clima según Köppen	3-11
Figura 3-4: Serie de registros horarios de velocidad del viento, Est. Viña del Mar, año 2017	3-12
Figura 3-5: Serie de registros horarios de dirección del viento, Est. Viña del Mar – 2017	3-13
Figura 3-6: Serie de tiempo para registros horarios de temperatura, Est. Viña del Mar – 2017	3-13
Figura 3-7: Serie de tiempo para registros horarios de humedad relativa, Est. Viña del Mar-2017	3-14
Figura 3-8: Serie de tiempo para registros horarios de radiación solar, Est. Viña del Mar – 2017	3-15
Figura 3-9: Serie de tiempo para registros horarios de presión atmosférica, Est. Viña del Mar-2017	3-15
Figura 3-10: Serie de tiempo para registros diarios de precipitación, Est. Viña del Mar - año 2017	3-16
Figura 3-11: Ciclo diario de los promedios horarios de la velocidad del viento, Est. Viña del Mar, año 2017 ..	3-17
Figura 3-12: Ciclo diario de la dirección del viento, porcentaje de ocurrencia, Est. Viña del Mar, año 2017. ...	3-18
Figura 3-13: Ciclo diario de los promedios horarios de la temperatura, Est. Viña del Mar – 2017.....	3-19
Figura 3-14: Ciclo diario de los promedios horarios de la hum. relativa, Est. Viña del Mar – 2017	3-20
Figura 3-15: Ciclo diario de los promedios horarios de radiación, Est. Viña del Mar, año 2017.	3-20

Figura 3-16: Ciclo diario de los promedios horarios de Presión, Est. Viña del Mar, año 2017.....	3-21
Figura 3-17 Rosa del viento, periodo diurno del ciclo diario, Est. Viña del Mar, año 2017.....	3-22
Figura 3-18 Rosa del viento, periodo nocturno del ciclo diario, Est. Viña del Mar, año 2017.....	3-23
Figura 3-19 Rosa del viento, Estación Viña del Mar, año 2017.	3-25
Figura 3-20 Ciclo estacional del viento, Estación Viña del Mar - 2017	3-26
Figura 3-21 Ciclo estacional de la temperatura, Estación Viña del Mar - 2017	3-27
Figura 3-22 Ciclo estacional de la humedad relativa, Estación Viña del Mar - 2017	3-28
Figura 3-23 Ciclo estacional de la radiación solar, Estación Viña del Mar - 2017	3-29
Figura 3-24 Ciclo estacional de la Presión atmosférica, Estación Viña del Mar - 2017.....	3-30
Figura 3-25 Serie de registros horarios de velocidad del viento, Est. Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018....	3-32
Figura 3-26 Serie de registros horarios de dirección del viento, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018.....	3-32
Figura 3-27 Serie de tiempo para registros horarios de temperatura, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-33
Figura 3-28 Serie de tiempo para registros horarios de humedad relativa, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-33
Figura 3-29 Serie de tiempo para registros horarios de radiación solar, Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-34
Figura 3-30 Serie de tiempo para registros horarios de presión atmosférica, Est. Las Salinas, Feb-Ago 2018	3-34
Figura 3-31 Serie de tiempo para registros diarios de precipitación, Est. Las Salinas, Feb-Ago 2018.....	3-35
Figura 3-32 Ciclo diario de los promedios horarios de la velocidad del viento, Est. Viña del Mar, Feb-Ago 2018	3-36
Figura 3-33 Ciclo diario de la dirección del viento, porcentaje de ocurrencia, Est. Las Salinas, Feb-Ago 2018	3-36
Figura 3-34 Ciclo diario de los promedios horarios de la temperatura, Est. Las salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-37
Figura 3-35 Ciclo diario de los promedios horarios de la humedad relativa, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-38
Figura 3-36 Ciclo diario de los promedios horarios de radiación, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-38
Figura 3-37 Ciclo diario de los promedios horarios de Presión Atmosférica, Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-39
Figura 3-38 Rosa del viento, periodo diurno del ciclo diario, Est. Las Salinas, Febrero-Agosto 2018	3-40
Figura 3-39 Rosa del viento, periodo nocturno del ciclo diario, Est. Las Salinas, Febrero-Agosto 2018.....	3-41
Figura 3-40 Rosa del viento, Est. Las Salinas, Febrero-Agosto 2018	3-43

Figura 3-41 Ciclo estacional del viento, Estación Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018.....	3-44
Figura 3-42 Ciclo estacional de la temperatura, Estación Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018.....	3-45
Figura 3-43 Ciclo estacional de la humedad relativa, Estación Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018	3-45
Figura 3-44 Ciclo estacional de la radiación solar, Estación Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018.....	3-46
Figura 3-45 Ciclo estacional de la Presión atmosférica, Estación Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018	3-47
Figura 3-46: Área de Estudio y Estaciones de monitoreo de calidad del aire.....	3-52
Figura 3-47: Monitoreos de Benceno Estudio CENMA, 2012	3-59
Figura 3-48: Estaciones cercanas a puntos de monitoreo CENMA, 2012.....	3-60
Figura 3-49: Serie de concentraciones diarias de MP _{2,5} , Viña del Mar 2015 – 2017.....	3-62
Figura 3-50. Serie de concentraciones diarias de MP _{2,5} , Valparaíso 2015 – 2017.....	3-63
Figura 3-51: Serie de concentraciones diarias de MP _{2,5} , Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-63
Figura 3-52: Serie de concentraciones diarias de MP ₁₀ , Viña del Mar 2015 – 2017	3-64
Figura 3-53: Serie de concentraciones diarias de MP ₁₀ , Las Salinas Febrero a Agosto de 2018.....	3-65
Figura 3-54: Serie de concentraciones diarias de SO ₂ , Viña del Mar – 2005 a 2007.....	3-65
Figura 3-55: Serie de concentraciones diarias de SO ₂ , Las Salinas, Febrero a Agosto 2018	3-66
Figura 3-56: Serie de concentraciones horarias máximas de NO ₂ , Viña del Mar – 2005 a 2007.....	3-67
Figura 3-57: Serie de concentraciones horarias máximas de NO ₂ , Las Salinas febrero a agosto de 2018.....	3-67
Figura 3-58: Serie de concentraciones horarias máximas de CO, Viña del Mar 2005 – 2017	3-68
Figura 3-59: Serie de concentraciones de 8 horas máximas de O ₃ , Viña del Mar – 2014 a 2016	3-69
Figura 3-60: Serie de concentraciones de 8 horas máximas de O ₃ , Las Salinas Febrero a Agosto de 2018.....	3-69
Figura 3-61: Serie de concentraciones de 1h de CH ₄ , Las Salinas Febrero a Agosto de 2018	3-70
Figura 3-62: Serie de concentraciones de 1h de HCNM, Las Salinas Febrero a Agosto de 2018.....	3-71
Figura 3-63: Serie de concentraciones de 1h de HCT, Las Salinas Febrero a Agosto de 2018	3-71
Figura 3-64: Ciclo diario de MP _{2,5} , Estación Viña del Mar – 2017	3-72
Figura 3-65: Ciclo diario de MP _{2,5} , Estación Valparaíso – 2017	3-73
Figura 3-66: Ciclo diario de MP _{2,5} , Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018.....	3-73
Figura 3-67: Ciclo diario de MP ₁₀ , Estación Viña del Mar – 2017	3-74
Figura 3-68: Ciclo diario de MP ₁₀ , Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018.....	3-75
Figura 3-69: Ciclo diario de SO ₂ , Estación Viña del Mar – 2007.....	3-75
Figura 3-70: Ciclo diario de SO ₂ , Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-76
Figura 3-71: Ciclo diario de NO ₂ , Estación Viña del Mar – 2007	3-77

Figura 3-72: Ciclo diario de NO ₂ , Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-77
Figura 3-73: Ciclo diario de O ₃ , Estación Viña del Mar – 2016	3-78
Figura 3-74: Ciclo diario de O ₃ , Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018.....	3-79
Figura 3-75: Ciclo diario de CO, Estación Viña del Mar – 2007.....	3-79
Figura 3-76: Ciclo diario de CH ₄ , Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-80
Figura 3-77: Ciclo diario de HCNM, Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-81
Figura 3-78: Ciclo diario de HCT, Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018	3-81
Figura 3-79: Ciclo estacional de MP _{2,5} , Viña del Mar – 2017	3-82
Figura 3-80: Ciclo estacional de MP _{2,5} , Valparaíso – 2017	3-83
Figura 3-81: Ciclo estacional de MP _{2,5} , Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018	3-83
Figura 3-82: Ciclo estacional de MP ₁₀ , Estación Viña del Mar – 2017.....	3-84
Figura 3-83: Ciclo estacional de MP ₁₀ , Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018	3-85
Figura 3-84: Ciclo estacional de O ₃ , Estación Viña del Mar – 2016.....	3-85
Figura 3-85: Ciclo estacional de O ₃ , Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018.....	3-86
Figura 3-86: Ciclo estacional de SO ₂ , Viña del Mar – 2007	3-87
Figura 3-87: Ciclo estacional de SO ₂ , Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018	3-87
Figura 3-88: Ciclo estacional de NO ₂ , Viña del Mar – 2007	3-88
Figura 3-89: Ciclo estacional de NO ₂ , Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018	3-89
Figura 3-90: Ciclo estacional de CO, Viña del Mar – 2007	3-89
Figura 3-91: Ciclo estacional de CH ₄ , Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018	3-90
Figura 3-92: Ciclo estacional de HCNM, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018	3-90
Figura 3-93: Ciclo estacional de HCT, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018.....	3-91
Figura 3-94: Cumplimiento de norma primaria diaria de MP ₁₀ 24h (Percentil 98) (% de la norma).....	3-93
Figura 3-95: Cumplimiento de norma primaria Anual de MP ₁₀ (% de la norma).....	3-93
Figura 3-96: Cumplimiento de norma primaria diaria de MP _{2,5} 24h (Percentil 98) (% de la norma).....	3-95
Figura 3-97: Cumplimiento de norma primaria Anual de MP _{2,5} (% de la norma)	3-96
Figura 3-98: Cumplimiento de norma primaria diaria de SO ₂ 24h (Percentil 99) (% de la norma)	3-98
Figura 3-99: Cumplimiento de norma primaria Anual de SO ₂ (% de la norma)	3-98
Figura 3-100: Cumplimiento de norma primaria horaria de NO ₂ (Percentil 99) (% de la norma)	3-100
Figura 3-101: Cumplimiento de norma primaria anual de NO ₂ (% de la norma)	3-100
Figura 3-102: Cumplimiento de norma primaria horaria de CO (Percentil 99) (% de la norma).....	3-102

Figura 3-103: Cumplimiento de norma primaria de 8 horas de CO (% de la norma)	3-102
Figura 3-104: Cumplimiento de norma primaria de 8 horas de O ₃ (Percentil 99) (% de la norma)	3-104
Figura 3-105: Cumplimiento de norma de España de Benceno (%de norma)	3-105
Figura 3-106: Puntos de medición para la componente ruido	3-111
Figura 3-107: Niveles de ruido de fondo registrados	3-119
Figura 3-108: Geología regional del Área del Proyecto.	3-125
Figura 3-109: Geología Local del Área de Estudio del Proyecto.	3-128
Figura 3-110: Mapa geomorfológico de la V Región de Valparaíso.	3-129
Figura 3-111: Unidades geomorfológicas del Área de Estudio	3-131
Figura 3-112: Mapa de pendientes del Área de Estudio del Proyecto	3-132
Figura 3-113: Principales morfoestructuras de la segmentación andina entre los paralelos 32°S y 35°S	3-135
Figura 3-114: Carta de inundación por tsunamis, Área de Estudio del Proyecto	3-137
Figura 3-115: Área de Estudio y puntos de muestreo de suelo y gases del suelo	3-141
Figura 3-116: Puntos de muestreo para caracterización del suelo superficial (Fuente: Arcadis)	3-144
Figura 3-117: Esquema de sondas de muestreo de gas de suelo y foto de medición de gases en un punto de muestreo	3-151
Figura 3-118: Provincias geológicas en el mundo	3-154
Figura 3-119: Clasificación de grandes climas según Köppen	3-155
Figura 3-120: Composición aproximada de fracciones suma-TPH orgánicos en suelo subsuperficial del Sitio	3-163
Figura 3-121: Concentración de suma-TPH orgánicos a diferentes profundidades en el suelo subsuperficial del Sitio	3-163
Figura 3-122: Composición aproximada de los PAH presentes en suelo subsuperficial del Sitio	3-164
Figura 3-123: Composición de fracciones suma -TPH orgánicos en suelo de Área de Playa	3-167
Figura 3-124: Concentración de suma-TPH orgánicos a diferentes profundidades en el suelo del Área de Playa	3-168
Figura 3-125: Composición de los PAH presentes en el suelo del Área de Playa	3-168
Figura 3-126: Área de Estudio: Subcuenca del Estero Marga Marga	3-179
Figura 3-127: Principales cuerpos de agua de la zona de estudio	3-182
Figura 3-128: Principales quebradas cercanas al área del Proyecto, DGA	3-185
Figura 3-129: Mapa de precipitaciones Región de Valparaíso	3-187
Figura 3-130: Ubicación del Área de Estudio.	3-190
Figura 3-131: Sección geológica esquemática del Área de Estudio Local.	3-195

Figura 3-132: Delimitación de acuíferos de la DGA.	3-197
Figura 3-133: Hidrogramas y piezometría del Área de Estudio Local.....	3-200
Figura 3-134: Comparación niveles entre pozos PO-B21 y PO-C22B.	3-201
Figura 3-135: Transectos mostrando variaciones de nivel en los distintos sectores del Área de Estudio Local. a) Transecto 01, b) Transecto 16, y c) Transecto N-S.....	3-202
Figura 3-136: Variación de los niveles de agua medidos en el Transecto 1 entre el 16 de abril y el 02 de mayo de 2018.....	3-204
Figura 3-137: Variación de los niveles de agua medidos en el Transecto 1. a) 16 de abril de 2018, b) 23 de abril de 2018 y c) 1 de mayo de 2018.....	3-205
Figura 3-138: Esquema típico de intrusión salina.	3-206
Figura 3-139: Perfiles de conductividad eléctrica.....	3-208
Figura 3-140: Hidrograma del pozo PO-A20 y registro de CE en pozo PO-A18B. Las flechas verdes indican las tendencias de niveles.	3-210
Figura 3-141: Localización de pozos de bombeo y de control.	3-211
Figura 3-142: Ubicación de los ensayos de infiltración realizados.	3-215
Figura 3-143: Secciones hidrogeológicas representativas del Área de Estudio Local.	3-219
Figura 3-144: Áreas de restricción delimitadas por la DGA en el Área de Estudio Regional.	3-221
Figura 3-145: Localización de pozos de agua subterránea con derechos de agua aprobados.	3-222
Figura 3-146: Área de Estudio del Proyecto y puntos de muestreo de agua subterránea	3-226
Figura 3-147: Excedencias del <i>Tier</i> 1 para Suma TPH, campaña de muestreo mayo 2018.....	3-242
Figura 3-148: Excedencias del <i>Tier</i> 1 para naftaleno, campaña de muestreo mayo 2018.....	3-243
Figura 3-149: Excedencias del <i>Tier</i> 1 para benceno, campaña de muestreo mayo 2018.....	3-244
Figura 3-150: Área de estudio del Proyecto. Panel superior es el área general de la Bahía de Valparaíso, donde se inserta el proyecto. Estación control se muestra con una estrella. En panel inferior, la línea segmentada negra encierra el área entre Punta Osas y Muelle Vergara, en cuyo interior se efectuaron los muestreos y se instalaron equipos en el medio ambiente marino. Ref.: Cartas SHOA 4320 y 5111, profundidades en m.....	3-257
Figura 3-151: Posiciones de ADCP anclados y estación meteorológica. Bahía de Valparaíso. Ambas campañas.....	3-258
Figura 3-152: Diseño de transectos para remolque del ADCP. Inicio de cada circuito en punto 1 y término en punto 8. Flechas indican dirección de desplazamiento durante el remolque. Bahía de Valparaíso. Ambas campañas.....	3-260
Figura 3-153: Posiciones de lanzamiento de derivadores en el Área de Estudio. Bahía de Valparaíso. Ambas campañas.....	3-261
Figura 3-154: Punto de vertimiento de rodamina (ROD). Línea base de Ambiente Marino, Bahía de Valparaíso. Ambas campañas	3-262

Figura 3-155: Ubicación de las estaciones de muestreo en columna de agua y sedimentos submareales. Línea base de Ambiente Marino, Bahía de Valparaíso. Ambas campañas.	3-267
Figura 3-156: Niveles de oxígeno disuelto superficial y a 1 m del fondo, correspondiente a cada estación en las campañas de invierno del 2015 y verano del 2016.	3-269
Figura 3-157: Niveles de aceites y grasas superficiales y de fondo, correspondiente a cada estación en las campañas de invierno del 2015 y verano del 2016. Línea segmentada es límite de detección del método	3-270
Figura 3-158: Índice fenol superficial y de fondo, correspondiente a cada estación en las campañas de invierno del 2015 y verano del 2016	3-271
Figura 3-159: Concentración de nitrógeno total (mg/L) superficial y de fondo, correspondiente a cada estación en las campañas de invierno del 2015 y verano del 2016. Línea segmentada es límite de detección del método. Línea base de Ambiente Marino, Bahía de Valparaíso.	3-272
Figura 3-160: Concentración de hidrocarburos totales (mg/L) a nivel superficial y a 1 m el fondo, correspondiente a cada estación en las campañas de invierno 2015 y verano 2016. Línea segmentada es límite de detección del método. Línea base de Ambiente Marino, Bahía de Valparaíso	3-273
Figura 3-161: Concentración de hidrocarburos volátiles superficiales y a 1 m del fondo, correspondiente a cada estación en las campañas de invierno del 2015 y verano del 2016. Línea segmentada es el Límite de detección del método. Línea base de Ambiente Marino, Bahía de Valparaíso	3-274
Figura 3-162: Similitud de Bray-Curtis en la composición (presencia-ausencia) de las comunidades fitoplanctónicas, campañas de invierno 2015 y verano 2016.	3-280
Figura 3-163: Riqueza total de especies (N°) fitoplanctónicas, campañas de invierno 2015 y verano 2016. ...	3-280
Figura 3-164. Distribución de las concentraciones de Cobre (mg/Kg) en sedimento submareal. Números de estación en negro. Números en color entre paréntesis son concentraciones promedio de las tres réplicas en cada estación. Línea base de Ambiente Marino, Bahía de Valparaíso, invierno 2015 y verano 2016.	3-284
Figura 3-165. Distribución de las concentraciones de Plomo (mg/Kg) en sedimento submareal. Números de estación en negro. Números en color entre paréntesis son concentraciones promedio de las tres réplicas en cada estación. Línea base de Ambiente Marino, Bahía de Valparaíso, invierno 2015 y verano 2016.	3-285
Figura 3-166: Ubicación de la posición media de cada transecto (ST) con las estaciones de muestreo de sedimento intermareal arenoso. Bahía de Valparaíso. Ambas campañas	3-289
Figura 3-167. Distribución de las concentraciones de Cobre (mg/Kg) en sedimento intermareal. T1 a T7 son los números de transecto, cada uno con tres estaciones (bajo, medio, alto, de izquierda a derecha). Números en color son concentraciones en cada estación. Línea base de Ambiente Marino, Bahía de Valparaíso, invierno 2015 y verano 2016.	3-291
Figura 3-168. Distribución de las concentraciones de Plomo (mg/Kg) en sedimento intermareal. T1 a T7 son los números de transecto, cada uno con tres estaciones (bajo, medio, alto, de izquierda a derecha). Números en color son concentraciones en cada estación. Línea base de Ambiente Marino, Bahía de Valparaíso, invierno 2015 y verano 2016.	3-292
Figura 3-169: Porcentaje de representación de los taxa macrobénticos del submareal. Campaña de invierno 2015.	3-296

Figura 3-170: Porcentaje de representación de los taxa macrobentónicos del submareal, Bahía de Valparaíso. Campaña de verano 2016.	3-297
Figura 3-171: Abundancia (ind/m ²) de <i>Emerita analoga</i> , Bahía de Valparaíso. Campañas de invierno 2015 y verano 2016.....	3-302
Figura 3-172: Ubicación de las estaciones de muestreo (E) para intermareal rocoso en sector de Punta Osas, en el Norte del Área de Estudio. Bahía de Valparaíso. Campaña verano 2016	3-304
Figura 3-173: Porcentaje del total de especies por Phylum presentes en el intermareal rocoso, en relación al total de especies, en la Bahía de Valparaíso. Campaña de invierno 2015.	3-305
Figura 3-174: Porcentaje del total de especies por Phylum presentes en el intermareal rocoso, en relación al total de especies, en la Bahía de Valparaíso. Campaña verano 2016.....	3-305
Figura 3-175: Porcentaje del promedio de individuos invertebrados por m ² en el intermareal rocoso, en la Bahía de Valparaíso. Campaña invierno 2015.	3-306
Figura 3-176: Porcentaje del promedio de individuos invertebrados por m ² en el intermareal rocoso, Bahía de Valparaíso. Campaña verano 2016.	3-307
Figura 3-177: MDS con similaridad de Bray-Curtis de las comunidades del intermareal rocoso (abundancia n°), en la Bahía de Valparaíso. Campañas de invierno 2015 y verano 2016.	3-307
Figura 3-178: MDS con similaridad de Bray-Curtis de las comunidades del intermareal rocoso (cobertura %), en la Bahía de Valparaíso. Campañas de invierno 2015 y verano 2016.....	3-308
Figura 3-179: Ubicación de las estaciones de muestreo (EM) para monitoreo de aves en Las Salinas, campañas de invierno y verano	3-309
Figura 3-180: Trayectoria de navegación en el Área de Estudio, para identificación de mamíferos marinos. Bahía de Valparaíso.....	3-313
Figura 3-181: Área de Influencia Inicial y Área de Estudio del Proyecto	3-337
Figura 3-182: Carta de Ocupación de Tierras (COT).....	3-351
Figura 3-183: Especies con categoría de conservación según RCE.....	3-368
Figura 3-184: Área de estudio del componente fauna	3-373
Figura 3-185: Ambientes de fauna	3-386
Figura 3-186. Ambientes de fauna, ubicación de los transectos y puntos de muestreo.....	3-388
Figura 3-187: Área de Estudio patrimonio cultural	3-408
Figura 3-188: Ubicación túnel en predio Las Salinas.....	3-420
Figura 3-189: Plano publicado en 1913 donde se aprecia el túnel en su parte superior	3-421
Figura 3-190: Área de Estudio Patrimonio Paleontológico, sectores donde se realizará movimiento de tierras.	3-428
Figura 3-191: Mapa Geológico del Proyecto, basado en la carta geológica del área Valparaíso-Curacaví, escala 1:100.000 (Gana et al 1996), y la hoja Quillota y Portillo, escala 1:250.000 (Rivano et al., 1993). El Proyecto está circunscrito a los polígonos señalados en negro y se sitúa sobre los Depósitos marinos (Qm) y el basamento paleozoico (Pzgm). La sigla Tn corresponde a Formación Navidad, que yace sobre el basamento.....	3-431

Figura 3-192: Mapa con los antecedentes paleontológicos.	3-433
Figura 3-193: Vista general hacia el este en lo alto de la ladera del Paño Sur, donde se observa el afloramiento del intrusivo y de la sobreyacente Formación Navidad, conformando una meseta. ...	3-434
Figura 3-194: Intrusivo. Punto [LS12]. A. Vista hacia el Este. Se observa parte del intrusivo altamente diaclasado. B. Detalle de la litología granodiorítica. Escala 20 cm.	3-435
Figura 3-195: Vista hacia el sureste del Proyecto (meseta). Se observa el afloramiento del intrusivo (Pzmg) y sobre éste la Formación Navidad (Tn), con un nivel de conglomerados de tamaño muy grueso. El suelo cubre gran parte de la meseta, que se ha formado a partir de la degradación de las unidades geológicas presentes. En la base, se reconocen los depósitos marinos cuaternarios (Qm).	3-436
Figura 3-196: Detalle de los bolones de granitoides que forman parte del conglomerado basal de la Formación Navidad en el área de influencia. Escala 20 cm.	3-437
Figura 3-197: Depósitos marinos. A: Vista hacia el oeste del Proyecto. B: Calicata principal punto LS2. C: Litología de arenas medias, con selección buena a regular, características de este tipo de depósito. Se observa una leve estratificación cruzada y formas acanaladas verticales producidas por la erosión, perpendiculares a la estratificación. La escala mide 20 cm (punto LS2).	3-438
Figura 3-198: Gastrópodos. Punto LS3. A, B: De izquierda a derecha: <i>Trophon sp.</i> y dos ejemplares de <i>Oliva peruviana</i> . Escala 20 cm.	3-439
Figura 3-199: Bivalvos (<i>Mesodesma denacium</i>) encontrados en los depósitos marinos cuaternarios. A: Punto LS3. B: Punto LS10. Escala 20 cm.	3-439
Figura 3-200: Mapa de potenciales del Proyecto en relación a las unidades geológicas descritas.	3-441
Figura 3-201: Área de estudio	3-445
Figura 3-202: Proceso de obtención del valor paisajístico	3-448
Figura 3-203. Proceso de obtención de la calidad visual del área de influencia	3-450
Figura 3-204: Proceso de obtención del área de influencia de paisaje para el Proyecto	3-451
Figura 3-205: Proceso de intervisibilidad	3-453
Figura 3-206: Macrozona Centro – Subzona de paisaje Borde Costero	3-458
Figura 3-207: Demarcación del emplazamiento del Proyecto	3-460
Figura 3-208: Puntos de observación seleccionados.....	3-467
Figura 3-209: Área de influencia inicial e intervisibilidad.....	3-482
Figura 3-210: Unidades de paisaje.....	3-484
Figura 3-211: Áreas bajo protección oficial más cercanas al Proyecto, emplazadas fuera del Área de Estudio	3-498
Figura 3-212: Áreas bajo protección oficial más cercanas al Proyecto, dentro del Área de Estudio	3-505
Figura 3-213: Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad próximos al Proyecto dentro del Área de Estudio.....	3-506
Figura 3-214. Atributos del valor turístico.....	3-510

Figura 3-215. Atributos del valor turístico.....	3-512
Figura 3-216. Unidades de paisaje.....	3-528
Figura 3-217. Sitios naturales en la zona.....	3-531
Figura 3-218. Atractivos culturales en la zona – SERNATUR	3-534
Figura 3-219. Servicios turísticos en la zona	3-536
Figura 3-220. Ruta de Albatros en la zona.....	3-538
Figura 3-221. Ruta patrimonial en la zona	3-540
Figura 3-222. Destino turístico “Litoral Viña del Mar–Concón”	3-542
Figura 3-223. Área de influencia inicial	3-544
Figura 3-224: Área De Estudio para línea de base Usos del Territorio	3-551
Figura 3-225 Componentes del uso del territorio en el marco del SEIA	3-552
Figura 3-226: Uso del suelo normado, PRC de Viña del Mar (2008) Sector Petroleras Las Salinas	3-560
Figura 3-227: Síntesis uso del territorio (parte 1).....	3-587
Figura 3-228: Síntesis uso del Territorio (parte 2).....	3-588
Figura 3-229: Área de Estudio Comunal para componente Medio Humano	3-593
Figura 3-230: Área de Estudio Local y Área de Influencia inicial para componente Medio Humano	3-595
Figura 3-231: Localización de campamentos, Comuna de Viña del Mar.....	3-602
Figura 3-232: Estructura etaria de la población según sexo Año 2017, Comuna Viña del Mar	3-606
Figura 3-233: Ocupados según rama de actividad, Censo 2017, Comuna de Viña del Mar	3-607
Figura 3-234: Área de estudio local, Sector Las Salinas	3-624
Figura 3-235: Estructura etaria de la población según sexo, sector Las Salinas	3-628
Figura 3-236: Rama de actividad según población ocupada, Sector Las Salinas.....	3-631
Figura 3-237: Área de estudio local, sector Coraceros-Población Vergara, comuna de Viña de Mar	3-638
Figura 3-238: Estructura etaria de la población según sexo, sector Coraceros-Población Vergara	3-641
Figura 3-239: Rama de actividad según población ocupada, sector Coraceros-Población Vergara	3-644
Figura 3-240: Área de estudio local, sector Santa Inés	3-652
Figura 3-241: Estructura etaria de la población según sexo, Población Santa Inés.....	3-654
Figura 3-242: Rama de actividad según población ocupada, sector Población Santa Inés	3-657
Figura 3-243: Área de Estudio de Proyectos con RCA vigente	3-672
Figura 3-244: Proyectos con RCA Favorable según sector productivo	3-678
Figura 3-245 Proyectos con RCA vigente localizados en el Área de Estudio (Área de Influencia Inicial) del Proyecto	3-680

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3-1. Punto 1 Ruido	3-113
Fotografía 3-2. Punto 1 Vibraciones	3-113
Fotografía 3-3. Punto 2 Ruido	3-113
Fotografía 3-4. Punto 2 Vibraciones	3-113
Fotografía 3-5. Punto 3 Ruido	3-113
Fotografía 3-6. Punto 3 Vibraciones	3-113
Fotografía 3-7. Punto 4 Ruido	3-114
Fotografía 3-8. Punto 4 Vibraciones	3-114
Fotografía 3-9. Punto 5 Ruido	3-114
Fotografía 3-10. Punto 5 Vibraciones	3-114
Fotografía 3-11. Punto 6 Ruido	3-114
Fotografía 3-12. Punto 6 Vibraciones	3-114
Fotografía 3-13. Punto 7 Ruido	3-115
Fotografía 3-14. Punto 7 Vibraciones	3-115
Fotografía 3-15. Punto 8 Ruido	3-115
Fotografía 3-16. Punto 8 Vibraciones	3-115
Fotografía 3-17. Vista general de las edificaciones de la armada	3-352
Fotografía 3-18. Vista general de las construcciones del sitio de Bienes Nacionales	3-353
Fotografía 3-19. Vista general de plantaciones exóticas	3-353
Fotografía 3-20. Vista general de la unidad de plantación exótica	3-354
Fotografía 3-21. Vista de individuos de Puya en Plantación exóticas	3-354
Fotografía 3-22 Vista Panorámica Costanera	3-355
Fotografía 3-23: Vista del sector con vegetación nativa	3-356
Fotografía 3-24. Vista panorámica del matorral esclerófilo	3-357
Fotografía 3-25. Vista general de la unidad de matorral con suculentas	3-358
Fotografía 3-26. Vista general del matorral esclerófilo que muestra la alta cobertura vegetal	3-358
Fotografía 3-27: Vista del sector vegetación nativa con Acacia caven	3-359
Fotografía 3-28: Vista panorámica del lado Norte	3-360
Fotografía 3-29: Vista panorámica del lado Sur	3-360

Fotografía 3-30: Vista general del sector	3-361
Fotografía 3-31: Vista del sector de la playa	3-361
Fotografía 3-32: Ejemplares de Echinopsis chiloensis y Puya chilensis.....	3-364
Fotografía 3-33. Posición de puyas en laderas del sector sur	3-365
Fotografía 3-34. Posición de Echinopsis en requeríos de laderas del sector sur	3-365
Fotografía 3-35. Posición Puyas en laderas del sector norte	3-366
Fotografía 3-36. Cavidad presente en el Área de Estudio de fauna terrestre	3-376
Fotografía 3-37. Sector con presencia de vegetación en el Área de Estudio.....	3-376
Fotografía 3-38. Hábitat (ambiente) de vegetación de borde en el Área de Estudio.....	3-383
Fotografía 3-39. Hábitat (ambiente) de matorral con pradera en el Área de Estudio	3-384
Fotografía 3-40. Sector (ambiente) industrial en el Área de Estudio	3-384
Fotografía 3-41. Nido de Haematopus palliatus en la segunda campaña.....	3-396
Fotografía 3-42. Trampa de captura viva en transecto (círculo rojo)	3-398
Fotografía 3-43.Vista del emplazamiento del túnel.	3-416
Fotografía 3-44.Vista del túnel rodeado por vegetación.	3-416
Fotografía 3-45. Detalles constructivos del túnel	3-417
Fotografía 3-46. Detalle constructivo del túnel.....	3-417
Fotografía 3-47. Detalle constructivo del túnel, mortero compuesto por cal quemada.....	3-418
Fotografía 3-48. Interior del túnel.	3-418
Fotografía 3-49. Detalle de la habitación subactual en sector SO.....	3-419
Fotografía 3-50. Muro subactual que cerró el acceso al túnel, con grafitis.....	3-420
Fotografía 3-51. Fábrica de ladrillos ubicada en Las Salinas	3-422
Fotografía 3-52. Fábrica de ladrillos ubicada en Las Salinas	3-422
Fotografía 3-53. Sector con pavimento	3-423
Fotografía 3-54. Área con desniveles.....	3-423
Fotografía 3-55. Sector Norte con cubierta vegetal (doca)	3-423
Fotografía 3-56. Sector con mayor cubierta vegetal	3-423
Fotografía 3-57. Sectores nivelados abandonados.....	3-423
Fotografía 3-58. Sector con desnivel, margen Este del área	3-423
Fotografía 3-59. Pequeño perfil expuesto	3-424
Fotografía 3-60. Instalaciones abandonadas	3-424

Fotografía 3-61. Sector con cubierta vegetal baja	3-424
Fotografía 3-62. Vista hacia sector Este, límite del Área del Proyecto	3-424
Fotografía 3-63. Complejo de edificios sector sur	3-569
Fotografía 3-64. Edificios Subida Alessandri	3-570
Fotografía 3-65. Villa Naval Santa Inés (Vista desde Subida Alessandri).	3-570
Fotografía 3-66. Condominio Alto del Mar (Vista desde Avda. Santa Inés).	3-571
Fotografía 3-67. Departamentos de Corporación de la Vivienda.	3-571
Fotografía 3-68. Comercio Av. Jorge Montt	3-572
Fotografía 3-69. Comercio calle 15 Norte	3-573
Fotografía 3-70. Centro comercial Open Plaza Santa Julia.	3-573
Fotografía 3-71. Iglesia Naval Las Salinas Nuestra Señora del Carmen.....	3-574
Fotografía 3-72. Gruta Santísima Virgen, calle 15 Norte	3-575
Fotografía 3-73. Playa del Deporte	3-576
Fotografía 3-74. Estadio Sausalito	3-576
Fotografía 3-75. Liceo Nuestra Señora de la Paz.	3-577
Fotografía 3-76. Liceo Parroquial San Antonio.	3-578
Fotografía 3-77. Hospital Naval Almirante Nef.....	3-579
Fotografía 3-78. Innovadent.	3-579
Fotografía 3-79. Centro de Salud “Salud & Dental”.	3-580
Fotografía 3-80 Primera Compañía de Bomberos, Viña del Mar	3-582
Fotografía 3-81. Calle Jorge Montt, vista de Sur a Norte – Viña del Mar	3-583
Fotografía 3-82. Subida Alessandri– Viña del Mar.....	3-584
Fotografía 3-83. Paradero Avenida Jorge Montt	3-585
Fotografía 3-84.Paradero Subida Alessandri- sector Feria Caupolicán.....	3-585
Fotografía 3-85. Micros de transporte, Avenida Jorge Montt	3-586
Fotografía 3-86: Sector Las Salinas	3-625
Fotografía 3-87: Sector Las Salinas	3-626
Fotografía 3-88: Sector Las Salinas	3-634
Fotografía 3-89: Sector Las Salinas, borde costero.....	3-635
Fotografía 3-90: Sector Coraceros-Población Vergara	3-639
Fotografía 3-91: Sector Coraceros-Población Vergara	3-648

Fotografía 3-92: Sector Coraceros-Población Vergara	3-648
Fotografía 3-93: Sector Población Santa Inés	3-653
Fotografía 3-94: Sector Población Santa Inés	3-661
Fotografía 3-95: Sede Junta de Vecinos Británica, en sector Población Santa Inés	3-661
Fotografía 3-96: Sector Población Santa Inés	3-664

ANEXOS

ANEXO 3.1

FICHAS DE MEDICIÓN Y CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN LÍNEA DE BASE RUIDO

ANEXO 3.2

RESUMEN PLAN DE MUESTREO

ANEXO 3.3

INFORMES DE SUPERVISIÓN UTFSM

ANEXO 3.4

NORMA DE REFERENCIA ITALIANA

SUELO Y AGUA SUBTERRÁNEA

ANEXO 3.5

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO

ANEXO 3.6

RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE PELIGROSOSIDAD DEL SUELO

ANEXO 3.7

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DE GASES DEL SUELO

ANEXO 3.8

REGISTRO DE MEDICIONES DE NIVEL FREÁTICO AGUA SUBTERRÁNEA

ANEXO 3.9

REGISTRO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

ANEXO 3.10

PRUEBA DE BOMBEO

ANEXO 3.11

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA SUBTERRÁNEA

ANEXO 3.12

INFORMES DE LABORATORIO

ANEXO 3.13

LÍNEA DE BASE DE MEDIO MARINO

ANEXO 3.14

CATÁLOGO FLORÍSTICO

ANEXO 3.15

REGISTRO FOTOGRÁFICO FLORA Y VEGETACIÓN

ANEXO 3.16

COBERTURA RELATIVA DE LAS ESPECIES DE FLORA PRESENTES EN LAS PARCELAS REALIZADAS

ANEXO 3.17

PERMISO DE CAPTURA DE FAUNA TERRESTRE

ANEXO 3.18

LÍNEA DE BASE DE PALEONTOLOGÍA

ANEXO 3.19

PAUTA DE ENTREVISTA

3.0 LINEA DE BASE

3.1 Introducción

El presente Capítulo contiene la Línea de Base o caracterización ambiental del entorno de emplazamiento del Proyecto “Saneamiento del Terreno Las Salinas”, en adelante el “Proyecto”.

Esta Línea de Base ha sido desarrollada en conformidad a lo establecido por el D.S. N° 40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), el cual señala en su Título III, Párrafo 2°, artículo 18, letra e), lo siguiente: *“La línea de base, deberá describir detalladamente el área de Influencia del proyecto o actividad, a objeto de evaluar posteriormente los impactos que pudieren generarse o presentarse sobre los elementos del medio ambiente. Deberán describirse aquellos elementos del medio ambiente que se encuentren en el área de influencia del proyecto o actividad, y que dan origen a la necesidad de presentar un Estudio de Impacto Ambiental, en consideración a los efectos, características o circunstancias a que se refiere el artículo 11 de la Ley”*.

La Línea de Base se entiende, entonces, como la caracterización de los elementos y componentes ambientales susceptibles de ser afectados por el Proyecto, centrada en aquellos parámetros relevantes y representativos, que permitan hacer un diagnóstico de dichos componentes, estableciendo su condición actual previa a la ejecución del Proyecto. De esta manera, el análisis de la información que aquí se presenta está orientado a definir la situación sin Proyecto, y permitir posteriormente, su evaluación y comparación una vez que se ejecuten las actividades a desarrollar en cada una de las etapas del Proyecto.

3.1.1 Objetivos

El objetivo de este Capítulo es presentar una caracterización del estado actual de los elementos y componentes del medio ambiente presentes en el Área de Influencia del Proyecto (definida en el presente EIA como Área de Influencia inicial), a fin de evaluar posteriormente los impactos o efectos que el Proyecto en sus distintas fases y Etapas pudiese generar sobre ellos.

3.1.2 Ubicación general del Proyecto

El Proyecto, está ubicado Región y Provincia de Valparaíso, en el extremo Oeste de la Comuna de Viña del Mar, sector conocido como “Las Salinas”, específicamente frente a los sectores de playa conocidos como Marineros Sur y Playa Blanca. La Figura 3-1 muestra la localización del Proyecto a escala provincial y comunal.



SIMBOLOGÍA

- Área de proyecto (Paño)
- Vías (Bienes Nacionales de Uso Público establecidas en PRC Viña del Mar)

REFERENCIA:
PROYECCIÓN/HUSO: UTM / 19 sur
DATUM: WGS 84

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO "SANEAMIENTO DEL TERRENO LAS SALINAS"

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



GOLDER



LAS SALINAS
INGENIERÍA

N° PROYECTO: 179 216 2901

ESCALA:

REVISIÓN: 0

FIGURA 3-1

3.1.3 Componentes ambientales que serán evaluados en el Estudio de Impacto Ambiental

En la Tabla 3-1, se listan los componentes ambientales para los cuales se desarrolla línea de base, en atención a la localización de las obras, partes y acciones del Proyecto, y a los impactos potencialmente significativos que éste pudiera generar en alguna de sus fases, según se ha detallado en el Capítulo 2, “Determinación y justificación del área de influencia”; y además se indica la sección del presente documento de línea de base, en la que se presenta su descripción.

Tabla 3-1: Componentes ambientales de la Línea de Base incluidos o descartados en el presente Capítulo 3

Medio	Elementos del medio ambiente		Sección del Capítulo 3 de LdB
Medio Físico	Atmósfera	Clima y meteorología	Sección 3.2
		Calidad del Aire	Sección 3.3
		Niveles de ruido	Sección 3.4
		Luminosidad	Elemento del medio ambiente no incluido en la presente Línea de Base, en consideración que no es de interés para la caracterización del contexto geográfico en el que se desarrolla el Proyecto.
		Campos electromagnéticos y de radiación	Elemento del medio ambiente no incluido en la presente Línea de Base en consideración a que no tiene expresión espacial en el territorio vinculado a éste y no son de interés para la caracterización del contexto geográfico en el que se desarrolla el Proyecto.
	Litósfera	Geología y geomorfología y áreas de riesgos geológicos y geomorfológicos	Sección 3.5
		Caracterización físico-química del suelo (Suelos)	Sección 3.6
		Nivel de vibraciones	Sección 3.4
	Hidrosfera	Hidrología	Sección 3.7
		Hidrogeología	Sección 3.8
		Calidad de Aguas Superficiales	Elemento del medio ambiente no incluido en la presente Línea de Base en consideración a que no tiene expresión espacial en el territorio vinculado a éste.
		Calidad de Aguas Subterráneas	Sección 3.9
		Recursos hídricos marinos (oceanografía física, sedimento intermareal arenoso, sedimento submareal, física y química del agua)	Sección 3.10
	Glaciares		Elemento del medio ambiente no incluido en la presente Línea de Base en consideración a que no tiene expresión espacial en el territorio vinculado a éste.

Medio	Elementos del medio ambiente	Sección del Capítulo 3 de LdB
Ecosistemas Terrestres	Suelo	Sección 3.6
	Plantas Vasculares (flora y vegetación)	Sección 3.11
	Hongos, líquenes y algas	Elemento del medio ambiente no incluido en la presente Línea de Base en consideración a que no tiene expresión espacial en el territorio vinculado a éste.
	Animales silvestres (Fauna Terrestre)	Sección 3.12
Ecosistemas Marinos	Calidad de aguas	Sección 3.10
	Sedimentos marinos	
	Biota (macrobentos submareal, macrobentos intermareal, macrofauna intermareal rocoso, avifauna y mamíferos marinos)	
	Relaciones existentes con el medio físico y con los ecosistemas terrestres y acuáticos continentales	
Patrimonio Cultural	Patrimonio histórico	Sección 3.13.1
	Patrimonio arqueológico	
	Patrimonio religioso	
	Monumentos Nacionales	
	Patrimonio paleontológico	Sección 3.13.2
Paisaje		Sección 3.14
Áreas protegidas y sitios prioritarios para la conservación		Sección 3.15
Atractivos turísticos naturales o culturales		Sección 3.16
Uso del territorio y su relación con la planificación territorial	Uso de suelo y capacidad de uso del suelo	Sección 3.17
	Instrumentos de planificación territorial	
	Actividades económicas y productivas	
	Infraestructura y equipamiento	
Medio Humano	Dimensión geográfica	Sección 3.18
	Dimensión demográfica	
	Dimensión antropológica	
	Dimensión socioeconómica	
	Dimensión de bienestar social básico	
	Grupos Humanos Pertenecientes a Pueblos Indígenas	Elemento del medio ambiente no incluido en la presente Línea de Base en consideración a que no tiene expresión espacial en el territorio vinculado a éste.
Proyectos con RCA vigentes		Sección 3.19

Fuente: Elaboración propia, a partir del Art. 18 letra e) del D.S. N°40/2012 del MMA.

Tal como se señala en la tabla precedentes, los elementos del medio ambiente referidos a luminosidad, intensidad de los campos electromagnéticos y de radiación, calidad del agua superficial, glaciares, plantas no vasculares (hongos, líquenes y algas) y pueblos indígenas, no fueron incluidos en la presente Línea de Base, en consideración a que no tienen expresión espacial en el territorio vinculado a éste, no son de interés para la caracterización del contexto geográfico en el que se desarrolla el Proyecto, como tampoco resultan de interés para un mejor entendimiento de otros componentes ambientales asociados.

Cabe señalar, que la definición y justificación del Área de Influencia requerida según el RSEIA, definida en el presente EIA como Área de Influencia inicial (Ali), para cada uno de los elementos del medio ambiente que se describen como parte de la presente línea de base, se presenta en el Capítulo 2 de “Determinación del Área de Influencia”. Esta definición de Ali se basa en lo señalado en el Artículo 2, literal a) del RSEIA, entendiéndose como *“el área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias (ECC) del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias”*. Para su determinación se ha seguido lo señalado en el Artículo 18, literal d) del RSEIA, considerando las áreas definidas en base a una estimación preliminar de impactos potencialmente significativos para los distintos componentes ambientales, así como el espacio geográfico donde se emplazan las partes, obras y acciones del Proyecto.

De acuerdo a lo indicado en el RSEIA, la definición del Ali debe permitir confirmar o descartar la generación de impactos ambientales significativos asociados a la ejecución del Proyecto, para posteriormente acotar el Ali a las áreas o secciones en que efectivamente se podrán manifestar impactos significativos, delimitando un Área de Influencia final (Alf).

En el presente Capítulo se desarrolla el levantamiento de información de línea de base bajo el concepto de Área de Estudio (AE), entendiéndose que ésta constituye un área igual o mayor a la que finalmente podrá ser considerada como Ali para cada uno de los componentes evaluados. Los resultados y conclusiones de esta línea de base, permitirán identificar los elementos sensibles para cada componente, respecto de los cuales posteriormente serán evaluados los impactos que podría generar el Proyecto en sus fases de construcción, operación y cierre, para definir la sección del Ali donde se manifiestan los impactos significativos del Proyecto, espacio geográfico denominado como Alf.

A continuación, en las siguientes secciones se presentan la descripción de la línea de base para los componentes detallados en la Tabla 3-1. Para facilitar su revisión se ha mantenido el orden de contenidos que establece el Artículo 8 del D.S. 40/12 del MMA, en sus literales e1 a e11.

3.2 Clima y meteorología

3.2.1 Introducción

La caracterización y descripción del clima y la meteorología del lugar donde se emplazará el Proyecto se realiza para establecer el contexto general de éste, y por la relevancia que tiene en la evaluación de otros componentes ambientales, tales como la calidad del aire.

La descripción climática realizada en la presente Línea de Base se efectuó en un contexto regional y local, mientras que la descripción de la meteorología se efectuó a escala local.

3.2.2 Objetivos

El objetivo general de la presente Línea de Base es caracterizar el clima y la meteorología del lugar donde se localizará el Proyecto y su entorno, de acuerdo a la definición del Área de Estudio para este componente ambiental, para lo cual se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar el clima del Área de Estudio a escala regional.
- Caracterizar el clima del Área de Estudio a escala local.
- Describir la meteorología del Área de Estudio a través del análisis de las variables de viento, temperatura y precipitación.

3.1.1 Área de Estudio

El Área de Estudio para este componente corresponde a la comuna de Viña del Mar, Región de Valparaíso, específicamente en el distrito climático definido por Köppen en el que se ubicará el Proyecto. Tal como se señala en el Capítulo 2 – Determinación y Justificación del Área de Influencia, dada la naturaleza del presente componente y que el Proyecto no considera obras, partes o actividades susceptibles de impactar sobre la condición actual del clima y meteorología de la zona, no se define un Área de Influencia Inicial para este componente ambiental.

3.2.3 Metodología

3.2.3.1 Clima

La metodología empleada para la caracterización climatológica se basó en revisión bibliográfica de estudios a escala regional de la zona, enfocándose principalmente en la clasificación climática de Köppen. Para la caracterización del clima local se analizaron los registros de vientos de las estaciones monitoras ubicadas en zonas aledañas al Proyecto.

3.2.3.2 Meteorología

La descripción meteorológica se realizó en base a datos de las estaciones meteorológicas más cercanas al Proyecto y que dentro del Área de estudio corresponden a las estaciones Viña del Mar y Las Salinas. La estación Viña del Mar fue instalada en el año 2004 y sus datos meteorológicos están disponibles en línea en el sitio web del

Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)¹. La estación Las Salinas corresponde a la instalada dentro del área del Proyecto por el Titular en Febrero de 2018, con el fin de obtener datos meteorológicos in-situ que permitan una mejor caracterización de la línea base del Proyecto. En la Figura 3-2 se muestra la ubicación de ambas estaciones meteorológicas respecto al Proyecto y en la Tabla 3-2 se resume la ubicación, la distancia al Proyecto y las variables medidas en las estaciones meteorológicas.

Tabla 3-2: Ubicación de estaciones meteorológicas y variables medidas

N°	Receptor	Coordenadas UTM Datum WGS84 - Huso 19 S		Uso	Distancia a Proyecto	Información meteorológica (1)
		Norte (m)	Este (m)		m	
1	Estación Viña del Mar	6.343.569	261.803	19H	1700	VV, DV, Temp., HR, Rad, PA, PP
2	Estación Las Salinas	6.345.582	262.022	19H	0	VV, DV, Temp., HR, Rad, PA, PP

(1) Información meteorológica:

VV: Velocidad del viento

HR: Humedad relativa

PP: Precipitación

DV: Dirección del viento:

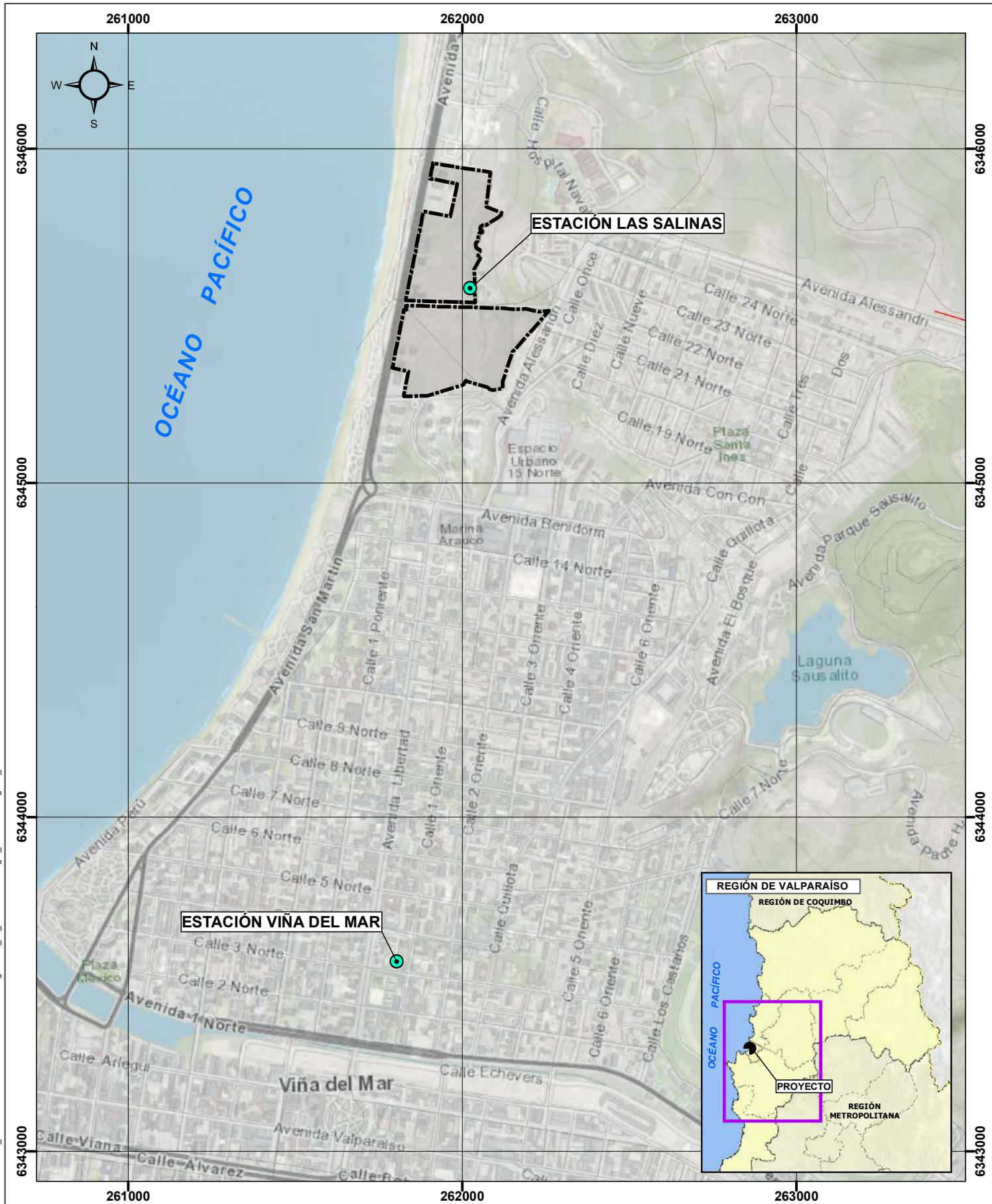
Rad: Radiación solar

Temp: Temperatura

PA: Presión atmosférica

La selección de la Estación Viña del Mar para estudiar las principales variables meteorológicas se basó en la cercanía al Proyecto (1,7 km) y por contar con mayor cantidad de variables monitoreadas.

¹ Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA), disponible en: <http://sinca.mma.gob.cl>



SIMBOLOGÍA

-  Estación meteorológica
-  Área de proyecto

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO "SANEAMIENTO DEL TERRENO LAS SALINAS"

LOCALIZACIÓN ESTACIONES METEOROLÓGICAS CERCANAS

REFERENCIA:
PROYECCIÓN/HUSO: UTM / 19 sur
DATUM: WGS 84

0 50 100 200 300 m

 GOLDER

 LAS SALINAS
INGENIERÍA

N° PROYECTO: 179 216 2901

ESCALA:

REVISIÓN: 0

FIGURA 3-2

3.2.4 Resultados

3.2.4.1 *Caracterización climática regional*

El clima es un fenómeno natural que se da a nivel atmosférico, caracterizado por una serie de parámetros meteorológicos como temperatura, humedad relativa, presión, precipitaciones, viento, entre otros, los cuales dependen de la geografía de una región en particular.

El Área de Estudio se ubica en la Región de Valparaíso, y según la clasificación presentada en la Figura 3-3, en ésta predomina el clima templado cálido con estación seca prolongada y gran nubosidad. Este clima se presenta en la zona litoral desde los 32°S por el Norte hasta la desembocadura del río Mataquito. Se caracteriza por abundante nubosidad, no obstante, no persistente. La nubosidad y la cercanía con la costa definen una amplitud térmica de 10°C aproximadamente.

La región presenta un régimen térmico marcado en su parte central por el valle transversal del río Aconcagua el que deja ver claramente su influencia con un gradiente térmico de 2°C entre Los Andes y Concón. En tanto el sector cordillerano presenta una disminución de hasta 4°C en sus valores de temperatura media anual, en relación con aquellas zonas ubicadas más hacia el oeste de la región.

El régimen pluviométrico es básicamente de origen frontal, manifestándose mayormente en los meses de Mayo a Agosto, cuando precipita el 80% del total anual. El comportamiento de las precipitaciones anuales en la región presenta valores significativos en el sector costero, las que aumentan a medida que se incrementa la latitud, superando los 400 mm anuales. En tanto, la zona intermedia registra precipitaciones que, a pesar de ser menores respecto a la parte costera sur de la región, no dejan de ser significativos, superando los 300 mm al año.

La circulación de los vientos predominante es del Suroeste, registrándose vientos calmos durante la noche y la mañana y en las tardes, con una intensidad aproximada de 18 km/h (5 m/s).

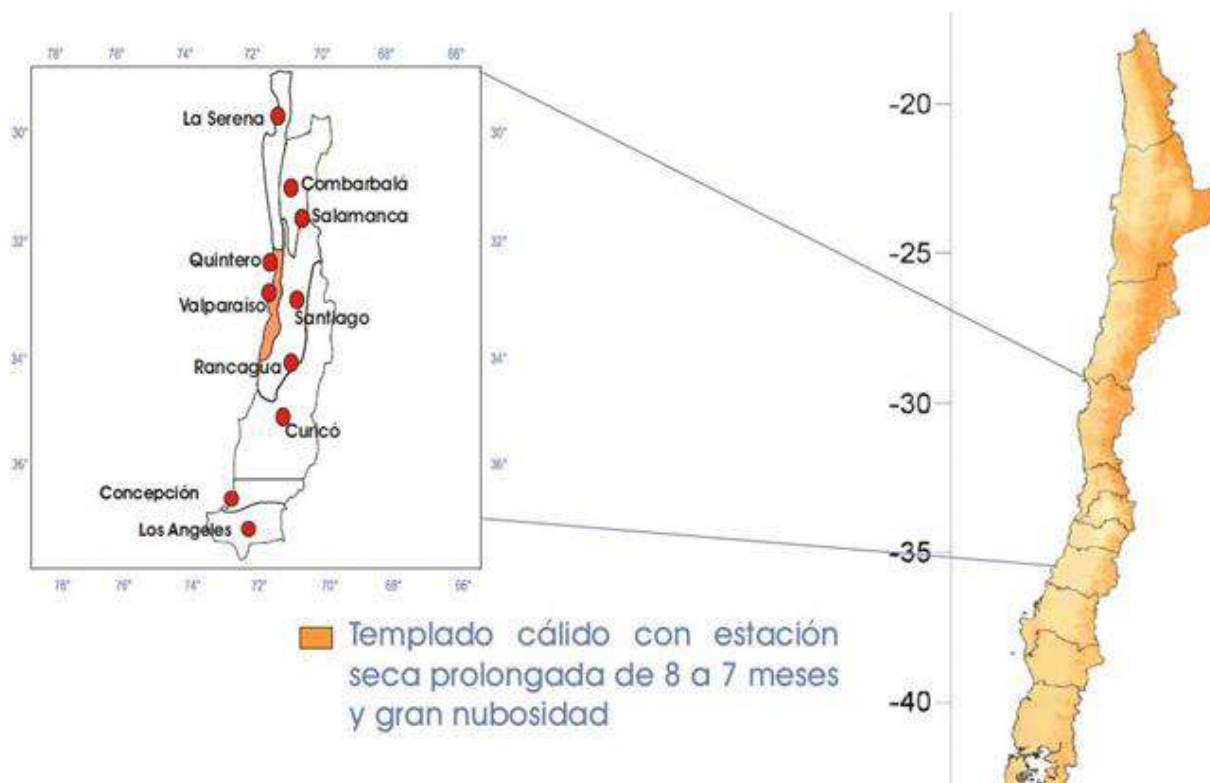


Figura 3-3: Clasificación del clima según Köppen

Fuente: Guía Climática Práctica de la Dirección Meteorológica de Chile.

3.2.4.2 Caracterización meteorológica Estación Viña del Mar

3.2.4.2.1 Series de tiempo estación Viña del Mar

Se utilizaron los datos horarios obtenidos de la Estación Viña del Mar del año 2017, para las variables de velocidad de viento, dirección de viento, temperatura, humedad relativa, radiación solar, presión atmosférica y precipitación. En la siguiente tabla se presenta un resumen de datos disponibles en la estación Viña del Mar para el año 2017.

Tabla 3-3: Resumen de datos horarios válidos disponibles, estación Viña del Mar-2017

Parámetro	N° datos válidos disponibles	% anual datos válidos
Velocidad de viento	6961	79,2
Dirección de viento	8641	98,4
Temperatura	8641	98,4
Humedad	8641	98,4
Radiación Solar	8617	98,1
Presión Atmosférica	8640	98,4
Precipitación	8641	98,4

Fuente: Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

De acuerdo a Tabla 3-3, durante el año 2017 se alcanzaron altos porcentajes de datos disponibles, mayores a 98%, para las variables de dirección del viento, temperatura, humedad, radiación solar, presión atmosférica y precipitación. En cuanto a la velocidad del viento el porcentaje disminuye, alcanzando un porcentaje de 79,2% de validez en los datos obtenidos. Lo anterior se puede verificar al observar los gráficos de series de tiempo presentados a continuación.

3.2.4.2.1.1 *Serie de Velocidad y Dirección del Viento*

La serie de tiempo de la velocidad del viento de la Figura 3-4 muestra para el año 2017, que durante la época estival las velocidades del viento son mayores a lo observado en época invernal. No obstante, durante el invierno se presentan algunos días con valores más altos de velocidad de viento producto del ingreso de sistemas frontales al área de estudio. Los valores fluctúan entre 0,0 y 4,9 m/s, con un bajo promedio de velocidad para el año 2017 de 0,83 m/s.

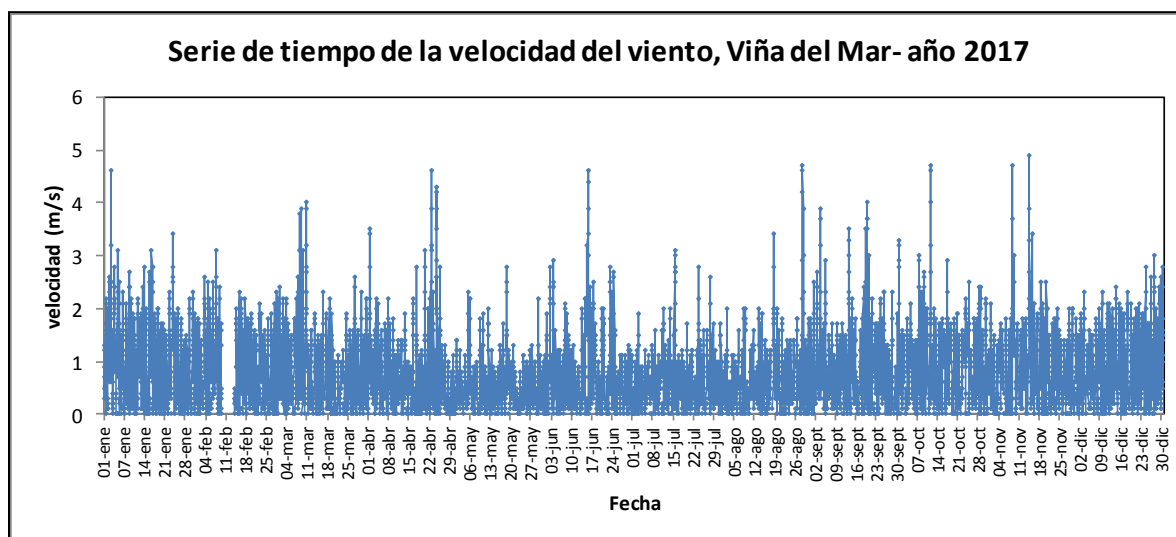


Figura 3-4: Serie de registros horarios de velocidad del viento, Est. Viña del Mar, año 2017
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

La serie de tiempo de la dirección del viento de la Figura 3-5, muestra para el año 2017 una marcada ocurrencia de vientos de componente Norte (N) (entre 330° y 30°) en temporada estival y Este-Sureste (90°-150°) en temporada invernal. Durante los meses de otoño-invierno, especialmente aquellos días que tienen las velocidades más altas que corresponden al paso de sistemas frontales, tienen componente principal de vientos desde el Norte.

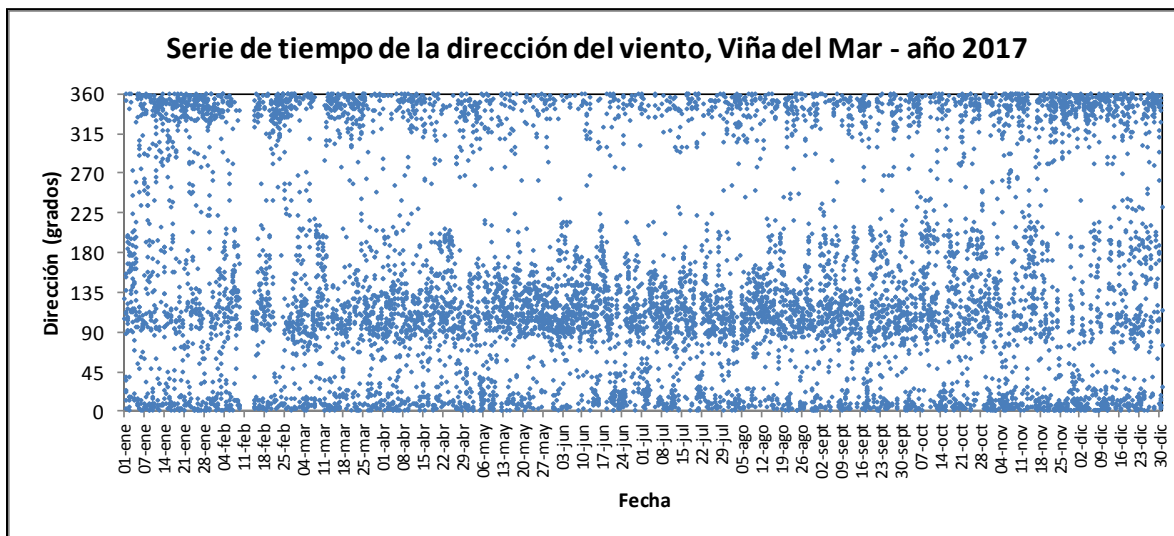


Figura 3-5: Serie de registros horarios de dirección del viento, Est. Viña del Mar – 2017
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

3.2.4.2.1.2 *Serie de Temperatura*

La serie de tiempo de la temperatura de la Figura 3-6 muestra para el año 2017 un marcado ciclo estacional, con mayores temperaturas en el periodo estival (Diciembre a Febrero) que superan 30°C durante la mayoría de los días y mínimas cercanas a 10°C. Durante los meses de invierno la mayoría de los días tiene máximas inferiores a 20°C y mínimas cercanas a 5°C, especialmente entre los meses de Junio y Julio. El valor medio de la temperatura durante el año 2017 alcanza los 15,3°C, con máximo de 35,8°C y una mínima de 2,2°C.

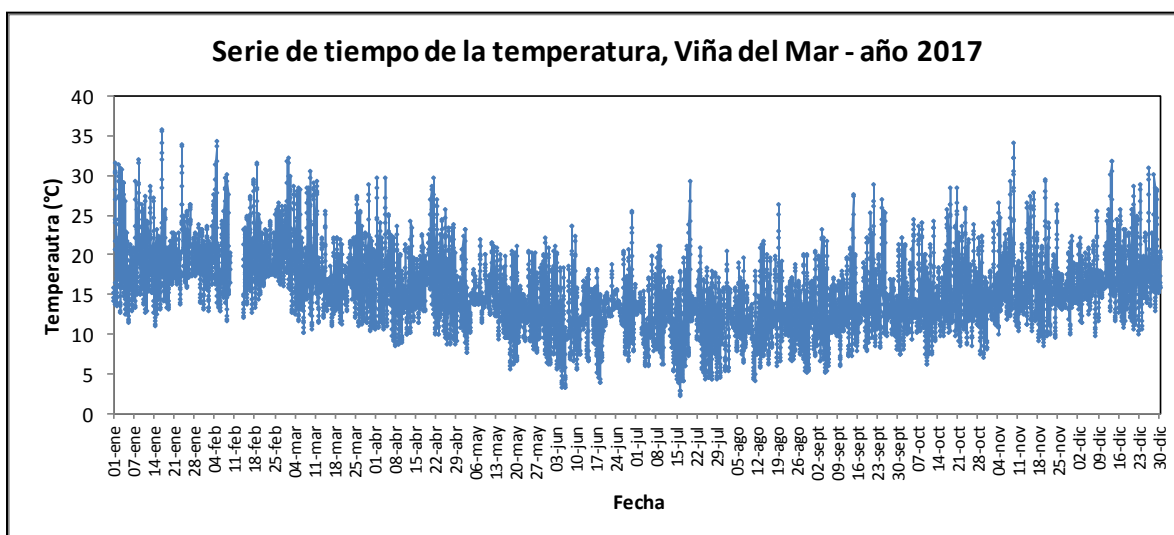


Figura 3-6: Serie de tiempo para registros horarios de temperatura, Est. Viña del Mar – 2017
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

3.2.4.2.1.3 *Serie de Humedad*

La serie de tiempo de la humedad relativa presentada en la Figura 3-7, muestra que durante todo el año 2017 se alcanzan valores de humedad con un rango entre 80% a 25%. Desde Mayo a Septiembre se aprecia que los valores máximos de humedad son cercanos a 100%. Para el año 2017 el promedio de humedad fue 69,9%, con un máximo de 100% y un mínimo de 16,0%.

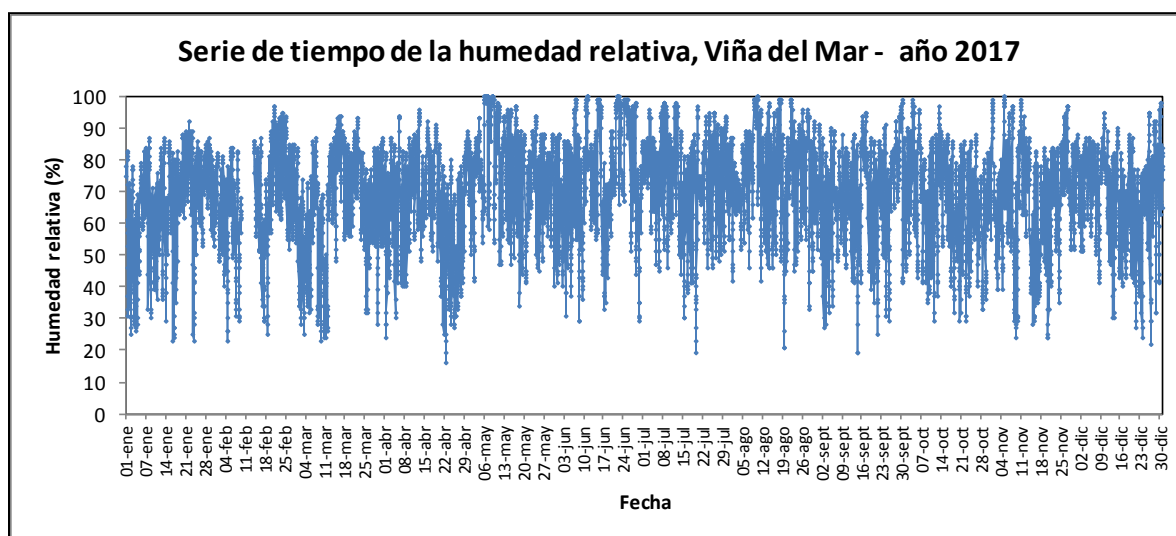


Figura 3-7: Serie de tiempo para registros horarios de humedad relativa, Est. Viña del Mar-2017
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

3.2.4.2.1.4 *Serie de Radiación Solar Global*

La serie de tiempo de radiación presentada en la Figura 3-8 muestra un ciclo anual para el año 2017 con mayores valores de radiación en la época estival y menores en la época invernal. Algunos días tienen bajos valores de radiación producto de la nubosidad, especialmente en días de Mayo y Junio. En Verano se registran los máximos horarios de radiación solar con valores que superan 1200 W/m² y en meses de invierno los máximos diarios de la mayoría de los días son cercanos a 700 W/m². Entre Mayo y Agosto se registran algunos días con la radiación solar más baja del año con valores inferiores a 150 W/m².

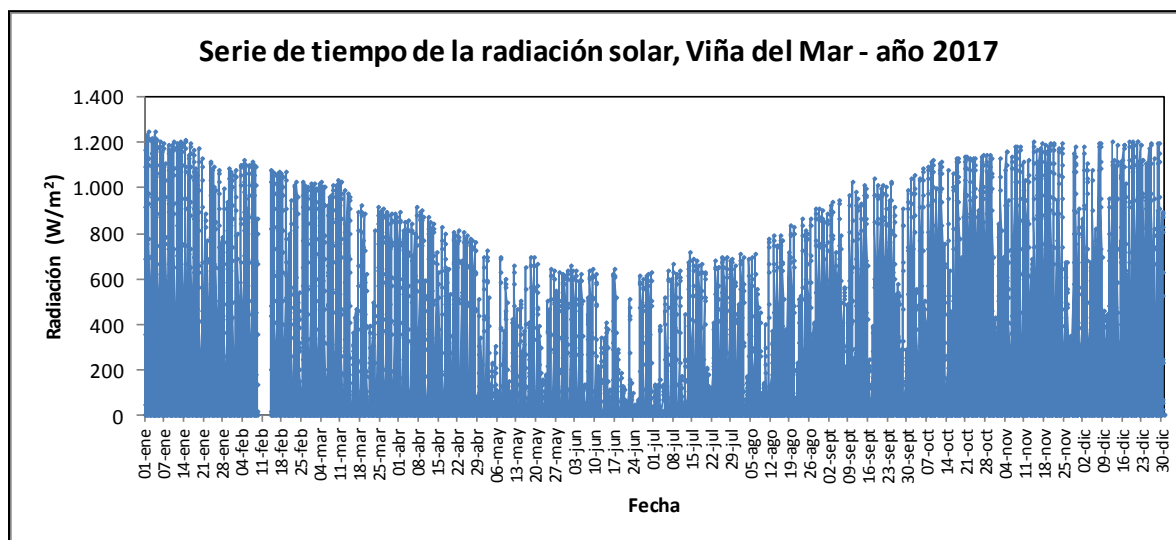


Figura 3-8: Serie de tiempo para registros horarios de radiación solar, Est. Viña del Mar – 2017
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA)

3.2.4.2.1.5 *Serie de Presión Atmosférica*

La Figura 3-9 muestra para la presión atmosférica escasa variabilidad a lo largo del año 2017. El valor medio de presión es 1009 hPa, un mínimo de 1001 hPa y un máximo de 1023 hPa. Durante la época invernal se observa una mayor variabilidad en los valores de presión durante el día, producto del ingreso de altas presiones frías y bajas frontales, especialmente entre los meses de Junio y Julio.

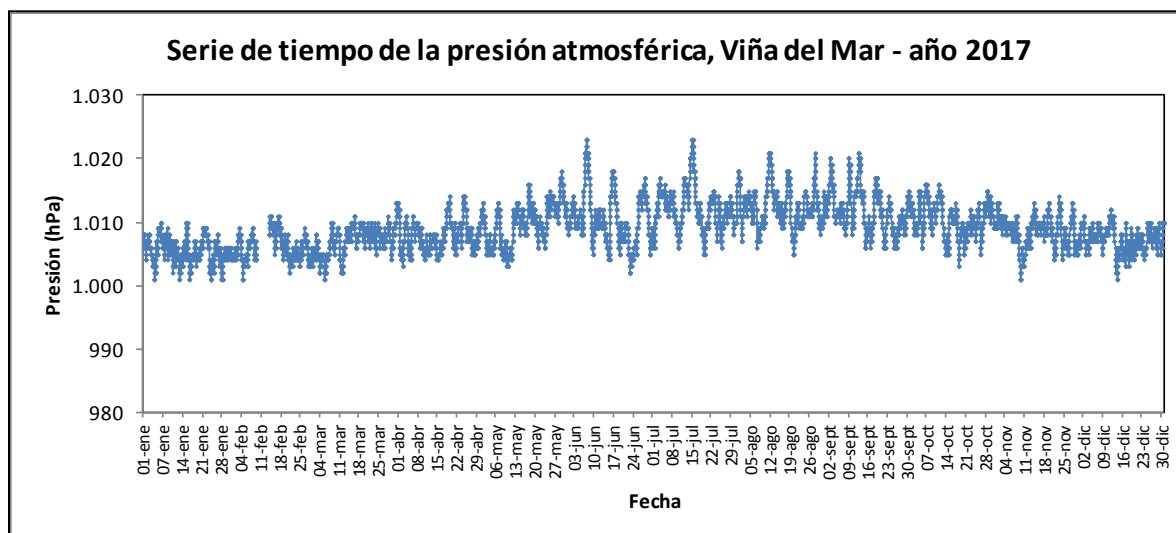


Figura 3-9: Serie de tiempo para registros horarios de presión atmosférica, Est. Viña del Mar-2017
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

3.2.4.2.1.6 Serie de Precipitación diaria

La Figura 3-10 presenta la serie de precipitaciones diarias para el año 2017. La precipitación en Viña del Mar y alrededores es de carácter frontal principalmente, aunque episodios intensos de vaguada costera pueden dejar algunos pocos mm en los meses estivales y comienzo del otoño. Los principales episodios de días con lluvias se registraron en Mayo y Junio alcanzando máximos por sobre 20 mm en algunos días. El agua caída durante 2017 fue 230 mm, inferior a un año normal de 413 mm en la estación climatológica más cercana ubicada en Valparaíso (ver Informe de precipitaciones en www.meteochile.cl).

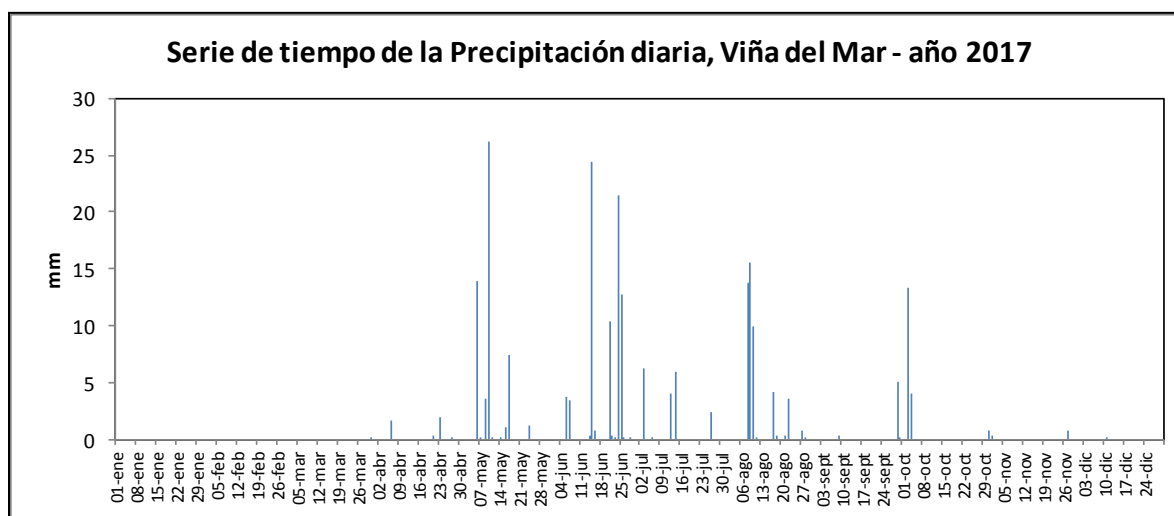


Figura 3-10: Serie de tiempo para registros diarios de precipitación, Est. Viña del Mar - año 2017
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

3.2.4.2.2 Ciclos diarios estación Viña del Mar

A continuación, se muestra un análisis de los ciclos diarios de las variables meteorológicas medidas en la Estación Viña del Mar durante el año 2017, es decir la representación del comportamiento de las variables en un día promedio. Cada ciclo considera tres curvas: Media para el comportamiento de los valores promedio, Percentil 5% y Percentil 95%.

En la Figura 3-11 se observa el ciclo diario de la velocidad del viento. En promedio, se observa un ciclo con poca variabilidad presentando las mayores velocidades durante las tardes con un valor máximo de 1,5 m/s alrededor de las 16:00. Desde las 20:00 hasta las 06:00 de la mañana siguiente, los valores se mantienen cercanos a 0,3 m/s. Para la curva del percentil 95%, los máximos en las tardes son cercanos a 3,0 m/s y los mínimos cercanos a 1,0 m/s en la madrugada. Además, se aprecia que durante las tardes los valores máximos del percentil 5% son cercanos a 0,5 m/s entre 13:00 y 15:00 y los mínimos cercanos a 0,0 m/s desde las 20:00 hasta las 09:00 de la mañana del día siguiente.

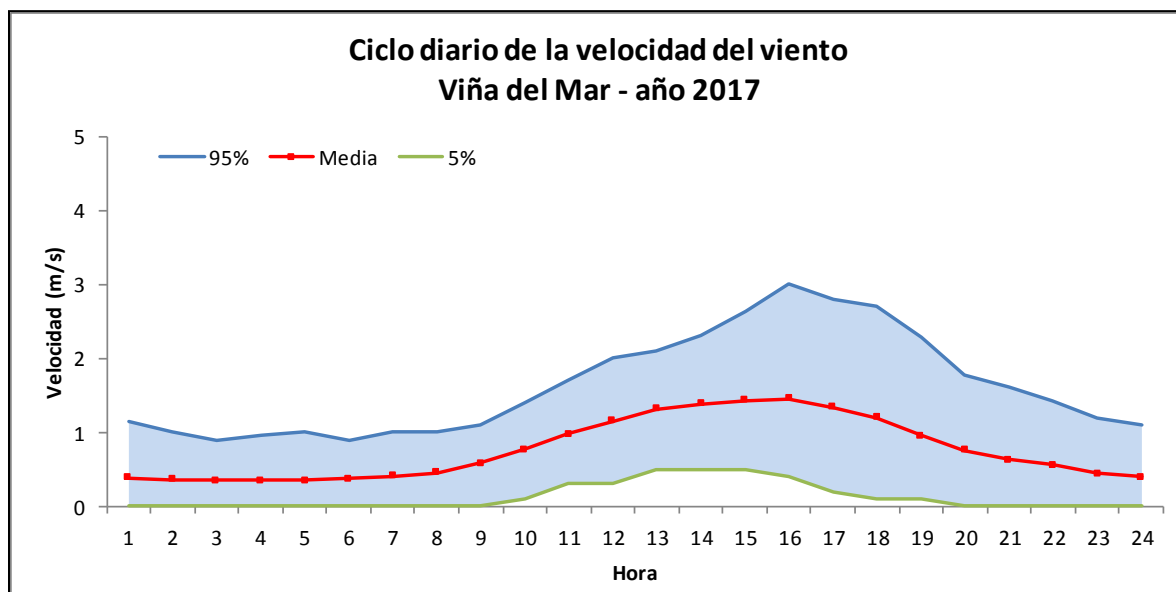


Figura 3-11: Ciclo diario de los promedios horarios de la velocidad del viento, Est. Viña del Mar, año 2017
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

La Figura 3-12, muestra el ciclo diario de la dirección de viento expresado como porcentaje de ocurrencia para los 16 sectores principales durante las horas del día. Se puede observar que la dirección predominante o principal, desde donde viene el viento, se presenta durante el período diurno, entre las 10:00 y las 20:00 con vientos desde el Norte (N) alcanzando frecuencias máximas cercanas a 56% entre 12:00 y 15:00. Por otro lado, se aprecia una componente secundaria de la dirección del viento entre 21:00 y 09:00 desde el Este (E) con frecuencias máximas cercanas a 36% alrededor de las 06:00.

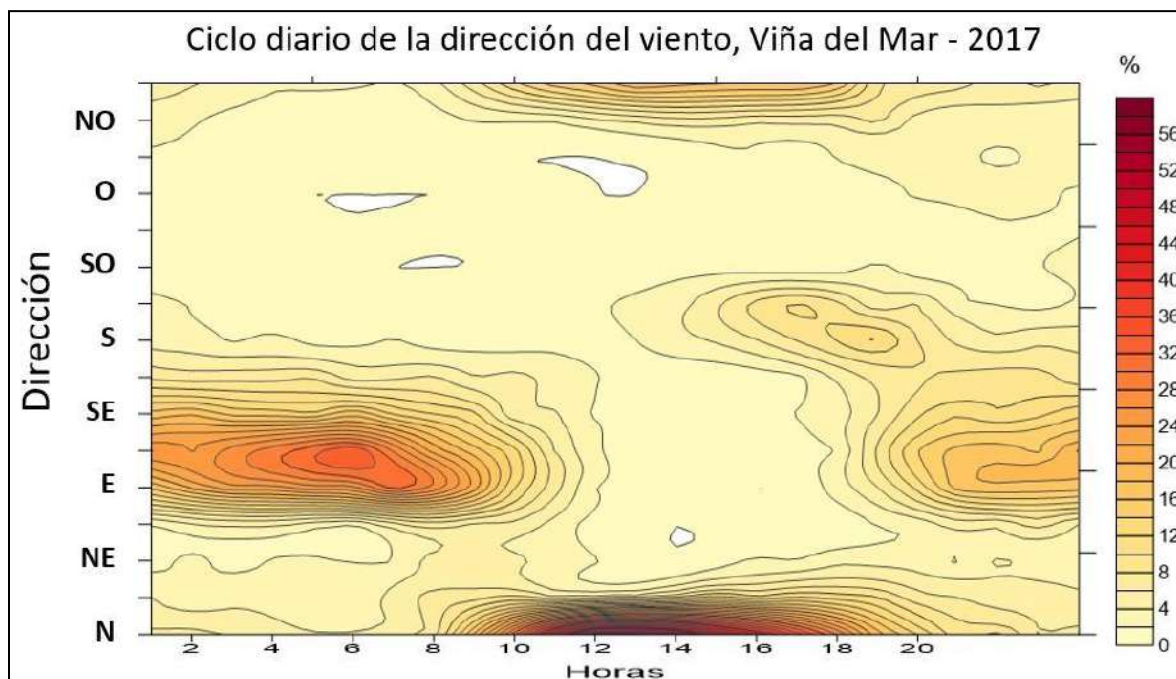


Figura 3-12: Ciclo diario de la dirección del viento, porcentaje de ocurrencia, Est. Viña del Mar, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

El ciclo diario de la temperatura para el año 2017 presentado en la Figura 3-13 muestra un comportamiento con una amplitud térmica con diferencias cercanas a 10°C entre las curvas del percentil 5% y 95% durante las horas de menor temperatura y cercana a 15°C durante la tarde a las horas de mayor temperatura. Para la curva de los valores promedios, entre las 06:00 y 07:00 horas se presenta una mínima matutina cercana a los 11 °C (temperatura media), y una máxima por la tarde cerca de las 16:00 horas de 20,5 °C. Los valores máximos para la curva del percentil 95% son cercanos a 29°C entre 16:00 y 17:00. Los valores mínimos de la curva del percentil 5% son cercanos a 6°C alrededor de las 08:00 de la mañana.

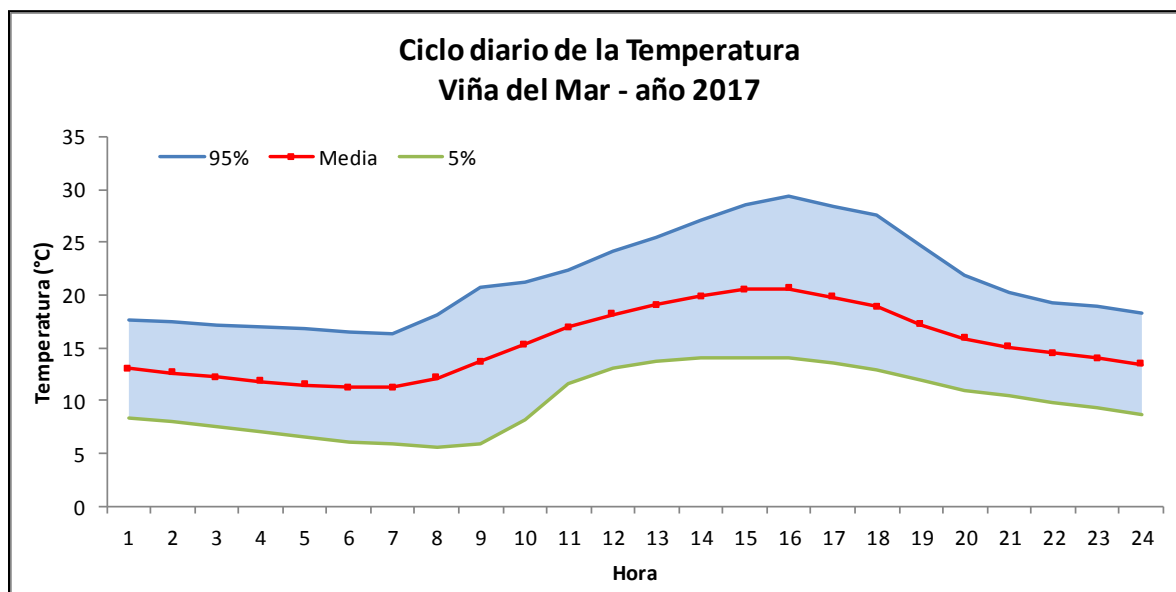


Figura 3-13: Ciclo diario de los promedios horarios de la temperatura, Est. Viña del Mar – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

El ciclo diario de la humedad relativa presentado en la Figura 3-14 muestra un ciclo contrario al ciclo de la temperatura con una amplitud entre la curva de percentil 5% y 95% cercana a 35% durante la madrugada a las horas de mayor humedad y cercana a 50% durante la tarde a las horas de mayor temperatura y menor humedad. La curva del ciclo promedio muestra los mayores valores de humedad durante la mañana cercanos a 80% y menores durante la tarde llegando hasta un 54%. En cambio, el ciclo del percentil 95% tiene valores de humedad cercanos a 95% durante la noche y madrugada disminuyendo hasta 78% en la tarde a las horas de mayor temperatura. El ciclo del percentil 5% registra los menores valores de humedad cercanos a 30% durante la tarde, en el mismo horario de los menores valores medios y del percentil 95%.

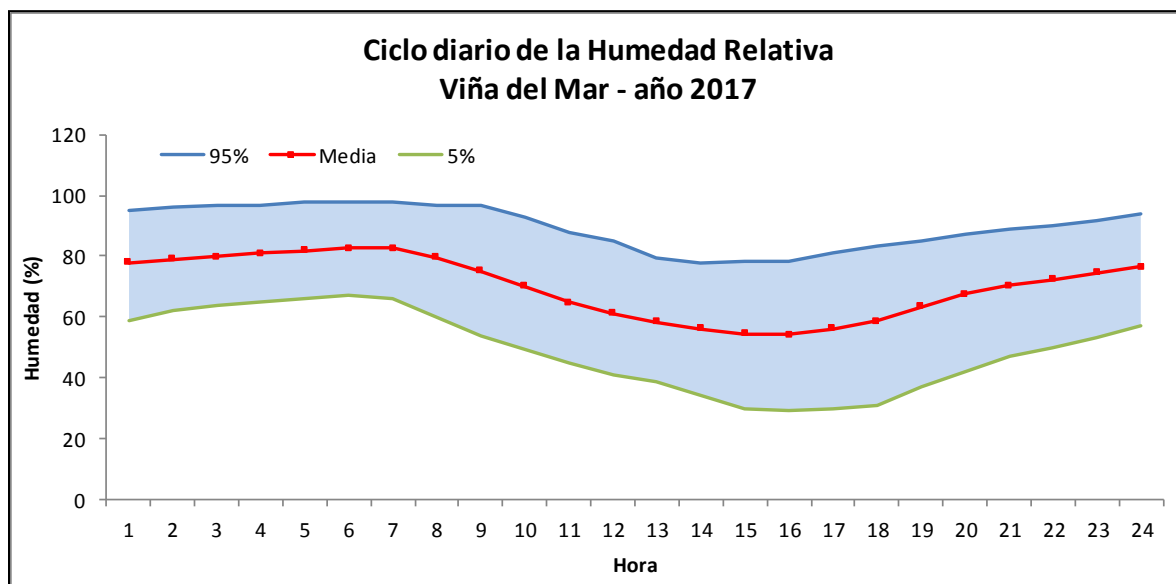


Figura 3-14: Ciclo diario de los promedios horarios de la hum. relativa, Est. Viña del Mar – 2017
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

El ciclo diario de la radiación para el año 2017 presentado en la Figura 3-15 muestra que entre las 06:00 y 21:00 horas se presentan valores mayores a cero de radiación total, en promedio. El máximo de radiación se presenta a las 14:00 horas del orden de 1190 W/m² para ciclo del percentil 95%, y 750 W/m² para la curva media. Durante las tardes, los valores de radiación de la curva del percentil 5% alcanzan máximos de 145 W/m².

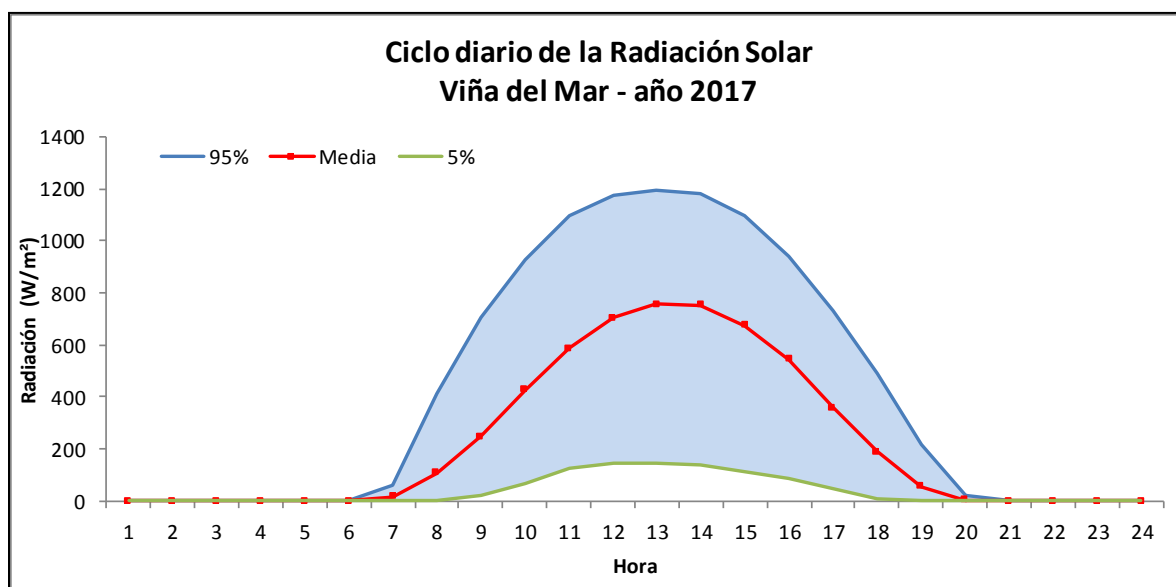


Figura 3-15: Ciclo diario de los promedios horarios de radiación, Est. Viña del Mar, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

El ciclo diario de la presión atmosférica para el año 2017 presentado en la Figura 3-16 muestra un ciclo prácticamente plano para las tres curvas. Para los valores medios se observa con un leve aumento alrededor de mediodía y alrededor de las 22:00 horas con valores cercanos a 1010 hPa. Durante el resto del día los valores son cercanos a 1008 hPa. Entre la curva del percentil 95% y la curva del 5% se observa una diferencia de 12 hPa. Para la curva del percentil 95% los valores más altos de presión son cercanos a 1017 hPa y para la curva del 5% los valores más bajos son cercanos a 1003 hPa.

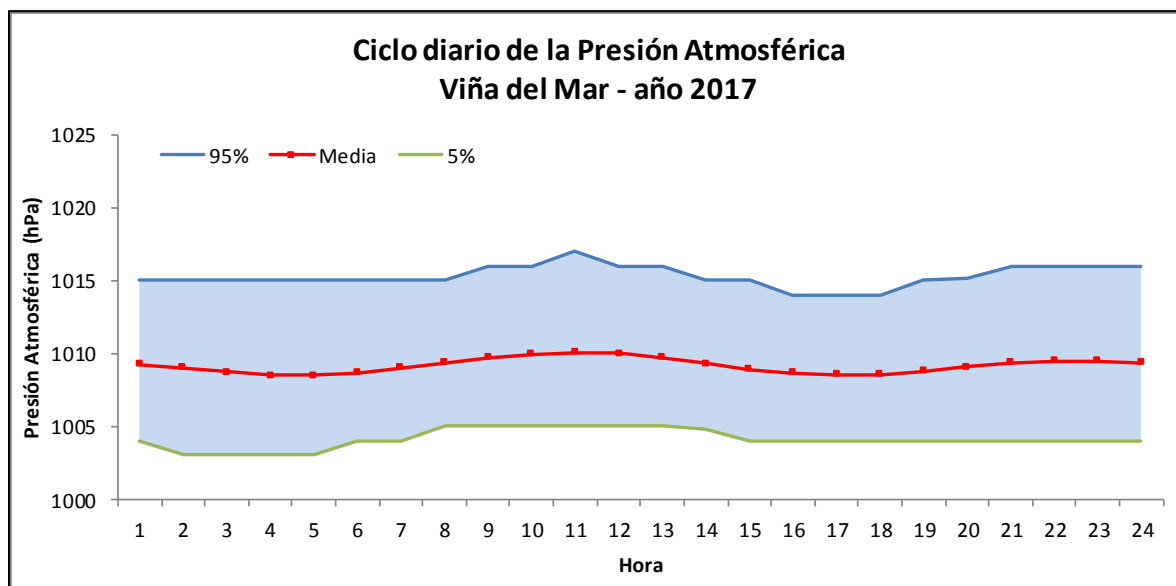


Figura 3-16: Ciclo diario de los promedios horarios de Presión, Est. Viña del Mar, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

3.2.4.2.3 Rosa de los vientos estación Viña del Mar

La Figura 3-17 muestra las rosas de distribución de frecuencia de dirección de vientos, para distintas clases de velocidades de viento y cuatro períodos del día, para ilustrar los cambios entre períodos diurnos y nocturnos.

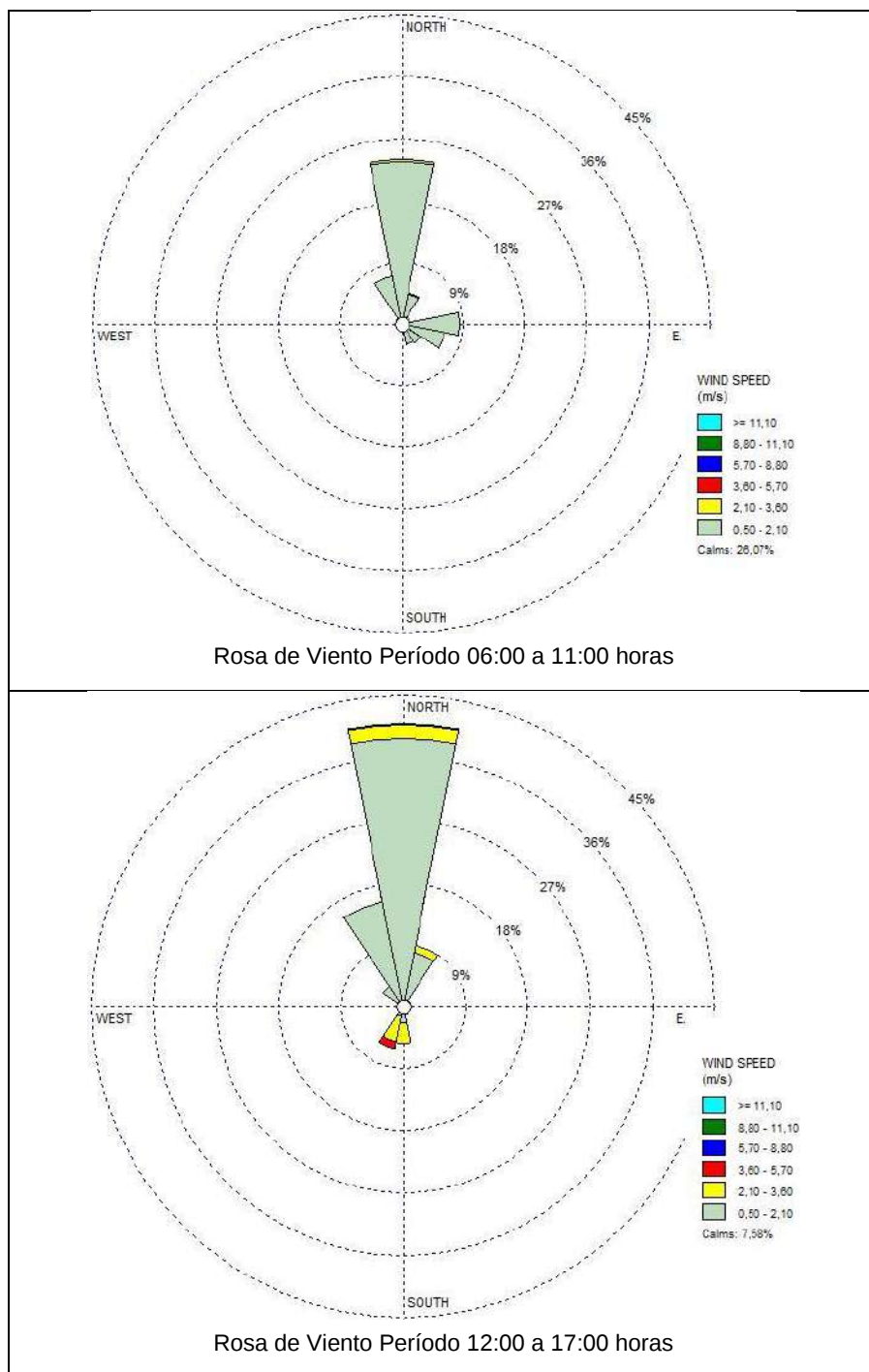


Figura 3-17 Rosa del viento, periodo diurno del ciclo diario, Est. Viña del Mar, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

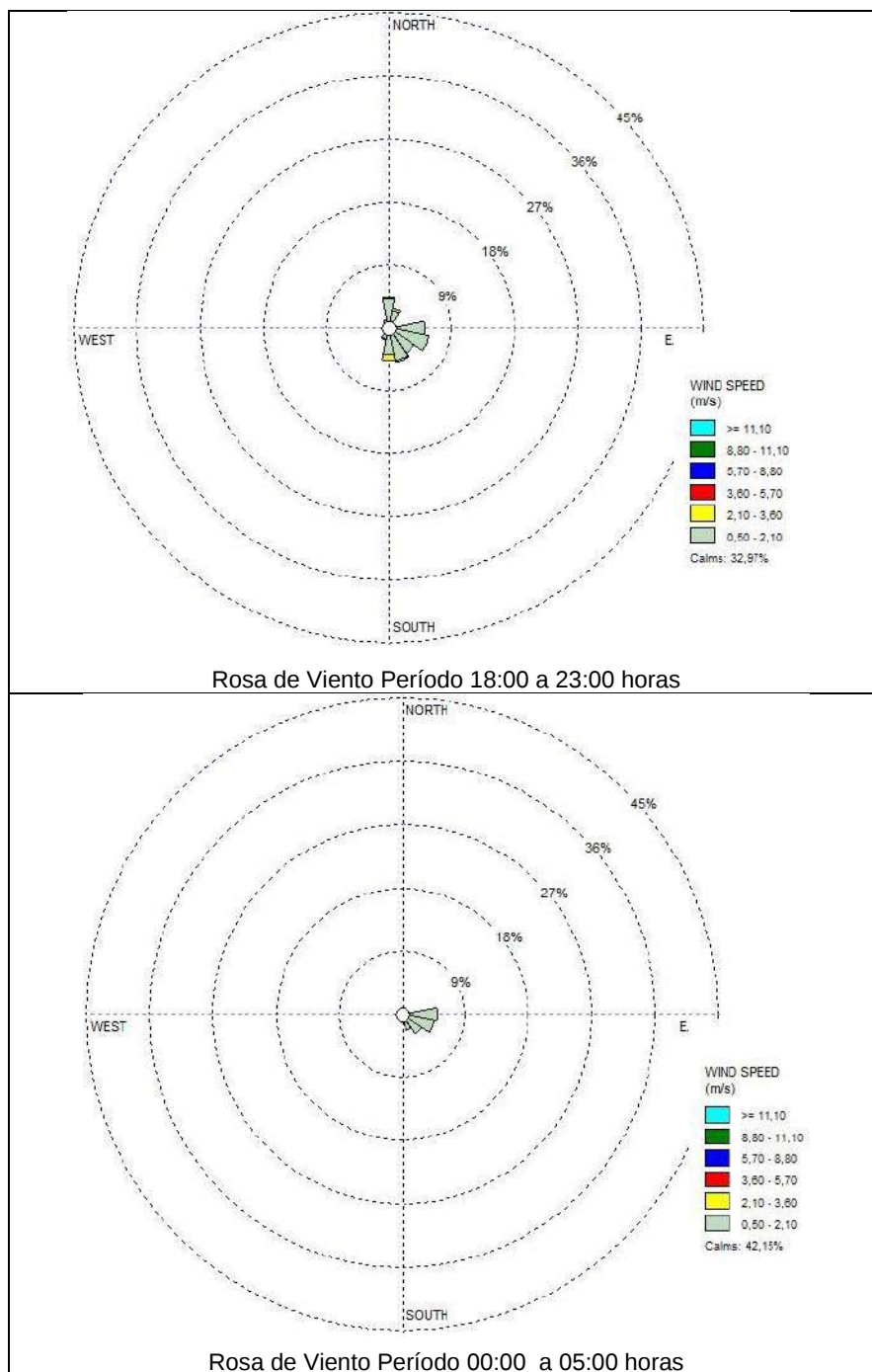


Figura 3-18 Rosa del viento, periodo nocturno del ciclo diario, Est. Viña del Mar, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

De acuerdo a las Figura 3-17 y Figura 3-18, hay un marcado predominio de las direcciones desde Norte (N) y una componente secundaria desde el Este y Sureste (E - SE).

Durante la madrugada, entre las 00:00 y 05:00 horas, hay un 42% de calmas y un viento predominante del cuadrante Este-Sur con frecuencias cercanas a 5% de cada sector en ese cuadrante. Durante este período las velocidades no superan 2,1 m/s.

En cambio, para el período 06:00 a 11:00 hay una disminución del porcentaje de calmas a 26% y vientos predominantes desde el Norte con una frecuencia cercana a un 25% de las direcciones. Hay una componente secundaria desde el Este con una frecuencia de 9%. Durante este período, más del 90% de las velocidades son menores a 2,1 m/s.

Entre las 12:00 y las 17:00 horas se mantiene la componente principal desde el Norte con un aumento de la frecuencia hasta un 40% e intensidades de viento máximas en la clase de 2,1 a 3,6 m/s. Los vientos desde el Nornoroeste (NNO) alcanzan una frecuencia cercana a 15% siendo la componente secundaria. Las velocidades más altas, de la clase 3,6 a 5,7 m/s son de dirección desde el Suroeste (SO) con una frecuencia cercana a 5%.

Hacia la noche, entre las 18:00 y las 23:00 horas hay un aumento del porcentaje de calmas hasta un 33% y disminuyen las velocidades máximas a la clase de 2,1 a 3,6 m/s. La componente desde el Norte pierde bruscamente su predominio bajando a menos de un 5% de las frecuencias y vientos desde el cuadrante Este-Sur tienen frecuencias similares a las registradas durante la madrugada, es decir cercanas a 5% con intensidades de viento que no superan 2,1 m/s.

Al considerar toda la jornada y todo el año 2017, de acuerdo a lo presentado en la Figura 3-19, la componente N de la dirección del viento es la de mayor ocurrencia (cerca de un 18% de los casos) con velocidades máximas en la clase 2,1 a 3,6 m/s. Vientos de componente desde el cuadrante Este-Sur no superan 5% de las frecuencias para cada sector.

Encuanto al gráfico de frecuencias por clase de intensidad de la Figura 3-19, se observa una distribución con mayores frecuencias (61,6%) en intensidades de viento en la clase entre los 0,5 a 2,1 m/s y en segundo lugar con 26,1% las calmas. Menos del 1% de los vientos tiene una intensidad mayor al 2,1 m/s. En la Figura 3-19, se observa además que la dirección principal desde el Norte tiene una frecuencia de 18% de los casos al considerar todo el año.

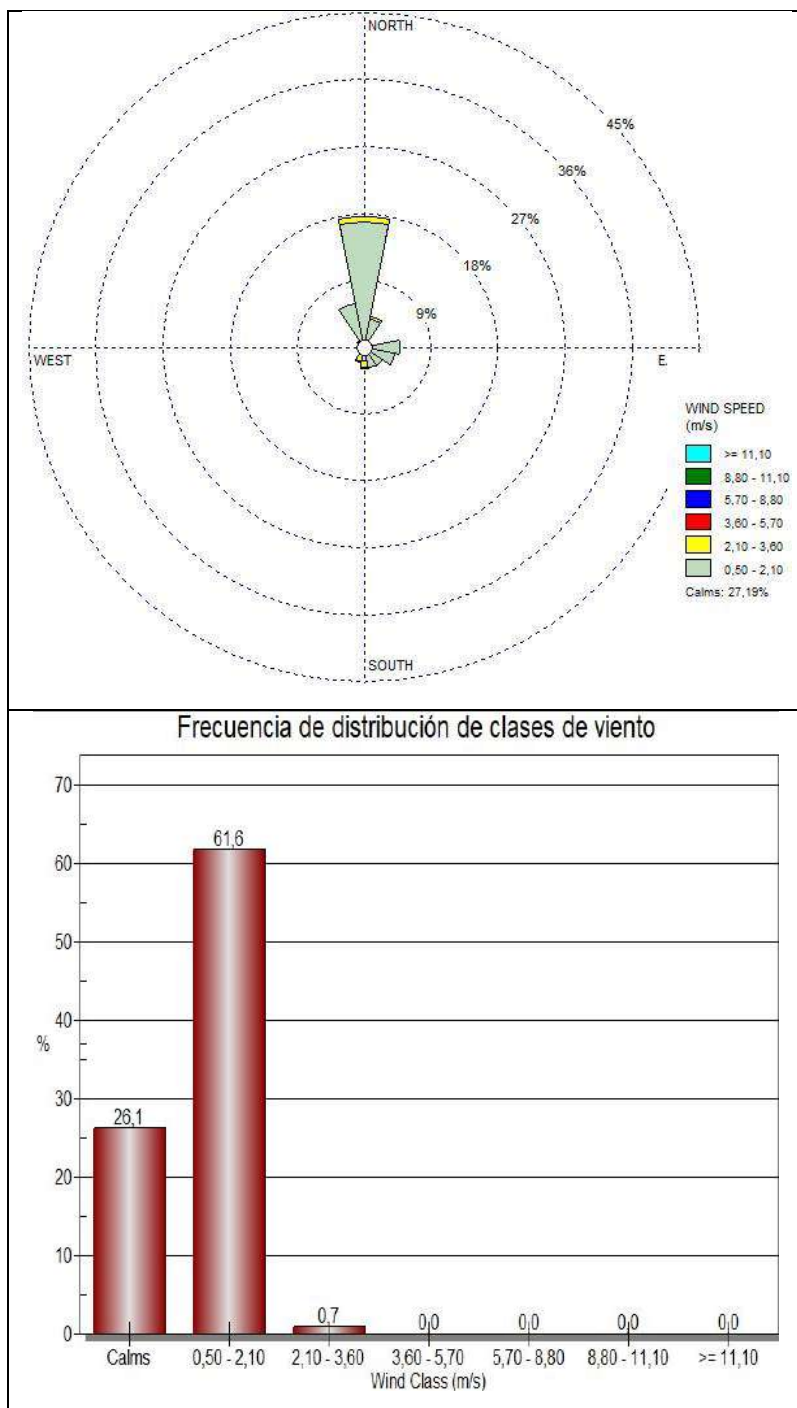


Figura 3-19 Rosa del viento, Estación Viña del Mar, año 2017.
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

3.2.4.2.4 Ciclos estacionales estación Viña del Mar

Desde la Figura 3-20 a la Figura 3-24 se resume el comportamiento estacional o durante un año calendario de las variables meteorológicas, donde en el eje vertical se ubican los meses, desde Enero (1) hasta Diciembre (12) y en el eje horizontal se ubican las horas del día, desde la hora 1 hasta la hora 24. Luego para cada mes cada intersección con la columna de las horas corresponde al valor promedio de la variable en cada hora. Además, para el ciclo estacional del viento a cada hora se incluye una flecha que ilustra la dirección de viento predominante, desde donde viene el viento y la punta de la flecha hacia donde se dirige.

El ciclo estacional del viento presentado en la Figura 3-20 muestra que en el general las mayores velocidades del viento del año 2017 se producen durante la tarde con direcciones provenientes desde el Norte en la mayoría de los casos. Las máximas intensidades del viento se producen en los meses estivales, desde Septiembre a Febrero, entre las 13:00 y 18:00 horas, siendo más altas en los meses de Septiembre y Enero con máximas cercanas a 1,9 m/s en promedio, valores de intensidad de viento relativamente bajos en comparación a otros lugares costeros. Las menores velocidades promedios de viento se registran en la noche y durante la madrugada con valores menores a 0,5 m/s siendo más bajos entre los meses de Septiembre a Febrero. Durante la noche y la madrugada las direcciones de viento provienen mayoritariamente desde el Este.

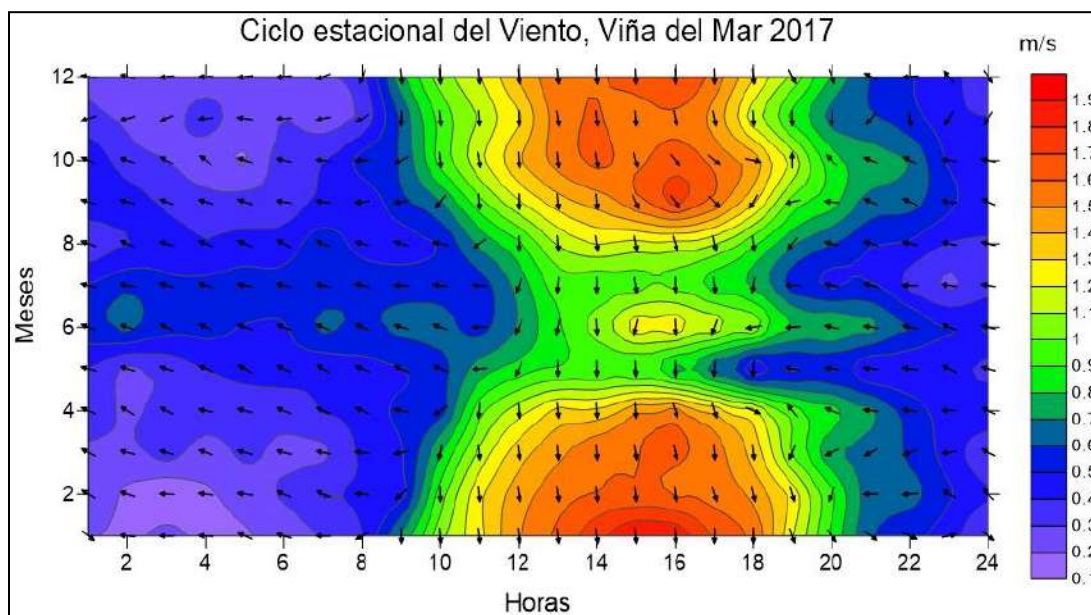


Figura 3-20 Ciclo estacional del viento, Estación Viña del Mar - 2017
Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

De acuerdo a la Figura 3-21, se aprecia un marcado ciclo estacional de la temperatura para el año 2017. Los meses estivales presentan las mayores temperaturas durante las tardes observándose un máximo en torno a las 17:00 horas del mes de Enero cercano a 25°C en promedio para ese mes. Durante los meses de Mayo a Agosto las temperaturas máximas se registran alrededor de las 16:00 con valores cercanos a 17°C. Las temperaturas promedio menores se presentan durante las primeras horas de la mañana, entre 06:00 y 09:00, siendo menores entre los meses de Junio y Julio con un valor cercano a 7°C a las 08:00 horas.

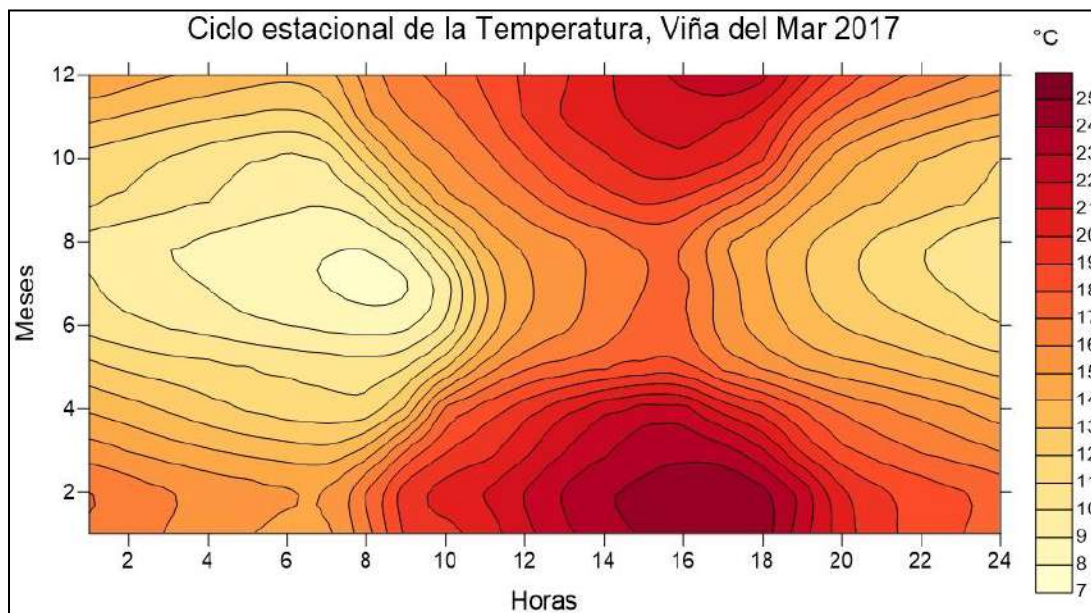


Figura 3-21 Ciclo estacional de la temperatura, Estación Viña del Mar - 2017

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

De acuerdo a la Figura 3-22, el ciclo estacional de la humedad relativa para el año 2017 muestra un comportamiento inverso al ciclo de la temperatura, con máximos durante la madrugada y la mañana, entre 02:00 y 09:00, siendo más altos en los meses de Mayo a Agosto, con valores de humedad cercanos a 90% en promedio. Las humedades más bajas del día ocurren siempre en las tardes, a las horas de mayor temperatura siendo en meses de verano los valores más bajos del año llegando a 48% de humedad en Enero y a valores de 60% en meses de invierno (Mayo a Julio).

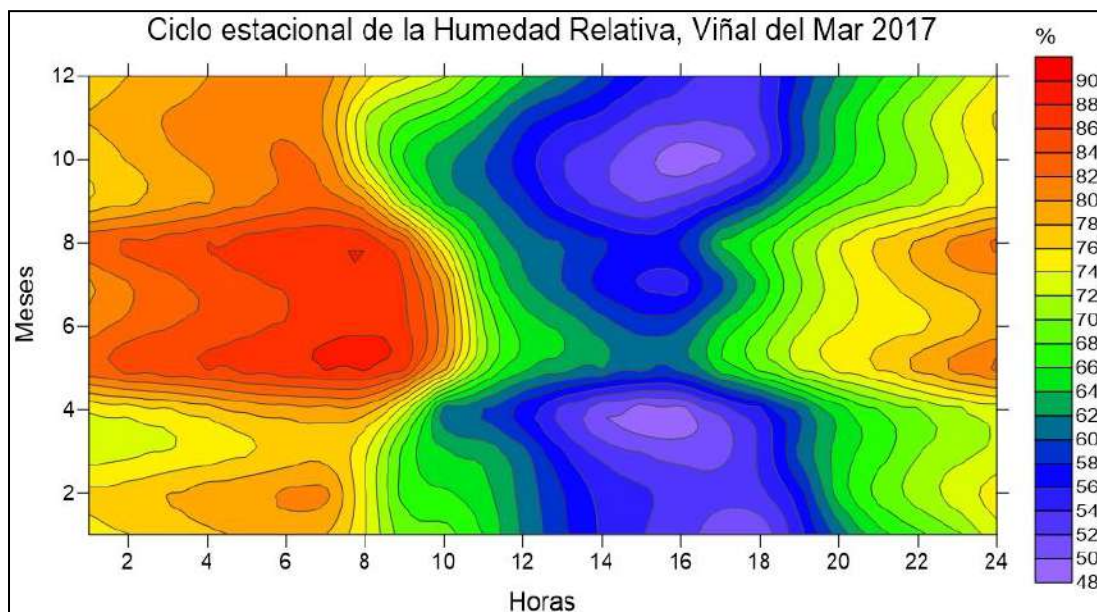


Figura 3-22 Ciclo estacional de la humedad relativa, Estación Viña del Mar - 2017

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

De acuerdo a la Figura 3-23, el ciclo estacional de la radiación solar para el año 2017 muestra mayores valores en horas de la tarde entre 13:00 y 15:00, específicamente en los meses estivales (Septiembre a Marzo). Durante los meses de invierno el número de horas con radiación se reduce, así como también la magnitud de la radiación recibida en la estación. En verano la radiación promedio máxima es de 1100 W/m^2 en Enero, con un rango de 900 W/m^2 a 1100 W/m^2 , en cambio en meses de invierno los máximos promedios son cercanos a 300 W/m^2 y durante meses de otoño y primavera los máximos diarios son cercanos a 600 W/m^2 .

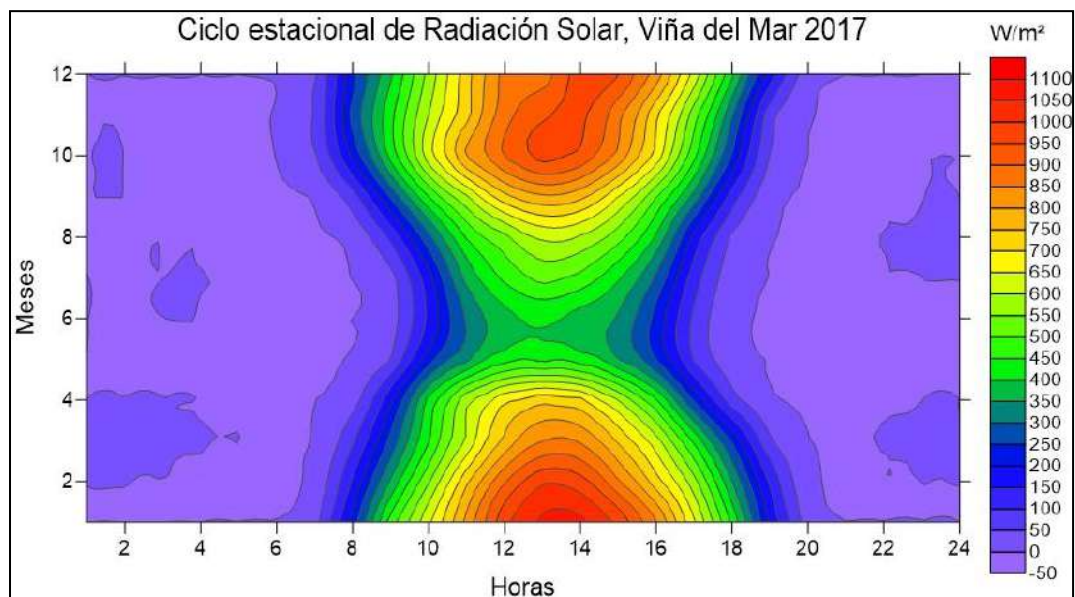


Figura 3-23 Ciclo estacional de la radiación solar, Estación Viña del Mar - 2017

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

De acuerdo a la Figura 3-24, el ciclo estacional de la presión atmosférica está bien definido, pero con una baja variabilidad. Los mayores valores de presión se registran en los meses de Julio a Septiembre, es decir meses de invierno, con valores cercanos a 1013 hPa. Los valores más bajos de presión se registran en los meses de verano, es decir de Diciembre a Marzo, con valores cercanos a 1003 hPa. Durante el día promedio de cada mes, los valores más altos de presión ocurren alrededor de mediodía, entre 10:00 y 14:00, y en la noche entre 21:00 y 01:00.

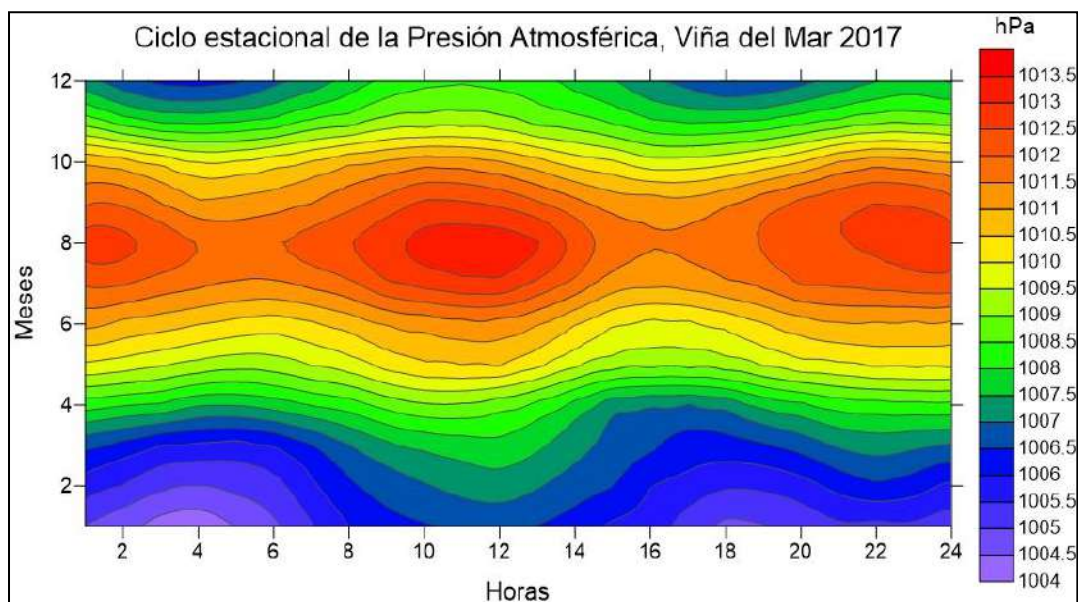


Figura 3-24 Ciclo estacional de la Presión atmosférica, Estación Viña del Mar - 2017

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

3.2.4.3 Caracterización meteorológica Estación Las Salinas

La estación meteorológica Las Salinas fue instalada en Febrero de 2018, hasta la fecha de elaboración del presente informe, hay disponibles datos desde el 2 de febrero al 30 de agosto, es decir 7 meses. Se debe señalar que esto es coherente con lo indicado en el punto 3.2 de la Guía “Calidad del Aire en el Área de Influencia de Proyectos que Ingresan al SEIA” (Servicio de Evaluación Ambiental, 2015), donde se establece un monitoreo mínimo de 6 meses en la condición más desfavorable para la dispersión atmosférica, la cual coincide con el período de menores intensidades de viento. Considerando el análisis realizado en la estación Viña del Mar, éste correspondería al período comprendido entre los meses de Abril a Agosto, el cual estaría comprendido en el monitoreo realizado en Las Salinas.

La Tabla 3-4 presenta un resumen de datos disponibles en la estación Las Salinas para el año 2018.

Tabla 3-4: Resumen de datos horarios válidos disponibles, estación Las Salinas

Parámetro	Nº datos válidos disponibles	% período datos válidos	% anual datos válidos
Velocidad de viento	5.046	100	57,6
Dirección de viento	5.046	99,6	57,4
Temperatura	5.046	100	57,6
Humedad	5.046	100	57,6
Radiación Solar	5.046	100	57,6
Presión Atmosférica	5.046	100	57,6

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

3.2.4.3.1 Series de tiempo estación Las Salinas

En el análisis, se utilizaron los datos horarios obtenidos de la Estación Las Salinas para el período Febrero-Agosto de 2018.

Los gráficos de la serie temporal presentados a continuación corresponden a 7 meses, incluyendo el período Mayo a Julio, que corresponden al de menor dispersión.

3.2.4.3.1.1 Serie de Velocidad y Dirección del Viento

La serie de tiempo de la velocidad del viento de la Figura 3-25 muestra para el período Febrero-Agosto de 2018, velocidades del viento son mayores en Febrero-Marzo respecto a los meses posteriores, excepto en algunos días asociados a sistemas frontales con precipitaciones y fuerte viento. Los valores fluctúan entre 0,0 y 6,3 m/s, con un bajo promedio de velocidad para el período de 1,4 m/s. Sin embargo, este promedio es mayor al registrado en la estación Viña del Mar de 0,83 m/s.

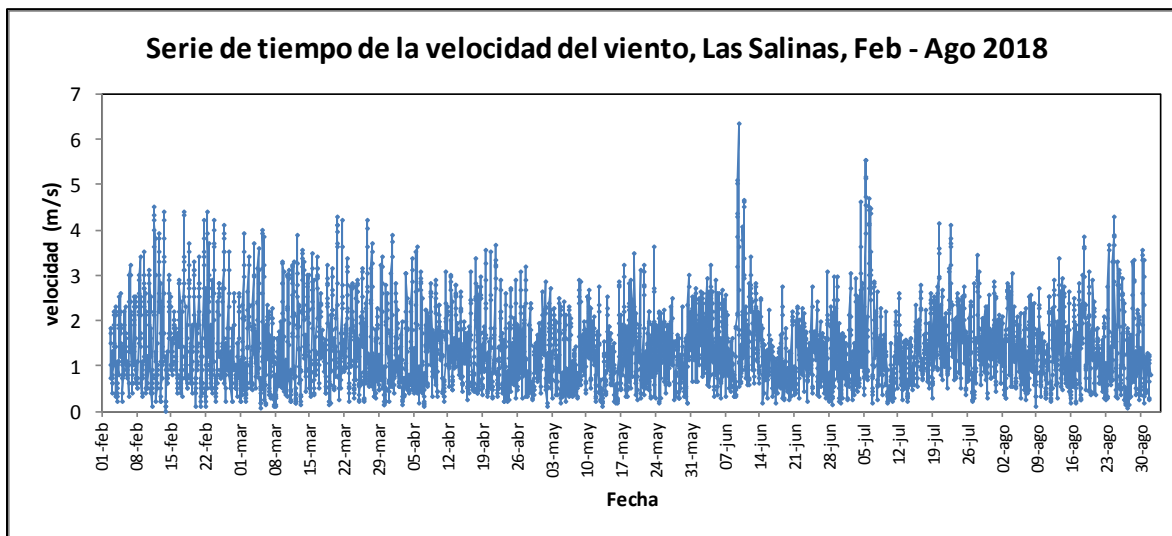


Figura 3-25 Serie de registros horarios de velocidad del viento, Est. Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

La serie de tiempo de la dirección del viento de la Figura 3-26 muestra para los meses de Febrero a Agosto de 2018 dos componentes principales de viento, una primera componente de vientos de procedencia desde Noroeste (NO), es decir entre 300° - 330° , y una segunda componente de vientos desde el Sureste (SE) entre 120° - 150° . Durante días con paso de sistemas frontales hay mayor predominio de la componente Norte.

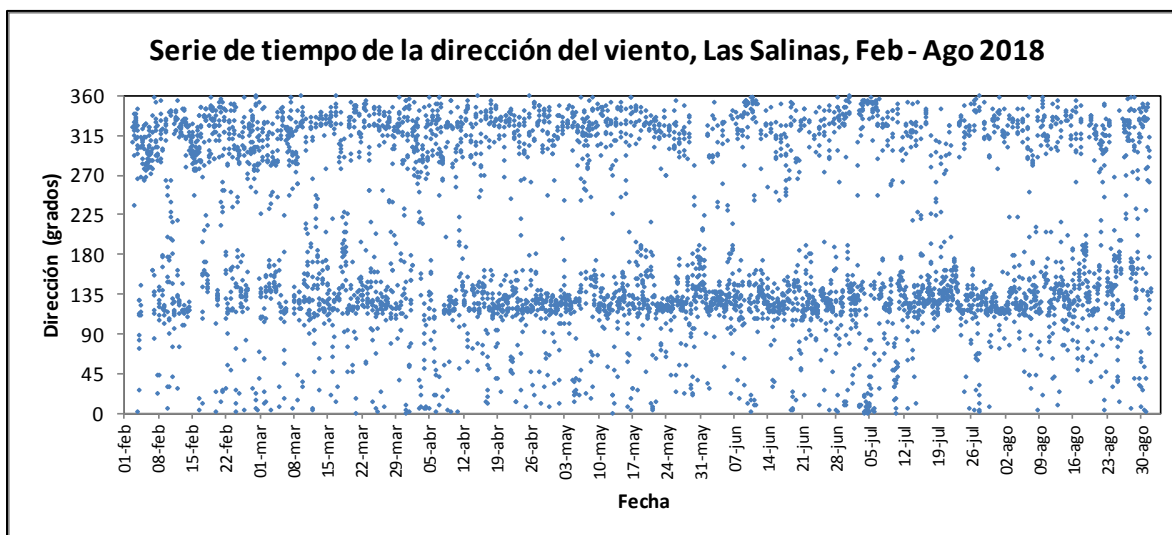


Figura 3-26 Serie de registros horarios de dirección del viento, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018.

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

3.2.4.3.1.2 *Serie de Temperatura*

La serie de tiempo de la temperatura de la Figura 3-27, muestra para los meses de Febrero a Agosto un descenso de las temperaturas máximas desde Febrero hasta fines de Abril. Las temperaturas máximas son cercanas a 30°C durante algunos días de Febrero y Marzo. Las temperaturas mínimas son cercanas a 2°C, con mayor frecuencia desde fines de Mayo. El valor promedio de temperatura para los 7 meses es de 13,0°C.

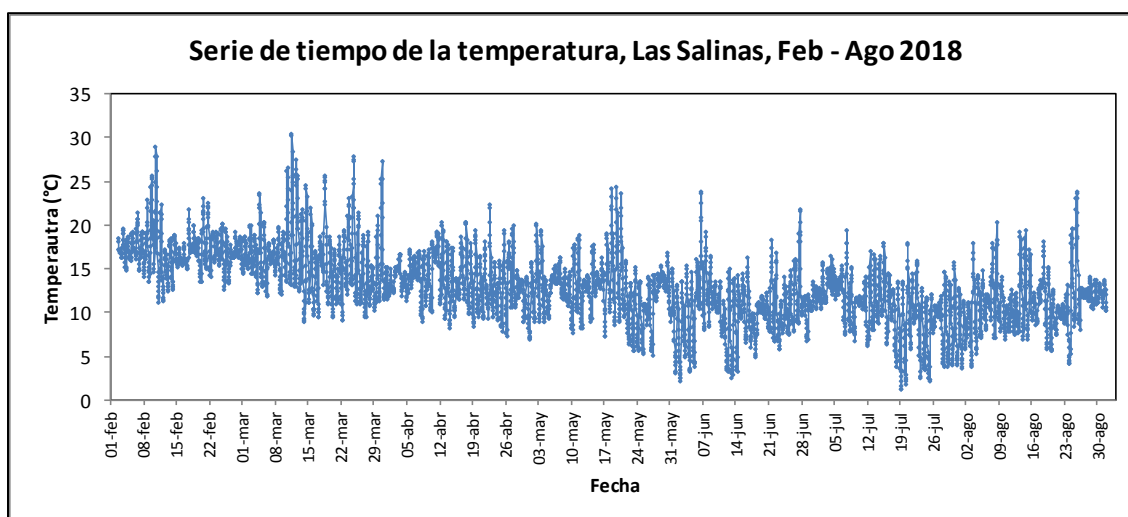


Figura 3-27 Serie de tiempo para registros horarios de temperatura, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018
Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

3.2.4.3.1.3 *Serie de Humedad Relativa*

La serie de tiempo de la humedad relativa presentada en la Figura 3-28 muestra que durante los meses de Febrero a Julio se alcanzan valores elevados de humedad, superiores a 90% con valores más bajos cercanos a 20% durante algunos días en cada uno de los meses. El promedio de humedad relativa fue 81,1%.

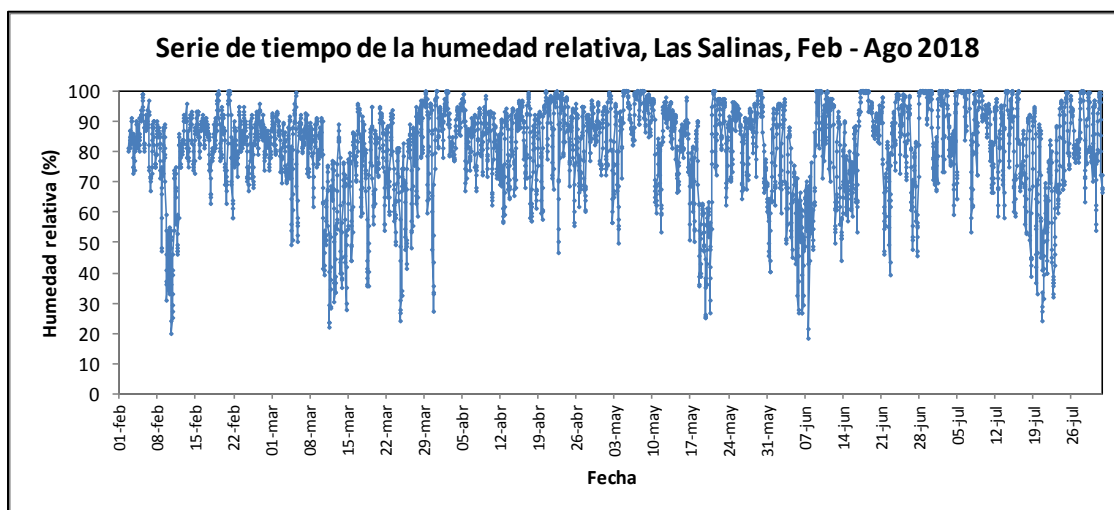


Figura 3-28 Serie de tiempo para registros horarios de humedad relativa, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018
Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

3.2.4.3.1.4 *Serie de Radiación Solar Global*

La serie de tiempo de radiación presentada en la Figura 3-29 muestra un marcado descenso de las máximas diarias desde valores cercanos a 750 W/m² a comienzos de Febrero a valores cercanos a 330 W/m² en Junio, sin considerar días cubiertos (alta nubosidad) o con precipitaciones con máximas menores a 100 W/m². Los valores máximos son menores a los registrados en Viña del Mar y a lo esperado para la zona, lo cual indica una posible falla en el sensor que estaría subestimando en al menos un 30% los valores.

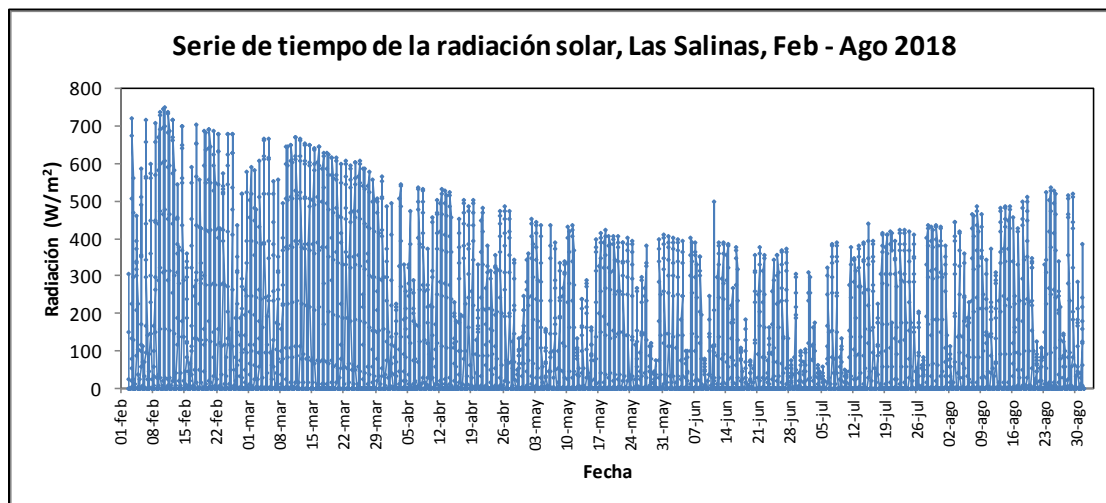


Figura 3-29 Serie de tiempo para registros horarios de radiación solar, Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018
Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

3.2.4.3.1.5 *Serie de Presión Atmosférica*

La Figura 3-30 muestra para la presión atmosférica escasa variabilidad a lo largo del período. El valor medio de presión es 1016 hPa, un mínimo de 1008 hPa y un máximo de 1028 hPa.

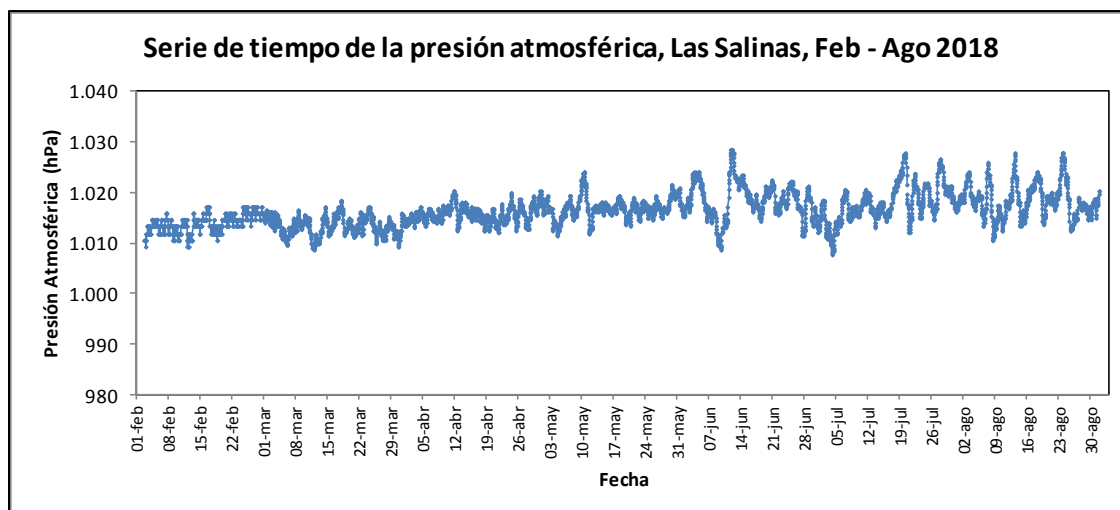


Figura 3-30 Serie de tiempo para registros horarios de presión atmosférica, Est. Las Salinas, Feb-Ago 2018
Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

3.2.4.3.1.6 Serie de Precipitación diaria

La Figura 3-31 presenta la serie de precipitaciones diarias entre Febrero y Agosto de 2018. Entre Febrero y Abril no hubo días con precipitación, siendo el 29 de Mayo el inicio de la temporada de lluvias en la zona. El mayor evento se registró entre el 9 y 11 de Junio con 67,4 mm de agua caída. El total acumulado hasta el 30 de Agosto es 178 mm, menor a lo esperado para el acumulada en la estación Rodelillo de la DMC (código 330007) ².

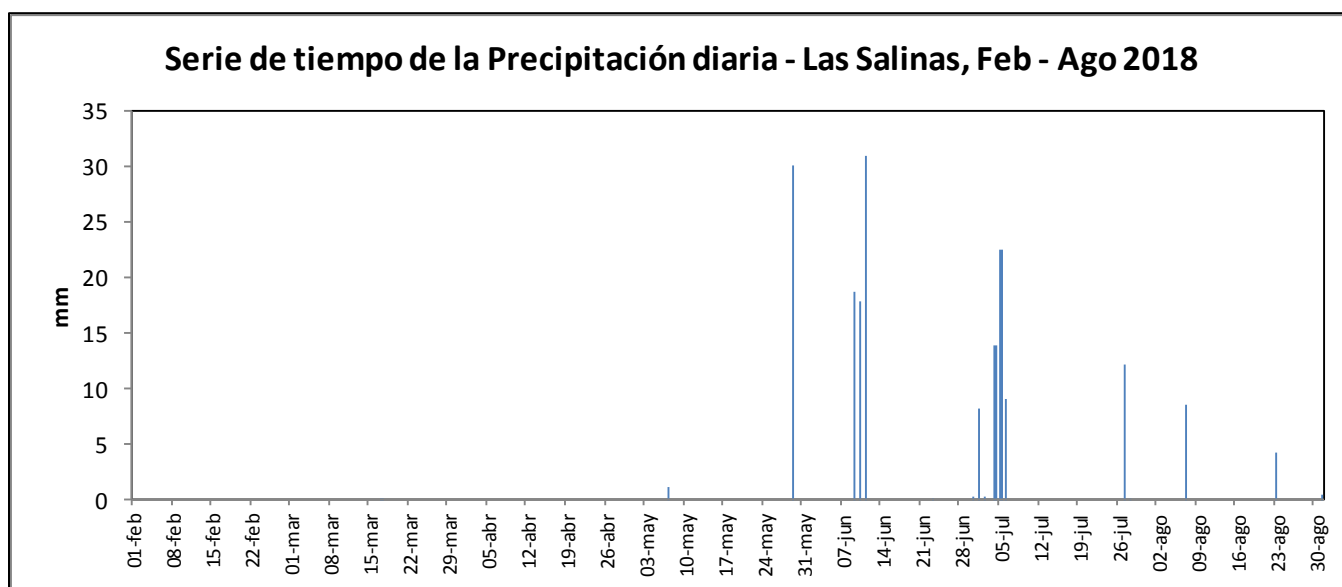


Figura 3-31 Serie de tiempo para registros diarios de precipitación, Est. Las Salinas, Feb-Ago 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

3.2.4.3.2 Ciclos diarios estación Las Salinas

A continuación, se muestra un análisis de los ciclos diarios de las variables meteorológicas medidas en la Estación Las Salinas para el período Febrero a Agosto de 2018. Cada ciclo considera tres curvas: Media para el comportamiento de los valores promedio, Percentil 5% y Percentil 95%.

En la Figura 3-32 se observa el ciclo diario de la velocidad del viento. En promedio, se observa un ciclo con mayores velocidades durante las tardes con un máximo de 2,4 m/s alrededor de las 15:00. Desde las 22:00 hasta las 09:00 de la mañana siguiente los valores se mantienen cercanos a 1,0 m/s. Para la curva del percentil 95%, los máximos en las tardes son cercanos a 3,9 m/s y los mínimos cercanos a 1,7 m/s al finalizar el día. Además, se aprecia que durante las tardes los valores máximos del percentil 5% son cercanos a 1,0 m/s entre 13:00 y 16:00 y los mínimos cercanos a 0,2 m/s desde las 19:00 hasta las 08:00 de la mañana del día siguiente. Los valores de viento del ciclo diario de Las Salinas son mayores a los registrados en Viña del Mar.

² Ver informe de precipitación para Rodelillo en <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/index/productos/RE2009/330007>

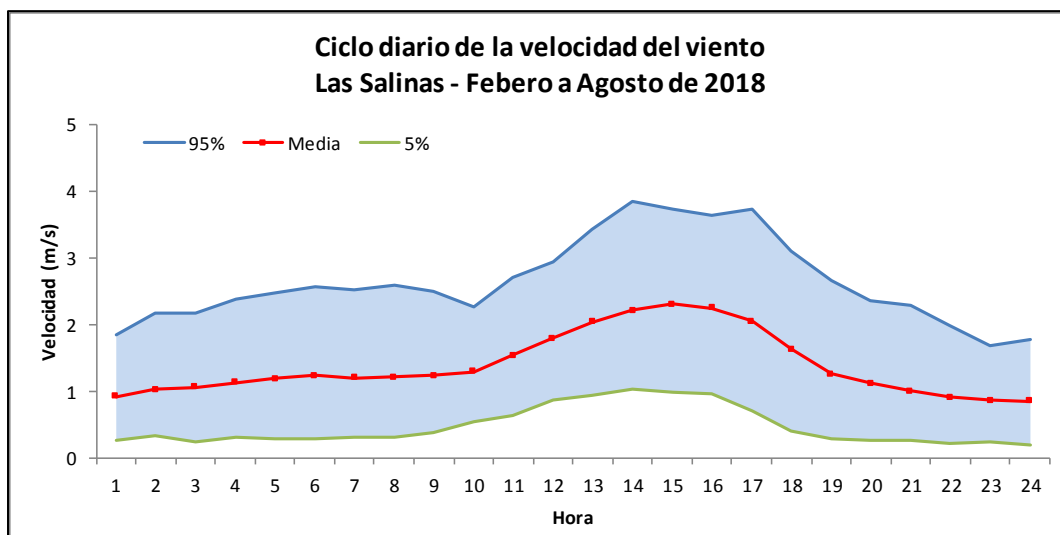


Figura 3-32 Ciclo diario de los promedios horarios de la velocidad del viento, Est. Viña del Mar, Feb-Ago 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

La Figura 3-33 muestra el ciclo diario de la dirección de viento expresado como porcentaje de ocurrencia para los 16 sectores principales durante las horas del día. Para el período Febrero a Agosto de 2018 se puede observar que la dirección predominante o principal, desde donde viene el viento, se presenta durante el período diurno, entre las 10:00 y las 20:00 con vientos desde el Noroeste (NO) alcanzando frecuencias máximas cercanas a 46% alrededor de las 11:00 y alrededor de las 16:00. Por otro lado, se aprecia una componente secundaria de la dirección del viento desde el Sureste (SE) entre 22:00 y 06:00 con frecuencias máximas cercanas a 46%.

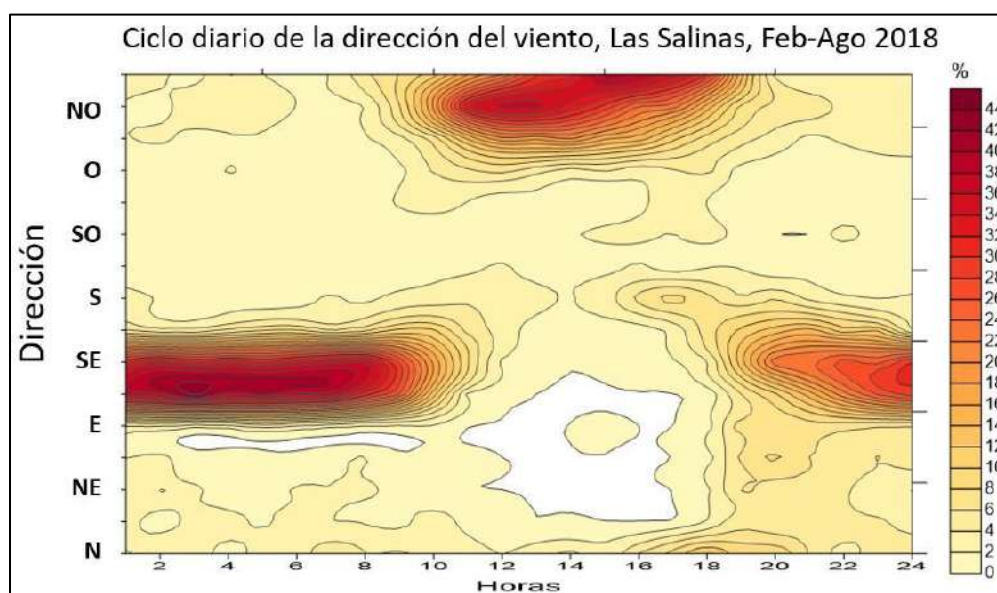


Figura 3-33 Ciclo diario de la dirección del viento, porcentaje de ocurrencia, Est. Las Salinas, Feb-Ago 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

El ciclo diario de la temperatura para el período Febrero a Agosto de 2018 presentado en la Figura 3-34 muestra un comportamiento con una amplitud térmica con diferencias cercanas a 13°C entre las curvas del percentil 5% y 95%, tanto durante las horas de menor temperatura como en las horas de mayor temperatura. Para la curva de los valores promedios, entre las 07:00 y 08:00 horas se presenta una mínima matutina cercana a los 10,5 °C (temperatura media), y una máxima por la tarde cerca de las 17:00 horas de 16,7 °C. Los valores máximos para la curva del percentil 95% son cercanos a 22°C entre 16:00 y 17:00, en cambio las temperaturas mínimas son cercanas a 16°C durante la madrugada. Los valores mínimos de la curva del percentil 5% son cercanos a 3,5°C alrededor de las 08:00 de la mañana y los máximos cercanos a 11°C entre 13:00 y 17:00.

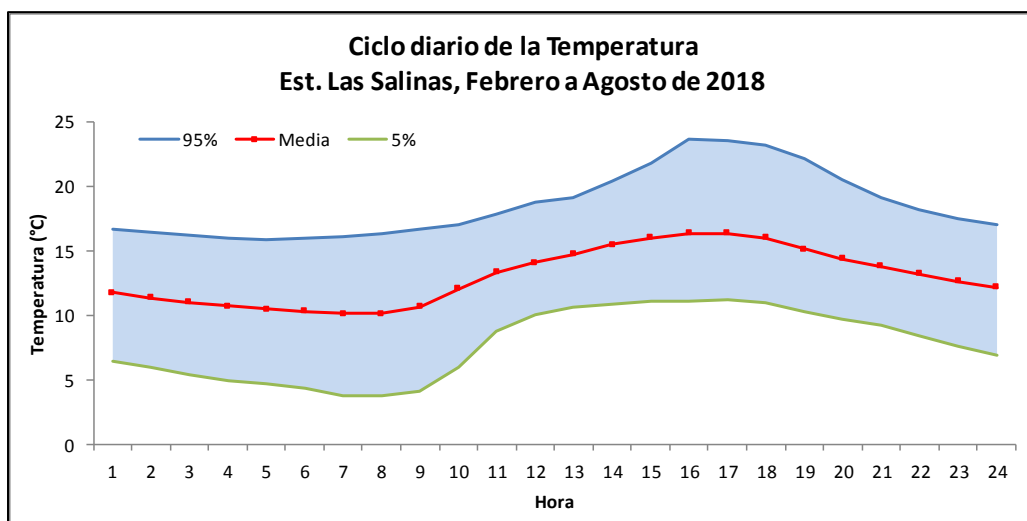


Figura 3-34 Ciclo diario de los promedios horarios de la temperatura, Est. Las salinas, Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

Por otro lado, el ciclo diario de la humedad relativa para el período Febrero a Agosto de 2018 presentado en la Figura 3-35 muestra un ciclo contrario al ciclo de la temperatura con una amplitud entre la curva de percentil 5% y 95% cercana a 30% durante la madrugada a las horas de mayor humedad y cercana a 60% durante la tarde a las horas de mayor temperatura y menor humedad. La curva del ciclo promedio muestra los mayores valores de humedad durante la mañana cercanos a 88% y menores durante la tarde llegando hasta un 70% entre 16:00 y 17:00. En cambio, el ciclo del percentil 95% tiene valores de humedad cercanos a 100% durante la noche y madrugada disminuyendo hasta 94% en la tarde a las horas de mayor temperatura. El ciclo del percentil 5% registra los menores valores de humedad cercanos a 33% durante la tarde, en el mismo horario de los menores valores medios y del percentil 95%.

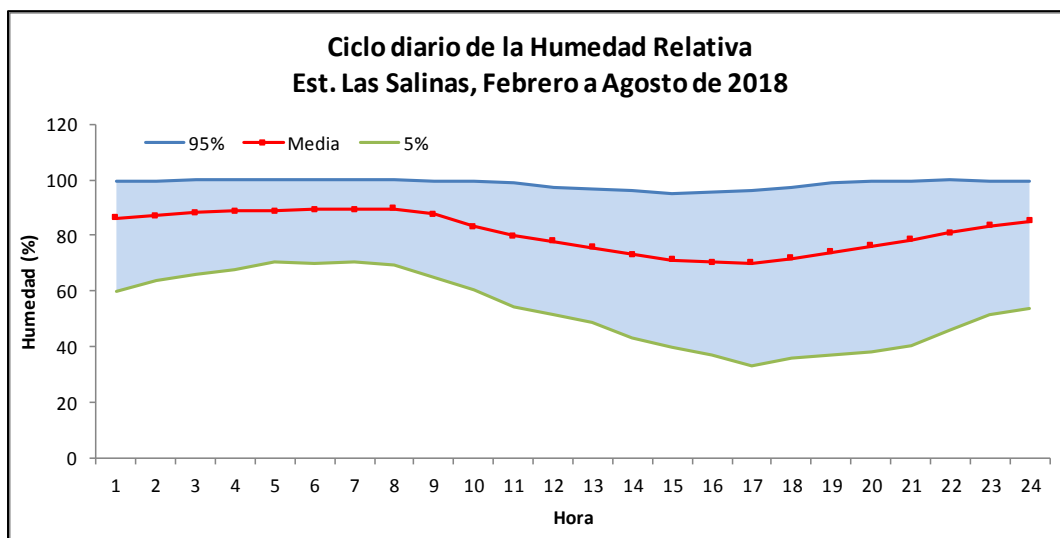


Figura 3-35 Ciclo diario de los promedios horarios de la humedad relativa, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018
Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

El ciclo diario de la radiación solar global para el periodo Febrero a Agosto de 2018 presentado en la Figura 3-36 muestra que entre las 07:00 y 20:00 horas se presentan valores mayores a cero de radiación total, en promedio. El máximo de radiación se presenta a las 14:00 horas del orden de 692 W/m² para ciclo del percentil 95% y 404 W/m² para la curva media. Durante las tardes, los valores de radiación de la curva del percentil 5% alcanzan máximos de 83 W/m². Los valores medios y del percentil 95% de radiación menores a los registrados en Viña del Mar confirman un mal funcionamiento del sensor de radiación.

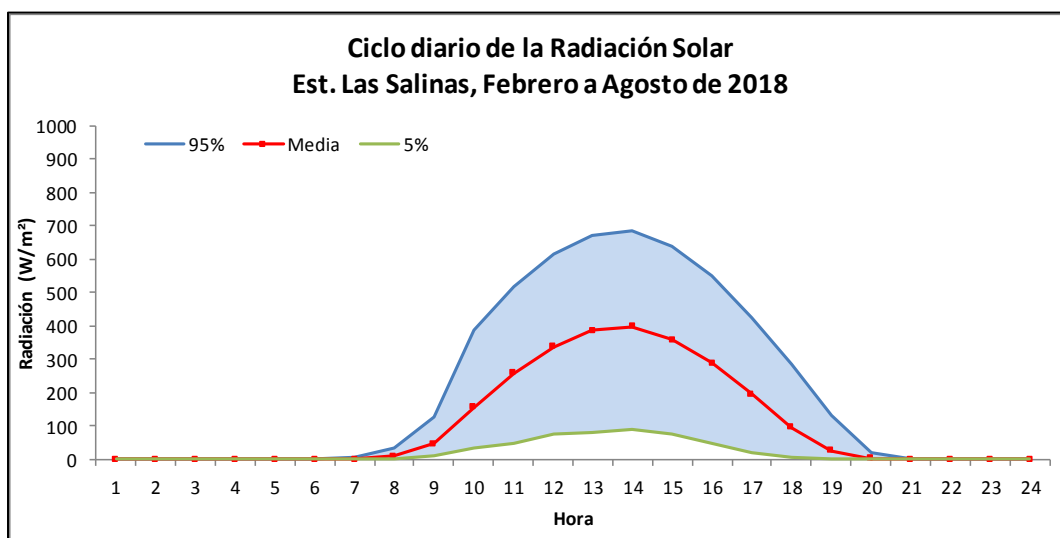


Figura 3-36 Ciclo diario de los promedios horarios de radiación, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018
Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas.

El ciclo diario de la presión atmosférica para el período Febrero a Agosto de 2018 presentado muestra un ciclo prácticamente plano para las tres curvas. Para los valores medios se observa con un leve aumento alrededor de mediodía y alrededor de las 22:00 horas con valores cercanos a 1017 hPa, durante el resto del día los valores son cercanos a 1015 hPa, entre la curva del percentil 95% y la curva del 5% se observa una diferencia de 10 hPa. Para la curva del percentil 95% los valores más altos de presión son cercanos a 1023 hPa y para la curva del 5% los valores más bajos son cercanos a 1011 hPa.

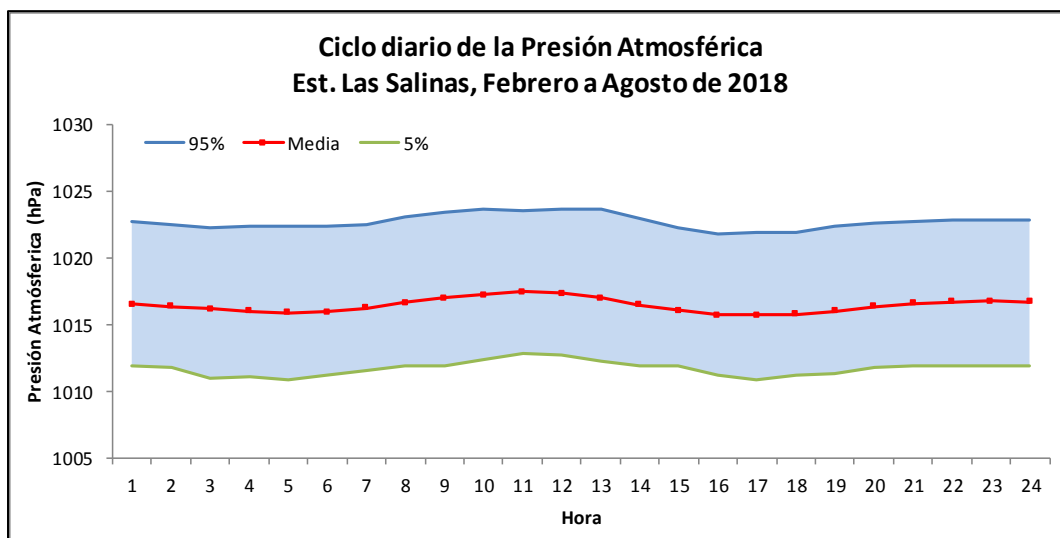


Figura 3-37 Ciclo diario de los promedios horarios de Presión Atmosférica, Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018
Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

3.2.4.3.2.1 Rosa de los vientos estación Las Salinas

La Figura 3-38 muestra para el período Febrero a Agosto de 2018 las rosas de distribución de frecuencia de dirección de vientos, para distintas clases de velocidades de viento y cuatro períodos del día, para ilustrar los cambios entre períodos diurnos y nocturnos.

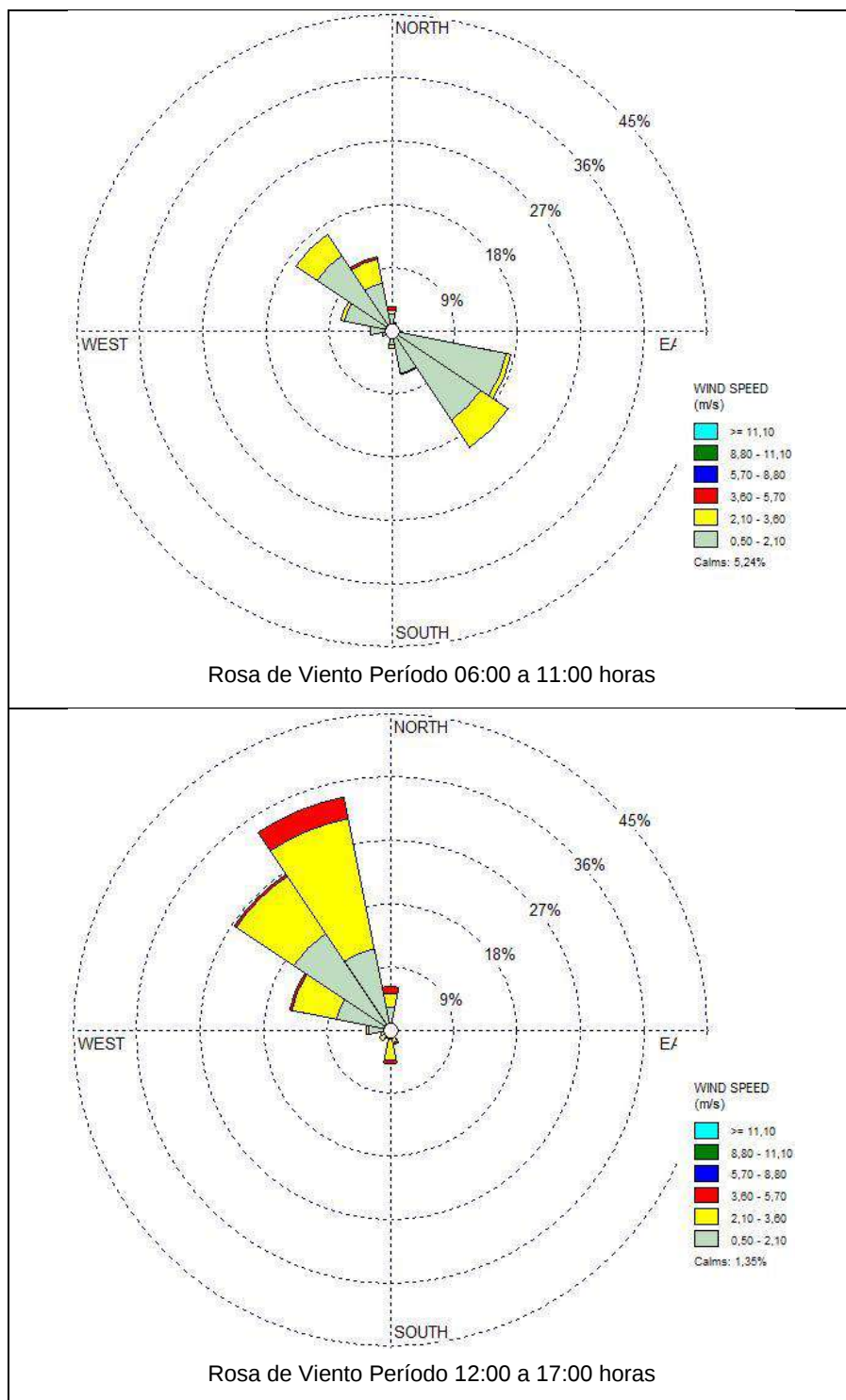


Figura 3-38 Rosa del viento, periodo diurno del ciclo diario, Est. Las Salinas, Febrero-Agosto 2018
Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

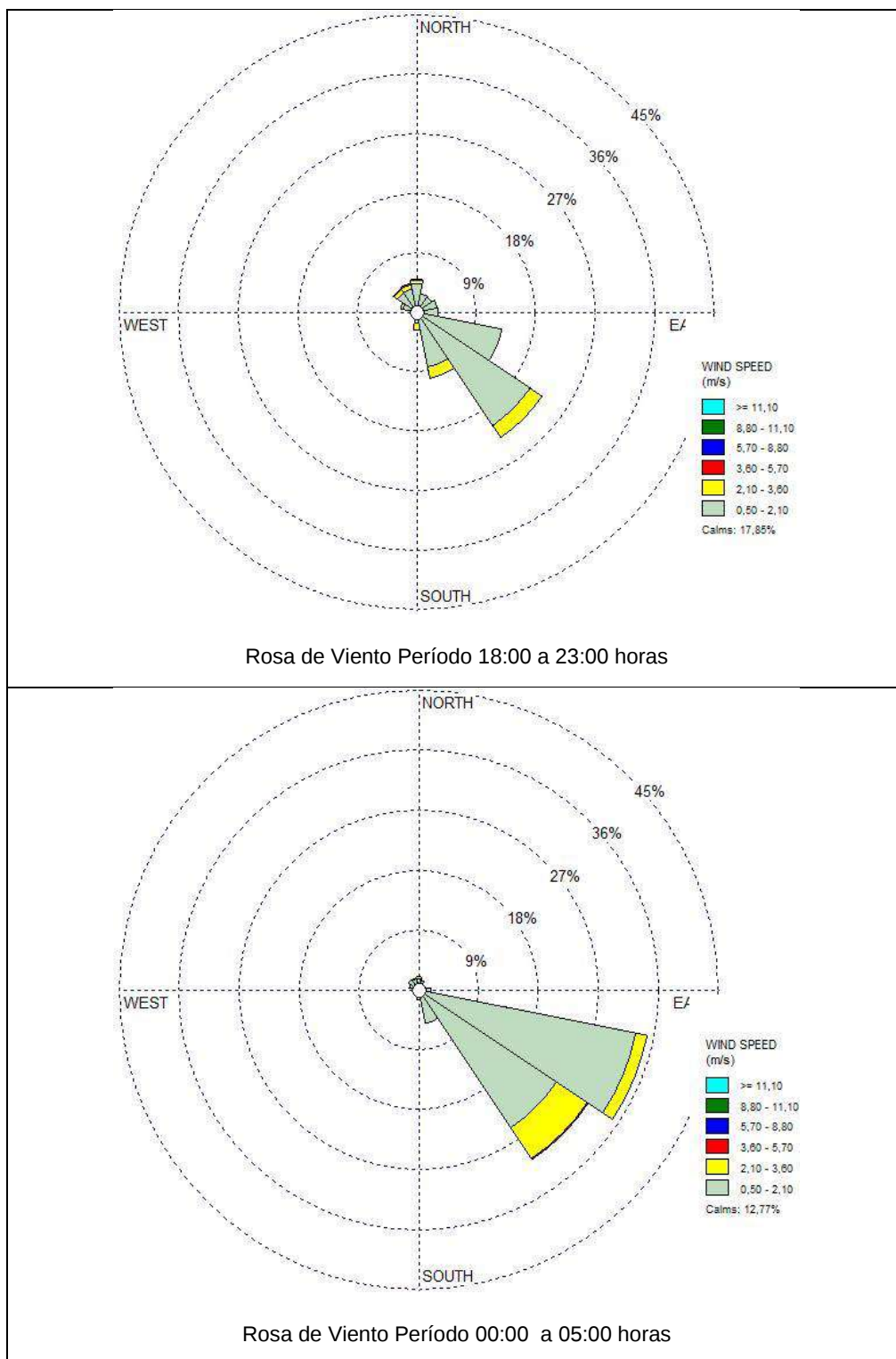


Figura 3-39 Rosa del viento, periodo nocturno del ciclo diario, Est. Las Salinas, Febrero-Agosto 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

Durante la madrugada, entre las 00:00 y 05:00 horas, hay un predominio de direcciones desde el cuadrante Este-Sur con un 35% de direcciones desde el Este-sureste (ESE) y un 31% de direcciones desde el Sureste (SE) y un 13% de calmas. Desde el cuadrante Oeste-Norte las direcciones no superan un 10%. Durante este período las velocidades máximas están en la clase 2,1 a 3,6 m/s.

En cambio, para el período 06:00 a 11:00 hay fuerte aumento de las direcciones desde el cuadrante Oeste-Norte alcanzando la mayor frecuencia el sector Nor-Noroeste (NNO) con un 20%, seguido del sector Noroeste (NO) con un 17%, las velocidades más altas son de la clase 3,6 a 5,7 m/s. Los sectores ESE y SE disminuyen su frecuencia a un 17% y 12% respectivamente con velocidades máximas en la clase 2,1 a 3,6 m/s. También hay una disminución del porcentaje de calmas a 5,5%.

Entre las 12:00 y las 17:00 horas se consolidan las componentes desde NNO y NO alcanzando frecuencias de 34% y 26% respectivamente, sumando la componente Oeste-noroeste (ONO) con un 15%, hay un aumento del porcentaje de velocidades máximas en la clase 3,6 a 5,7 m/s. El porcentaje de calmas baja a un 1,4% y las direcciones desde el cuadrante Este-Sur son cercanas a 1%.

Hacia la noche, entre las 18:00 y las 23:00 horas hay un aumento del porcentaje de calmas hasta un 16,5% y disminuyen las velocidades máximas a la clase de 2,1 a 3,6 m/s. Las direcciones desde el cuadrante Oeste-Norte pierde bruscamente su predominio bajando a menos de un 5% las frecuencias de cada sector. En cambio, los vientos desde el cuadrante Este-Sur comienzan a aumentar sus frecuencias, pero son menores a las registradas durante la madrugada, siendo mayor el sector SE con un 22%.

Al considerar toda la jornada y todo el período Febrero a Agosto, de acuerdo a lo presentado en la Figura 3-40, la componente SE de la dirección del viento es la de mayor ocurrencia (cerca de un 19% de los casos), seguida de la componente ESE con un 17% de los casos, las velocidades más altas para estos sectores son de la clase 2,1 a 3,6 m/s. Las componentes desde el sector NO y NNO tienen frecuencias cercanas a 12% y velocidades máximas de la clase 3,6 a 5,7 m/s.

En cuanto al gráfico de frecuencias por clase de intensidad de la Figura 3-40, se observa una distribución con mayores frecuencias (70,0%) en intensidades de viento en la clase entre los 0,5 a 2,1 m/s y en segundo lugar con 18,3% la clase 2,1 a 3,6 m/s, el porcentaje de calmas es 9,3%. Un 1,8% de los vientos tiene una intensidad mayor a 3,6 m/s.

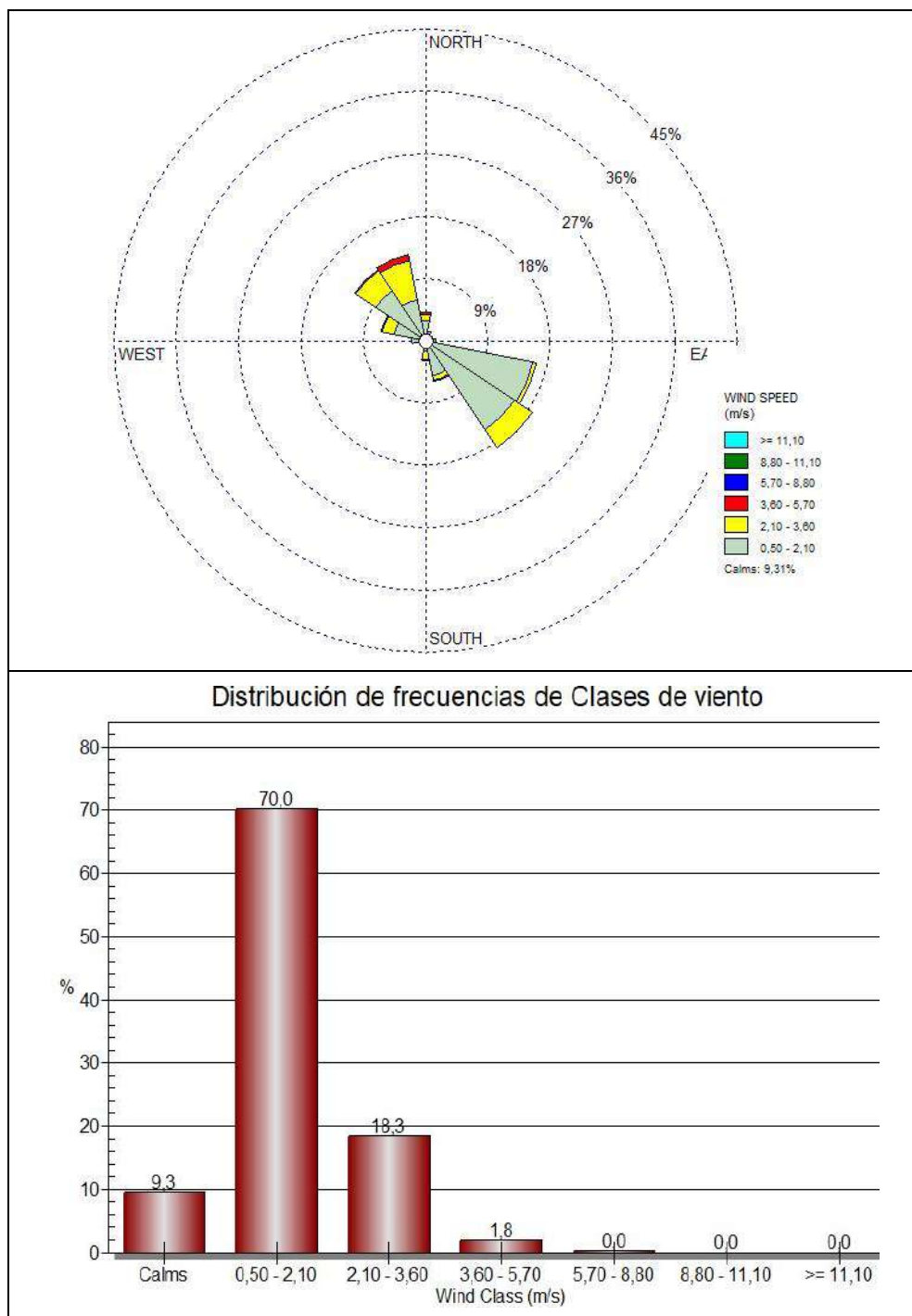


Figura 3-40 Rosa del viento, Est. Las Salinas, Febrero-Agosto 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

3.2.4.3.3 Ciclos estacionales estación Las Salinas

Desde la Figura 3-41 a la Figura 3-45 se resume el comportamiento estacional o durante un año calendario de las variables meteorológicas, donde en el eje vertical se ubican los meses, desde Febrero (2) hasta Agosto (8) y en el eje horizontal se ubican las horas del día, desde la hora 1 hasta la hora 24. Luego para cada mes, cada intersección con la columna de las horas corresponde al valor promedio de la variable en cada hora. Además, para el ciclo estacional del viento (Figura 3-41) a cada hora se incluye una flecha que ilustra la dirección de viento predominante, desde donde viene el viento y la punta de la flecha hacia donde se dirige.

El ciclo estacional del viento presentado en la Figura 3-41, muestra que en el general las mayores velocidades del viento, entre Febrero y Agosto de 2018, se producen durante la tarde con direcciones provenientes desde el Noroeste en la mayoría de los casos. Las máximas intensidades del viento se producen en los meses estivales, desde Febrero a Abril, entre las 13:00 y 18:00 horas con máximas cercanas a 3 m/s en promedio. Las menores velocidades promedios de viento se registran en la noche y durante la madrugada con valores menores a 1 m/s, siendo más bajos entre los meses de Febrero y Marzo. Durante la noche y la madrugada las direcciones de viento provienen mayoritariamente desde el Sureste. Entre Junio y Julio se aprecia un aumento de las velocidades durante la madrugada, asociado al aumento de las velocidades durante días con precipitaciones.

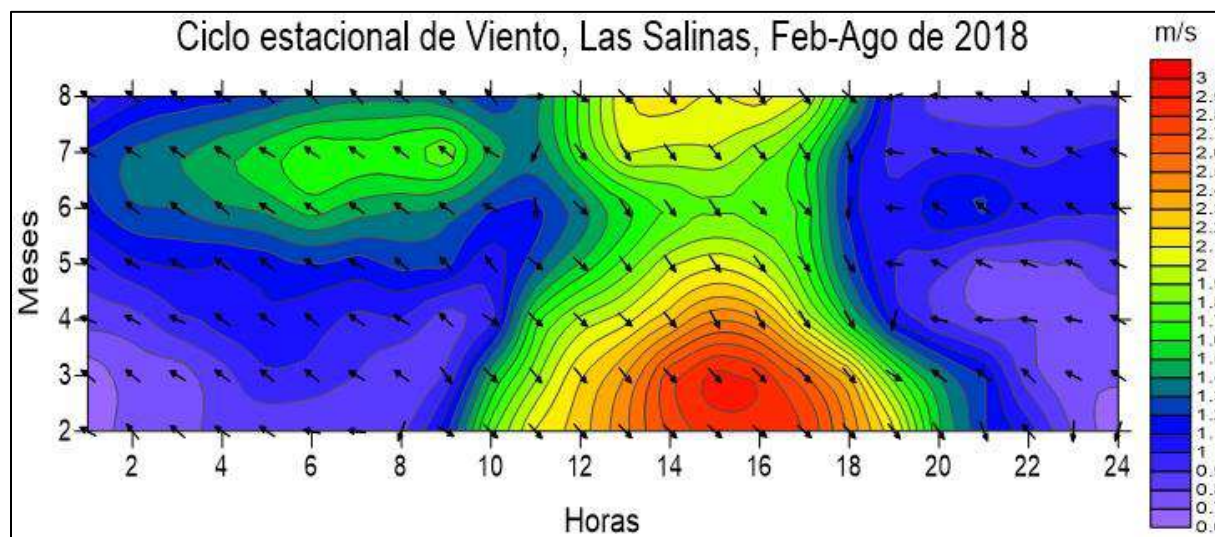


Figura 3-41 Ciclo estacional del viento, Estación Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

De acuerdo a la Figura 3-42, se aprecia un ciclo estacional de la temperatura para el período. Los meses estivales presentan las mayores temperaturas durante las tardes observándose un máximo en torno a las 17:00 horas del mes de Febrero cercano a 20,5°C en promedio. Desde Marzo en adelante se aprecia un descenso de las temperaturas máximas hasta valores cercanos a 14°C en Julio. Las temperaturas promedio menores se presentan durante las primeras horas de la mañana, entre 06:00 y 09:00, siendo menores entre los meses de Junio y Agosto con un valor cercano a 7°C a las 08:00 horas y mayores en Febrero con valor cercano a 12°C.

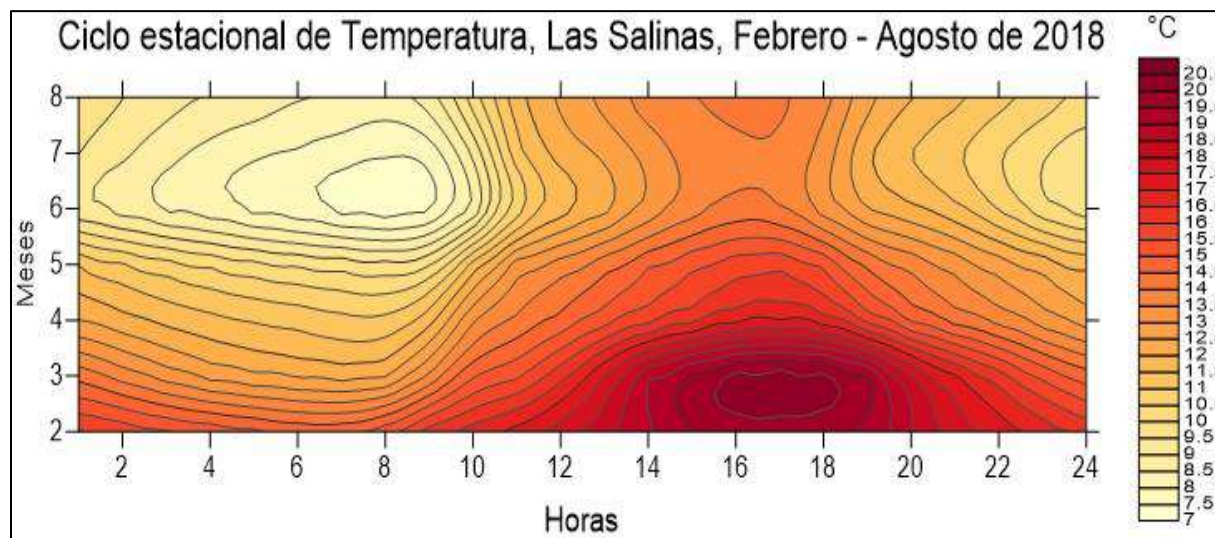


Figura 3-42 Ciclo estacional de la temperatura, Estación Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

De acuerdo a la Figura 3-43, el ciclo estacional de la humedad relativa para período muestra un comportamiento inverso al ciclo de la temperatura, con máximos durante la madrugada y la mañana, entre 02:00 y 09:00, siendo más altos en los meses de Abril a Agosto, con valores de humedad cercanos a 94% en promedio. Las humedades más bajas del día ocurren siempre en las tardes, a las horas de mayor temperatura siendo en meses de verano los valores más bajos del año llegando a 58% de humedad entre Febrero y Marzo. En cambio, en los meses de Mayo a Junio los valores más bajos son cercanos a 76%.

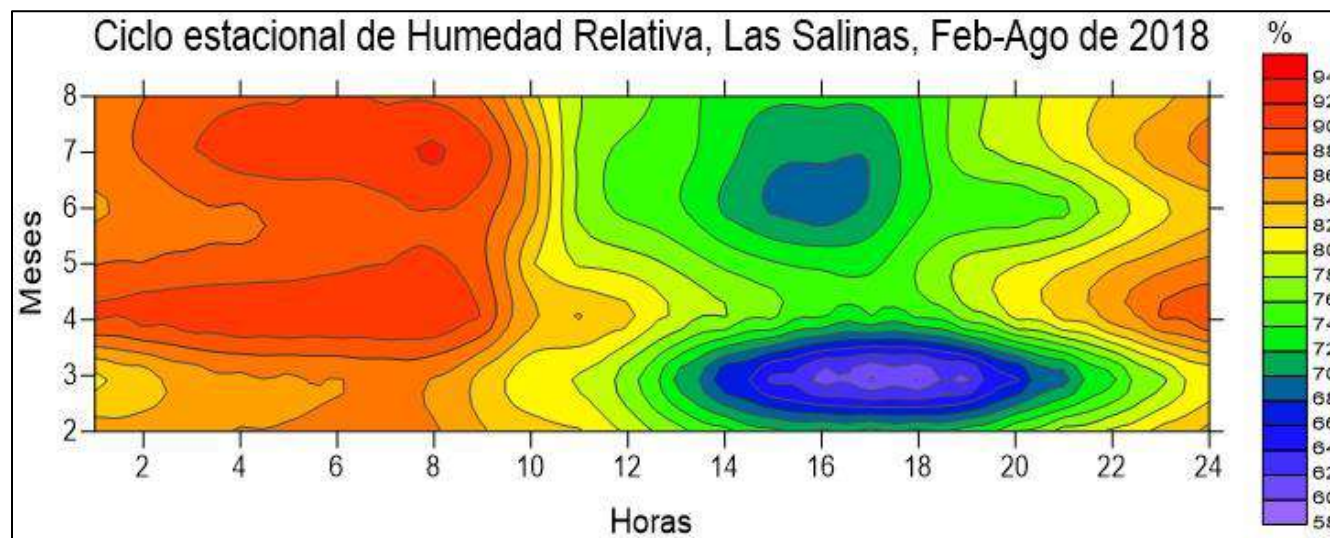


Figura 3-43 Ciclo estacional de la humedad relativa, Estación Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

De acuerdo a la Figura 3-44, el ciclo estacional de la radiación solar para el período Febrero a Agosto de 2018 muestra mayores valores en horas de la tarde entre 13:00 y 15:00, específicamente en los meses estivales (Febrero y Marzo). Durante los meses de invierno el número de horas con radiación se reduce, así como también la magnitud de la radiación recibida en la estación. En verano la radiación promedio máxima es de 580 W/m², en cambio en meses de otoño-invierno los máximos promedios son cercanos a 260 W/m². En la serie de tiempo de los valores horarios de radiación solar global, se mencionó que el sensor está subestimando en gran medida los valores esperados para la zona, lo cual explica los bajos valores del ciclo estacional para Las Salinas, en cambio en Viña del Mar los máximos promedios son cercanos a 1000 W/m².

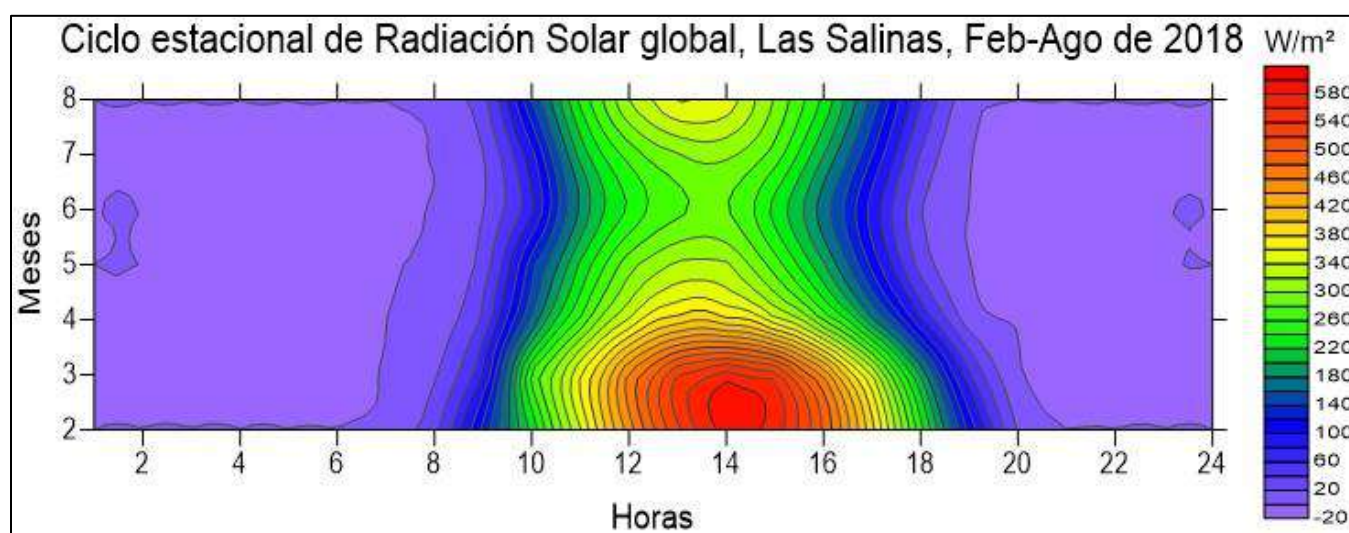


Figura 3-44 Ciclo estacional de la radiación solar, Estación Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

De acuerdo a la Figura 3-45, el ciclo estacional de la presión atmosférica está bien definido, pero con una baja variabilidad. Los mayores valores de presión se registran en los meses de Junio a Agosto, es decir meses de invierno, con valores cercanos a 1019 hPa. Los valores más bajos de presión se registran en los meses de verano, entre Febrero y Marzo, con valores cercanos a 1012 hPa. Durante el día promedio de cada mes, los valores más altos de presión ocurren alrededor de mediodía, entre 10:00 y 14:00, y en la noche entre 21:00 y 01:00.

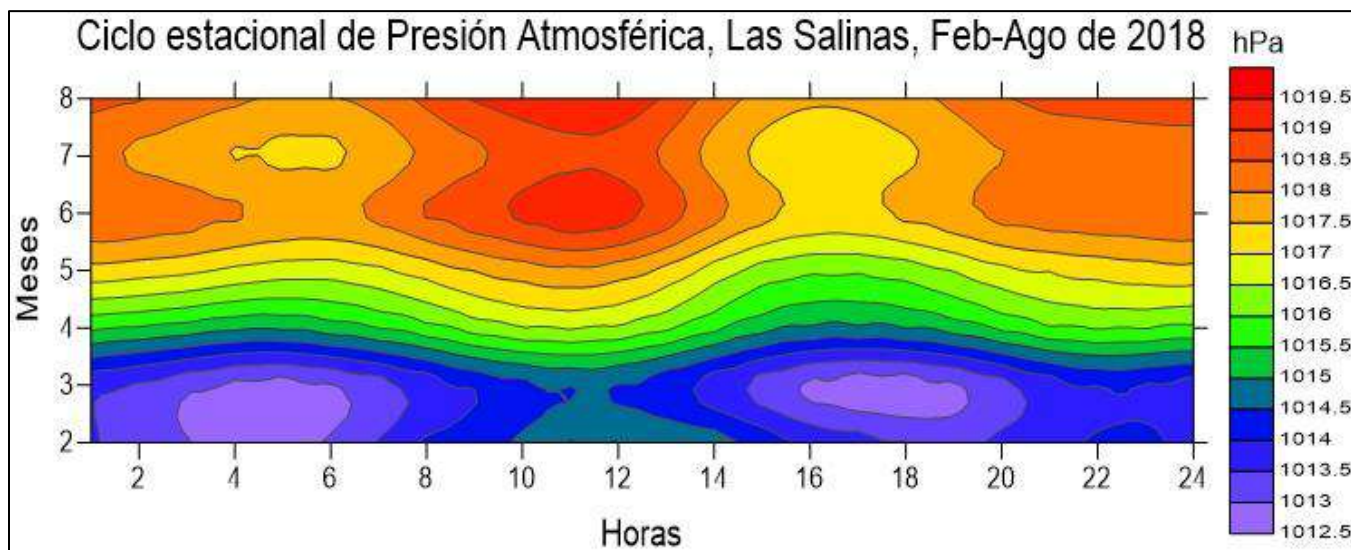


Figura 3-45 Ciclo estacional de la Presión atmosférica, Estación Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de estación Las Salinas

3.2.5 Conclusiones

El área de estudio de los componentes clima y meteorología, se ubica en la comuna de Viña del Mar en la Región Valparaíso, la cual según la clasificación de Köppen, está bajo un predominio del Clima Templado cálido con estación seca prolongada de 7 a 8 meses y gran nubosidad. La nubosidad y la cercanía con la costa definen una amplitud térmica de 10°C aproximadamente. El régimen pluviométrico es básicamente de origen frontal, manifestándose mayormente en los meses de Mayo a Agosto, cuando precipita el 80% del total anual.

Las estaciones meteorológicas más cercanas al Proyecto, emplazadas al interior del área de estudio, corresponden a las estaciones Viña del Mar y Las Salinas. La estación Viña del Mar fue instalada en el año 2004 y pertenece al Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA). Por otro lado, la estación Las Salinas fue instalada en Febrero de 2018 por el Titular, con el fin de registrar datos meteorológicos *in situ* que permita una mejor caracterización de la Línea de Base del Proyecto.

Las conclusiones de la presente línea de base meteorológica para el área de estudio, consideran como predominantes los datos meteorológicos de la estación Viña del Mar, debido a la existencia de antecedentes para todo el año 2017, los cuales se resumen a continuación: Las principales conclusiones de la línea de base meteorológica para el área de estudio del Proyecto, consideran los datos meteorológicos de la estación Viña del Mar, la que considera que:

- La mayoría de los días del período estival tienen velocidades del viento mayores a lo observado en época invernal. No obstante, durante el invierno se presentan algunos días con valores más altos de velocidad de viento producto del ingreso de sistemas frontales al área de estudio. Las intensidades de viento horarias fluctúan entre 0,0 y 4,9 m/s, con un bajo promedio de velocidad para el año 2017 de 0,83 m/s y un alto porcentaje de calmas, que podría indicar un deficiente funcionamiento del sensor de velocidad de viento y su necesidad de mantención.

- La dirección del viento en la estación Viña del Mar para el año 2017 tiene una marcada ocurrencia de vientos de componente Norte (N) (entre 330° y 30°) en temporada estival y Este-Sureste (90°-150°) en temporada invernal. Durante meses de otoño-invierno, especialmente aquellos días que tienen las velocidades más altas que corresponden al paso de sistemas frontales tienen componente principal de vientos desde el Norte.
- La temperatura tiene un marcado ciclo estacional, con mayores temperaturas en el periodo estival (Diciembre a Febrero) que superan 30°C durante la mayoría de los días y mínimas cercanas a 10°C. Durante los meses de invierno la mayoría de los días tiene máximas inferiores a 20°C y mínimas cercanas a 5°C, especialmente entre los meses de Junio y Julio. El valor medio de la temperatura durante el año 2017 alcanza los 15,3°C, con máximo de 35,8°C y una mínima de 2,2°C.
- La humedad relativa muestra que para el año 2017 se alcanzan valores elevados de humedad, superiores a 80% y con valores más bajos cercanos a 25%. Desde Mayo a Septiembre se aprecia que los valores máximos de humedad son cercanos a 100%. El promedio de humedad fue 69,9%, con un máximo de 100% y un mínimo de 16,0%.
- La radiación solar tiene un ciclo anual con mayores valores de radiación en la época estival y menores en la época invernal. Algunos días tienen bajos valores de radiación producto de la nubosidad, especialmente en días de Mayo y Junio. En Verano se registran los máximos horarios de radiación solar con valores que superan 1200 W/m² y en meses de invierno los máximos diarios de la mayoría de los días son cercanos a 700 W/m². Entre Mayo y Agosto se registran algunos días con las máximas diarias de radiación solar más bajas del año con valores inferiores a 150 W/m².
- Durante el año la presión atmosférica tiene escasa variabilidad. El valor promedio de la presión durante 2017 es 1009 hPa, un mínimo de 1001 hPa y un máximo de 1023 hPa. Durante la época invernal se observa una mayor variabilidad en los valores de presión durante el día, producto del ingreso de altas presiones frías y bajas frontales, especialmente entre los meses de Junio y Julio.

Los monitoreos realizados en la estación Las Salinas durante el período comprendido entre Febrero a Agosto del 2018 confirman los valores de Temperatura, Humedad y Presión Atmosférica, pero presenta valores más bajos (30% menos) de radiación solar respecto a Viña del Mar y a lo esperado para la zona, con máximas diarias cercanos a 750 W/m² a comienzos de Febrero 2018.

Los valores de intensidad de viento en la estación Las Salinas confirman la subestimación de los valores en la estación de Viña del Mar, registrando para el período Febrero-Abril de 2018 un promedio de 1,4 m/s y valores que fluctúan entre 0,0 y 6,3 m/s. Además, la dirección de viento también presenta diferencias para el período respecto a Viña del Mar, con dos componentes principales de viento, una primera componente de vientos de procedencia desde Noroeste (NO), es decir entre 300° y 330° y una segunda componente de vientos desde el Sureste (SE) entre 120°-150°.

3.2.6 Bibliografía

- DMC (Dirección Meteorológica de Chile). 2001. Climatología de Chile. Dirección Meteorológica de Chile. Santiago, Chile.
- Gil Olcina, Antonio y Olcina Cantos, Jorge. 1997. Climatología general. Ariel Geografía, Editorial Ariel S. A. Barcelona, España.
- Koeppen, Wilhelm (i.e. Köppen, Wladimir). 1948. Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra. Versión directa de Pedro R. Hendrischs Pérez. Fondo de Cultura Económica. México.
- Rodríguez, Elmer. 1974. Clasificación Climática de Wilhelm Koeppen. (i.e. Wladimir Köppen) Publicación nº 1, col. Boletín Instituto de Geografía. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Servicio de Evaluación Ambiental (2015) Guía para la Descripción de la Calidad del Aire en el Área de Influencia de Proyectos que Ingresan al SEIA. Disponible en línea en: http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/01/20/guia_calidad_del_aire.pdf [Consultado 08 de octubre de 2018]

3.3 Calidad del aire

3.3.1 Introducción

En esta Sección se realiza la caracterización de la calidad del aire del Área de Influencia inicial del Proyecto, lo que permitirá establecer la base de referencia para la identificación y evaluación de potenciales efectos ambientales generados por el desarrollo del Proyecto en todas sus Fases y Etapas.

Este estudio se realizó a partir de información oficial disponible para los contaminantes MP_{10} y $MP_{2.5}$, NO_2 , SO_2 , O_3 e hidrocarburos (metánicos, no metánicos y totales), las cuales corresponden a las principales emisiones que podría generar el Proyecto.

3.3.2 Objetivos

El objetivo general de la presente Línea de Base es caracterizar la calidad del aire en el Área de Influencia (definida en el presente EIA como Área de Influencia inicial) establecida para este componente ambiental, determinando las concentraciones actuales de los principales contaminantes atmosféricos asociados al Proyecto, para lo cual se definieron los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los registros de monitoreo disponibles de MP_{10} , $MP_{2.5}$, NO_2 , CO , SO_2 , O_3 e hidrocarburos (metánicos, no metánicos y totales).
- Determinar la calidad del aire en relación a las concentraciones de contaminantes analizados.

3.3.3 Área de Estudio

El Área de Estudio para el componente ambiental calidad del aire se definió como la zona urbana de Viña del Mar y la ruta preferente de acceso al Proyecto, que se extiende desde el Proyecto hasta la rotonda Santa Julia, dado el aporte del Proyecto a la calidad del aire, fuera de esta área se puede considerar despreciable.

Es preciso señalar que el área de estudio abarca una superficie mayor al Área de Influencia inicial (Ali) del componente calidad del aire, definida en el Capítulo 2 del presente EIA, como la superficie contemplada como la extensión del dominio de modelación de la dispersión de contaminantes, que abarca una superficie de 2.400 ha.

3.3.4 Metodología

3.3.4.1 Registros de Monitoreos

La Línea de Base de calidad del aire se elaboró a partir de los registros de monitoreos públicos disponibles en la estación Viña del Mar, la cual está conectada en línea con el sitio web del Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA)³.

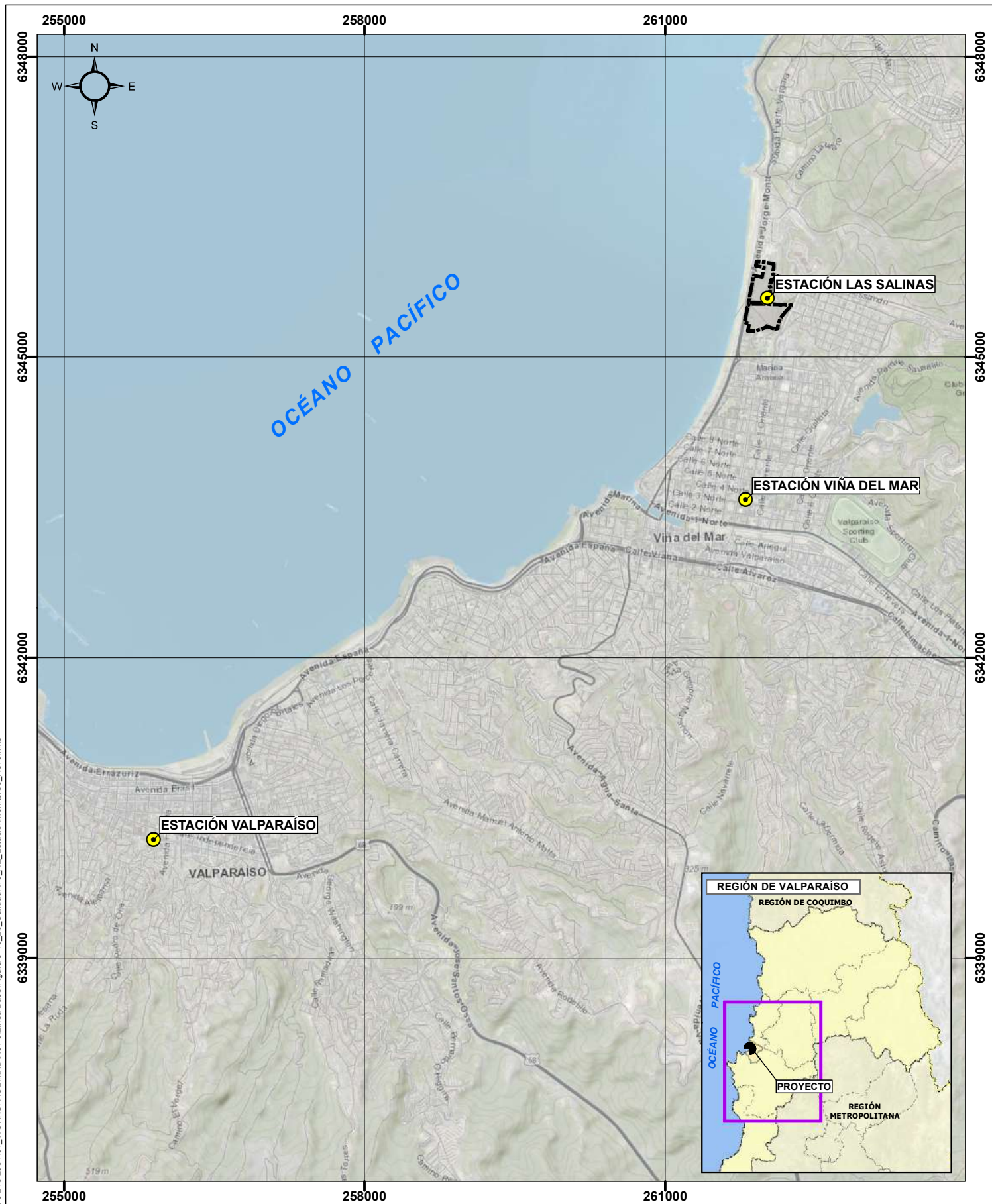
³ Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA), disponible en: <http://sinca.mma.gob.cl>

Cabe indicar que, se consideran de manera referencial, los registros públicos de monitoreo de la Estación Valparaíso (conectada en línea al SINCA), la que, si bien no se encuentra dentro de los límites definidos para el Área de Estudio, se utiliza para complementar la caracterización del Área de Estudio, debido a que está emplazada en una zona urbana próxima al Proyecto.

Además, se cuentan con datos de la estación Las Salinas, que fue instalada en Febrero de 2018, en conformidad con las condiciones de instalación y funcionamiento establecidas en el D.S. N°61/2008 del MINSAL que aprueba “Reglamento de estaciones de medición de contaminantes atmosféricos”, asociadas a la calibración de equipos de medición, mantención de monitores, registros mínimos que deben mantenerse en la estación, disposiciones para el tratamiento de los datos e informes, características físicas de los sistemas y subsistemas que integran las estaciones, entre otros requerimientos definidos por asegurando la calidad de las mediciones hasta la fecha de elaboración del presente informe.

Se dispone de datos para la estación Las Salinas que cubre el periodo desde el 2 de Febrero al 30 de Agosto, es decir, 7 meses. Se debe señalar, que este monitoreo cumple con lo indicado en el punto 3.2 de la Guía “Calidad del Aire en el Área de Influencia de Proyectos que Ingresan al SEIA” (SEA, 2012), donde se establece un monitoreo mínimo de 6 meses en la condición más desfavorable para la dispersión atmosférica, siendo esta en el caso de la zona del Proyecto, el período invernal monitoreado.

La ubicación de las estaciones de calidad de aire se ilustra en la Figura 3-46. Las estaciones, su ubicación, las variables monitoreadas y el período con datos disponibles se muestran en la Tabla 3-5.



SIMBOLOGÍA

- Estación de monitoreo
- Área de estudio

REFERENCIA:
PROYECCIÓN/HUSO: UTM / 19 sur
DATUM: WGS 84

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO "SANEAMIENTO DEL TERRENO LAS SALINAS"

ÁREA DE ESTUDIO Y ESTACIONES DE MONITOREO



N° PROYECTO: 179 216 2901

ESCALA:

REVISIÓN: 0

FIGURA 3-46

Tabla 3-5: Estaciones de Monitoreo de calidad del aire y Variables Medidas para período 2004 – 2018

N°	Receptor	Coordenadas*		Distancia al Proyecto (km)	Monitoreos Disponibles	
		Norte (m)	Este (m)		Variables	Período con datos
1	Viña del Mar	6.343.569	261.803	1.7	MP ₁₀ **	05/01/2013 – 14/05/2018
					MP _{2,5} **	05/01/2013 – 14/05/2018
					O ₃	09/07/2004 – 03/10/2016
					SO ₂	09/07/2004 – 25/05/2009
					NO ₂	01/11/2004 – 01/09/2008
					CO	09/07/2004 – 14/08/2009
2	Valparaíso	6.340.183	255.891	7.9	MP _{2,5} **	07/11/2013 – 14/05/2018
3	Las Salinas	6.345.582	262.022	0.1	MP ₁₀	02/02/2018 – 30/08/2018
					MP _{2,5}	02/02/2018 – 30/08/2018
					O ₃	02/02/2018 – 30/08/2018
					SO ₂	02/02/2018 – 30/08/2018
					NO ₂	02/02/2018 – 30/08/2018
					CO	02/02/2018 – 30/08/2018
					CH ₄	02/02/2018 – 30/08/2018
					HCNM	02/02/2018 – 30/08/2018
					HCT	02/02/2018 – 30/08/2018

* UTM, Datum WGS 84, Huso 19 H.

** Las estaciones están conectadas en línea con datos actualizados hasta la fecha del informe, la fecha de datos disponibles indica hasta qué fecha están validados.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 3-5, en la estación Viña del Mar no hay mediciones disponibles de O₃ desde el 4 de Octubre de 2016. Tampoco hay mediciones de SO₂, NO₂ y CO desde el Agosto de 2009.

Desde la Tabla 3-6 hasta la Tabla 3-12 se presentan resúmenes de los registros válidos de las concentraciones de 24h de MP₁₀, MP_{2,5}, SO₂, NO₂, CO y O₃, los cuales incluyen las concentraciones mínimas, máximas y promedio para cada año de indicadores usados para evaluar las normas de calidad de aire. La columna N° de registros considera todos los días con al menos una concentración válida y número de registros válidos son aquellos días con al menos 75% de concentraciones válidas. Todas las variables tienen registros válidos cercanos al 100%, ya que no consideran períodos de falla o ausencia de los monitores lo cual explica los menores porcentajes de registros anuales válidos, especialmente el 58,6% para O₃ en el año 2014 en Viña del Mar.

Tabla 3-6: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de MP_{2,5}

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 24 horas de MP _{2,5}		
						Min µg/m³	Max µg/m³	Prom µg/m³
Viña del Mar	2015	337	324	96,1%	88,8%	3	47	19
	2016	358	343	95,8%	93,7%	6	57	20
	2017	363	352	97,0%	96,4%	2	39	12

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

Tabla 3-7: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de MP₁₀

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 24 horas de MP ₁₀		
						Min µg/m³	Max µg/m³	Prom µg/m³
Viña del Mar	2015	356	345	96,9%	94,5%	13	88	36
	2016	365	355	97,3%	97,0%	16	90	42
	2017	363	360	99,2%	98,6%	14	100	37

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

Tabla 3-8: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de SO₂

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 24h horas de SO ₂		
						Min ppb	Max ppb	Prom ppb
Viña del Mar	2005	294	278	94,6%	76,2%	0,0	15,2	4,3
	2006	331	315	95,2%	86,1%	0,1	21,7	5,4
	2007	363	358	98,6%	98,1%	1,1	30,7	9,2

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

Tabla 3-9: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de NO₂

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 1h Máximas diarias de NO ₂		
						Min ppb	Max ppb	Prom ppb
Viña del Mar	2005	313	307	98,1%	84,1%	2,7	46,4	20,0
	2006	133	127	95,5%	34,7%	1,4	40,3	19,2
	2007	341	337	98,8%	92,3%	6,7	67,3	24,5

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

Tabla 3-10: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de CO

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 1h Máximas diarias de CO		
						Min ppm	Max ppm	Prom ppm
Viña del Mar	2005	361	356	98,6%	97,5%	0,3	4,8	1,15
	2006	346	340	98,3%	92,9%	0,2	3,7	1,08
	2007	365	363	99,5%	99,5%	0,2	4,5	1,06

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

Tabla 3-11: Estación Viña del Mar – resumen registros válidos de O₃

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 8h Máximas diarias de O ₃		
						Min ppb	Max pbb	Prom ppb
Viña del Mar	2014	221	214	96,8%	58,6%	1,0	38,7	11,7
	2015	360	354	98,3%	97,0%	1,4	32,1	14,9
	2016	276	274	99,3%	74,9%	1,0	30,5	12,0

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

Tabla 3-12: Estación Valparaíso – resumen registros válidos de MP_{2,5}

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 24 horas de MP _{2,5}		
						Min µg/m ³	Max µg/m ³	Prom µg/m ³
Valparaíso	2015	365	364	99,7%	99,7%	3	51	17
	2016	352	345	98,0%	94,3%	4	52	15
	2017	363	356	98,1%	97,5%	5	47	15

Fuente: Elaboración propia con datos estación Valparaíso.

Tabla 3-13: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de MP_{2,5} (Febrero a Agosto 2018)

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 24 horas de MP _{2,5}		
						Min µg/m ³	Max µg/m ³	Prom µg/m ³
Las Salinas	2018	205	190	92,7%	52,1%	4	47	16

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

Tabla 3-14: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de MP₁₀ (Febrero a Agosto 2018)

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 24 horas de MP ₁₀		
						Min µg/m ³ N	Max µg/m ³ N	Prom µg/m ³ N
Las Salinas	2018	205	190	92,7%	52,1%	12	62	30

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

Tabla 3-15: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de O₃ (Febrero a Agosto 2018)

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 8 horas de O ₃		
						Min ppb	Max pbb	Prom ppb
Las Salinas	2018	211	209	99,1%	57,3%	3,2	32,4	20,0

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

Tabla 3-16: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de SO₂ (Febrero a Agosto 2018)

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 24h horas de SO ₂		
						Min ppb	Max ppb	Prom ppb
Las Salinas	2018	211	200	94,8%	54,8%	0,3	8,7	2,1

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

Tabla 3-17: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de NO₂ (Febrero a Agosto 2018)

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 1h Máximas diarias de NO ₂		
						Min ppb	Max ppb	Prom ppb
Las Salinas	2018	211	210	99,5%	57,5%	3,5	40,7	19,6

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

Tabla 3-18: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de CH₄ (Febrero a Agosto 2018)

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 1h de CH ₄		
						Min ppm	Max ppm	Prom ppm
Las Salinas	2018	4875	4688	96,2%	53,5%	0,92	2,36	1,53

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

Tabla 3-19: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de HCNM (Febrero a Agosto 2018)

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 1h HCNM		
						Min ppm	Max ppm	Prom ppm
Las Salinas	2018	4875	4686	96,1%	53,5%	0,00	4,11	0,09

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

Tabla 3-20: Estación Las Salinas – resumen registros válidos de HCT (Febrero a Agosto 2018)

Estación	Año	N° de Registros	N° Registros Válidos	% Registros Válidos	% de Registros Válidos Anuales	Concentraciones de 1h de HCT		
						Min ppm	Max ppm	Prom ppm
Las Salinas	2018	4875	4686	96,1%	53,5%	0,99	5,77	1,61

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

3.3.4.2 Relación entre HCNM y Benceno

Para obtener la concentración de línea base de benceno asociada a los monitoreos de HCNM realizados en Las Salinas, se determinó la proporción de benceno en los HCNM, a partir de los monitoreos realizados para el estudio "Evaluación de exposición ambiental a sustancias potencialmente contaminantes presentes en el aire, Comunas

de Concón, Quintero y Puchuncaví⁴ realizado por CENMA (en adelante Estudio CENMA), donde se monitorearon los BETX con tubos pasivos por un período de 7 meses (10 de mayo a 6 de diciembre del 2012), con muestreos cada 14 días. La toma de muestras fue realizada por el CENMA, siendo los análisis realizados en el Laboratorio Passam en Suiza.

Para el análisis se consideraron mediciones realizadas en Concón, por ser la comuna más cercana a Viña del Mar, y cuyos muestreos se realizaron en un entorno urbano, similar a Viña del Mar. Adicionalmente, según se observa en la Figura 3-47, en dicha comuna es donde se obtuvieron las mayores concentraciones de Benceno del Estudio CENMA.

En la Tabla -3-21, se muestran las concentraciones promedio de benceno, obtenidas en cada uno de puntos de muestreo en la comuna Concón, en todo el período de medición, obteniéndose un valor promedio de 1,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Según se observa en la Figura 3-47, los puntos ubicados dentro de la ciudad de Concón, corresponden a:

- Consultorio Concón.
- Junta de Vecinos
- Caleta Concón

Por lo tanto, la concentración promedio de Benceno en la zona urbana de Concón, considerando dichos puntos, fue de 2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta concentración se utilizará para estimar la proporción entre benceno/HCNM, que de forma conservadora, se utilizará para estimar la línea base de benceno a partir de las mediciones de HCNM medidas en la estación Las Salinas.

Tabla -3-21: Mediciones de Benceno en Comuna de Concón, año 2012

Estación	Comuna	Benceno
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Consultorio Concón	Concón	2,6
Junta de Vecinos	Concón	1,8
Caleta- Concón	Concón	2,2
Las Gaviotas	Concón	1,4
Colmo	Concón	2,1
Interior - Concón	Concón	1,8
Cementerio	Concón	1,5
Mínimo		1,4
Máximo		2,61
Promedio		1,93

Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 7.10 de Estudio CENMA

⁴ "Evaluación de exposición ambiental a sustancias potencialmente contaminantes presentes en el aire, Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví", CENMA para MMA, 2012. Disponible en: <http://www.cenma.cl/Pagina%20web-LQA/5-Estudios%20Ambientales/Isel-informe%20puchuncavi%2012%20septiembre.pdf>

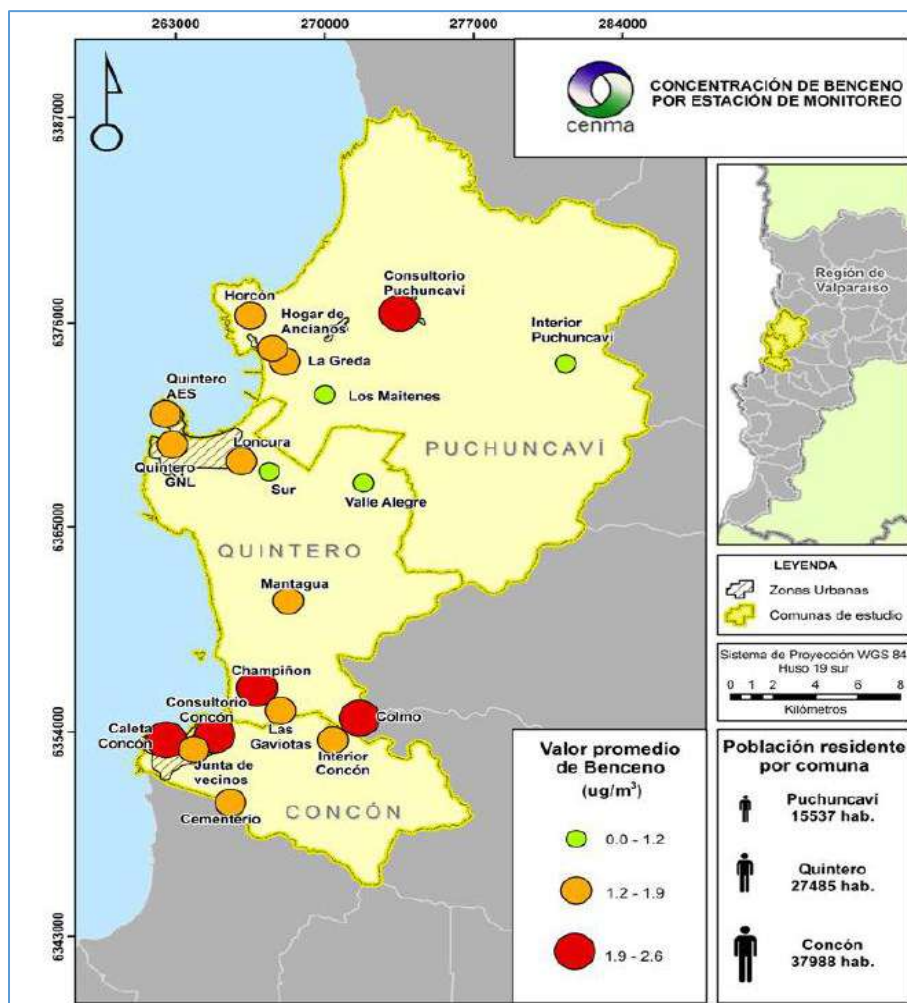


Figura 3-47: Monitoreos de Benceno Estudio CENMA, 2012

Fuente: Evaluación de exposición ambiental a sustancias potencialmente contaminantes presentes en el aire, Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, MMA

En relación a las concentraciones de HCNM, tal como se observa en la Figura 3-48 existen tres estaciones con información en el portal SINCA cercanas a los puntos de medición del estudio CENMA:

- Estación Concón.
- Estación Concón Sur.
- Estación Junta de Vecinos.

De estas estaciones, solo la Estación Concón registra concentraciones de HCNM. En la Tabla 3-22 se muestra la concentración de Benceno obtenida de los muestreos del estudio CENMA en la ciudad de Concón, la concentración de HCNM obtenida de la información de SINCA en el mismo período, y el factor de Benceno/HCNM obtenido de ambas mediciones, el cual sería de $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de benceno por cada ppm de HCNM. Como se ha indicado, éste

factor será multiplicado por la concentraciones de HCNM monitoreadas en Las Salinas, para estimar la concentración de Benceno asociadas a dichos monitoreos.

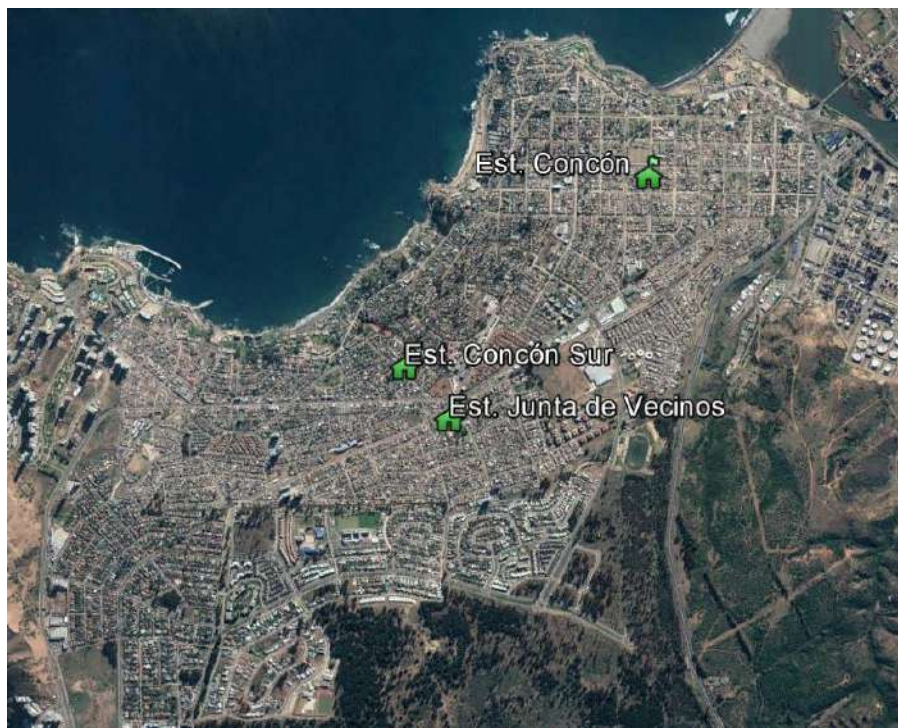


Figura 3-48: Estaciones cercanas a puntos de monitoreo CENMA, 2012

Fuente: Elaboración propia a partir de información de portal SINCA.

Tabla 3-22: Factor entre Benceno y HCNM, año 2012

Benceno ⁽¹⁾		HCNM ⁽²⁾		Factor (Benceno/HCNM)
CENMA	µg/m³	SINCA	ppm	Factor (µg/m³ / ppm)
Consultorio Concón	2,2	Estación Concón	0,609	3,6

Nota 1: Promedio monitoreos estudio CENMA en zona urbana de Concón, período 14 de mayo al 6 de diciembre 2012.

Nota 2: Promedio monitoreos portal SINCA de 14 de mayo al 6 de diciembre 2012.

Fuente: Elaboración propia a partir de Tabla 7.10 de Estudio CENMA.

3.3.4.3 Normas de calidad

Se utilizaron las normas de calidad de aire vigentes en el país para los contaminantes analizados, como marco de referencia para analizar las mediciones obtenidas de las estaciones Viña del Mar y Las Salinas. Lo anterior con el objetivo de caracterizar la calidad del aire en el sector, previo a la ejecución del Proyecto. En la Tabla 3-23 se presentan las normas de calidad de aire revisadas. Es importante señalar, que si bien el presente informe incluye el análisis de los monitoreos de hidrocarburos, este es solo referencial, debido a que no existe norma nacional para hidrocarburos, ni en los estados de referencia. Para este caso se considerará, de forma conservadora, la correlación entre los HCNM y el Benceno (ver sección anterior) y como valor de referencia el de la norma del Reino de España, establecido a través del Real Decreto 102/2011. Una copia de esta norma se adjunta en el Anexo 4.3.1.

Tabla 3-23: Normativa de calidad considerada para la Línea de Base

Contaminante	Normativa	Estadígrafo	Límite	Unidades
MP ₁₀	MP ₁₀ (D.S. N° 59/1998, MINSEGPRES.)	Promedio diario, percentil 98	150	µg/m³N
		Media aritmética anual	50	µg/m³N
MP _{2.5}	MP _{2.5} (D.S. N° 12/2011, MINSEGPRES.)	Promedio diario, percentil 98	50	µg/m³
		Media aritmética anual	20	µg/m³
NO ₂	NO ₂ (D.S. N°114/2002, MINSEGPRES.)	Máximo diario de 1 hora, percentil 99	213	ppb
		Media aritmética anual	53	ppb
SO ₂	SO ₂ (D.S. N°113/2002, MINSEGPRES.)	Promedio diario, percentil 99	96	ppb
		Media aritmética anual	31	ppb
CO	CO (D.S. N°115/2002, MINSEGPRES.)	Máximo diario de 8 horas, percentil 99	9	ppm
		Máximo diario de 1 hora, percentil 99	26	ppm
O ₃	O ₃ (D.S. N°112/2002, MINSEGPRES.)	Máximo diario de 8 horas, percentil 99	61	ppb
Benceno ⁽¹⁾	Benceno (Real Decreto 102/2011, Norma del Reino de España)	Media aritmética anual	5	µg/m³N

Nota (1) Como supuesto conservador se considera que las concentraciones de benceno se obtienen indirectamente del registro de HCNM (ver sección 3.3.4.2), utilizándose como norma de referencia la Norma del Reino de España:

(<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/normativa/normativa-espanola.aspx>).

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5 Resultados

A continuación se realiza el análisis de las concentraciones de los contaminantes monitoreados.

3.3.5.1 Series de tiempo

3.3.5.1.1 Series de tiempo de concentraciones diarias de MP_{2.5}

Desde la Figura 3-49 hasta la Figura 3-51 se incluyen las series de tiempo de las concentraciones diarias de MP_{2.5} con la información de los últimos 3 años (2015 a 2017) en las estaciones Viña del Mar y Valparaíso, considerados para evaluación de la Norma Anual, y las disponibles para el período Febrero a Agosto de 2018 en la estación Las Salinas. Las concentraciones diarias de MP_{2.5} fueron construidas usando las concentraciones horarias de MP_{2.5}, considerando válido un día con al menos 18 concentraciones horarias válidas.

De acuerdo a la Figura 3-49 la mayoría de las concentraciones diarias de MP_{2.5} de la estación Viña del Mar son inferiores a 40 µg/m³. Desde Julio de 2016 no se observa ningún día con concentración mayor al límite de la norma diaria establecida en 50 µg/m³, incluso desde Septiembre de 2017 las concentraciones diarias no superan 25 µg/m³. La serie no permite identificar con claridad un comportamiento estacional.

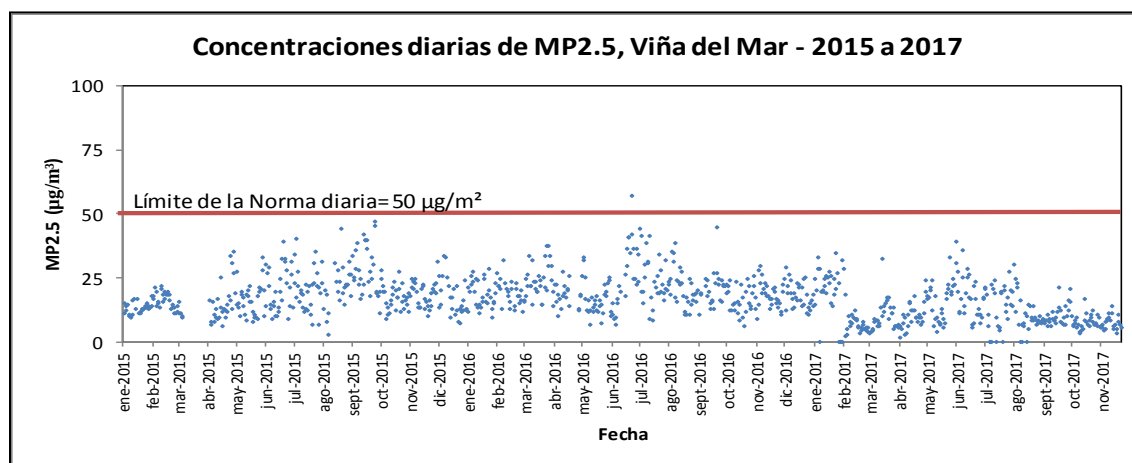


Figura 3-49: Serie de concentraciones diarias de MP_{2.5}, Viña del Mar 2015 – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-50, la mayoría de las concentraciones diarias de MP_{2.5} de la estación Valparaíso son inferiores a 40 µg/m³. Se aprecia un aumento de las concentraciones en meses de otoño-invierno y concentraciones menores a 25 µg/m³ en meses de primavera-verano. Al igual que en la estación Viña del Mar, desde Julio de 2016 no se observa ningún día con concentración mayor al límite de la norma diaria establecida en 50 µg/m³.

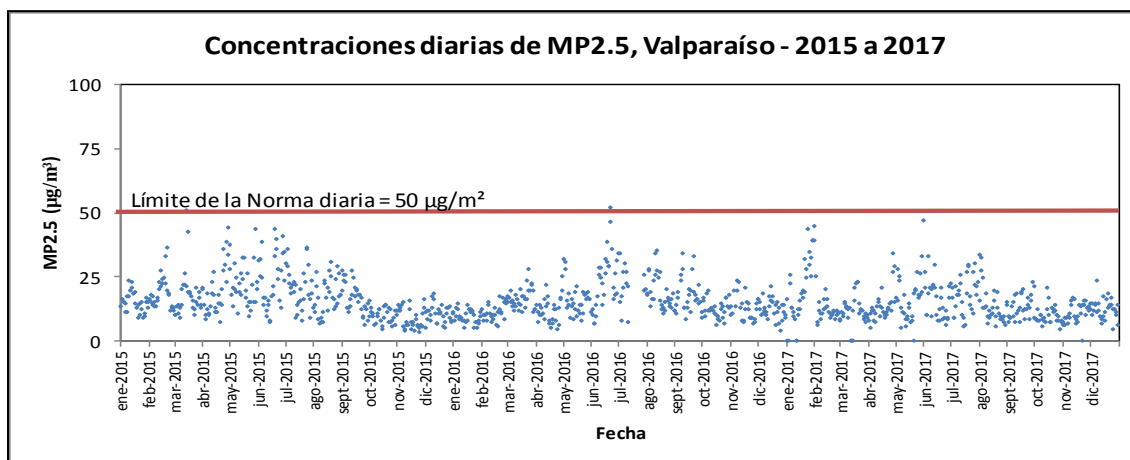


Figura 3-50. Serie de concentraciones diarias de MP_{2,5}, Valparaíso 2015 – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos estación Valparaíso.

La Figura 3-51 muestra las concentraciones de MP_{2,5} en la estación Las Salinas para el período Febrero a Agosto de 2018. La mayoría de las concentraciones diarias de MP_{2,5} hasta fines de Abril son inferiores a 20 µg/m³, similares a las concentraciones de MP_{2,5} en Viña del Mar para meses de verano-otoño. Durante Mayo y Junio se aprecia un aumento de las concentraciones de MP_{2,5}, pero que no alcanzan a superar los 50 µg/m³. En cambio, en Julio las concentraciones disminuyen siendo inferiores a 25 µg/m³. La concentración más alta de MP_{2,5} se registró el 16 de Junio con 47 µg/m³.

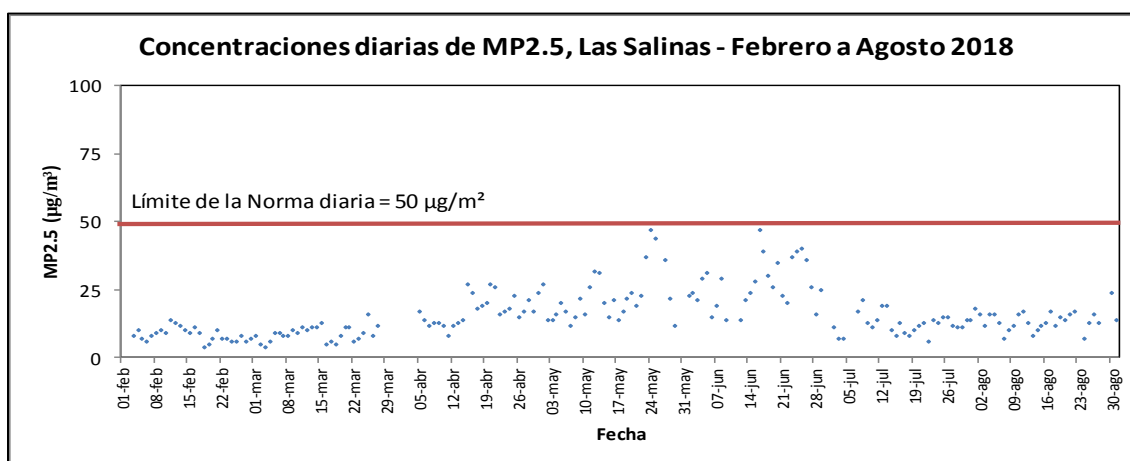


Figura 3-51: Serie de concentraciones diarias de MP_{2,5}, Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

3.3.5.1.2 Series de tiempo de concentraciones diarias de MP₁₀

En la Figura 3-52 y la Figura 3-53 se incluyen las series de tiempo de las concentraciones diarias de MP₁₀ con la información de los últimos 3 años (2015 a 2017) en la estación Viña del Mar, los que serán considerados para evaluación de la Norma Anual y las concentraciones disponibles para el período Febrero a Agosto de 2018 en la estación Las Salinas. Las concentraciones diarias de MP₁₀ fueron construidas usando las concentraciones horarias de MP₁₀, considerando válido un día con al menos 18 concentraciones horarias válidas. No existe registro de mediciones de MP₁₀ en la estación de monitoreo de Valparaíso.

De acuerdo a la Figura 3-52, la mayoría de las concentraciones diarias de MP₁₀ en la estación Viña del Mar son inferiores a 75 µg/m³N. La concentración más alta de MP₁₀ se registró en Enero de 2017 con 100 µg/m³N. La serie no permite identificar con claridad un comportamiento estacional, aunque en verano la mayoría de los días tiene concentraciones inferiores a 50 µg/m³N.

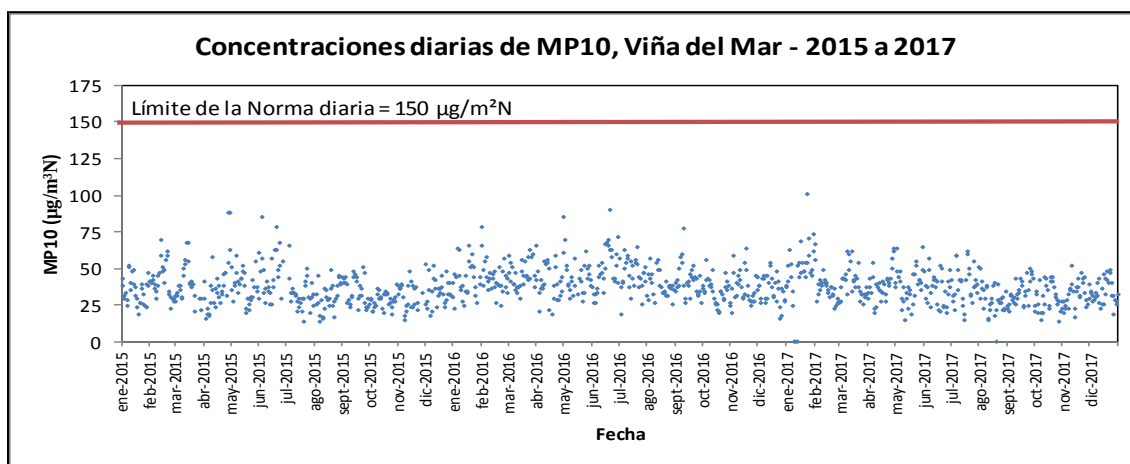


Figura 3-52: Serie de concentraciones diarias de MP₁₀, Viña del Mar 2015 – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-53 la mayoría de las concentraciones diarias de MP₁₀ en la estación Las Salinas entre Febrero y Agosto de 2018 son inferiores a 40 µg/m³N. La concentración más alta de MP₁₀, al igual que para MP_{2,5}, se registró el 16 de Junio con 62 µg/m³N. Al igual que para MP_{2,5}, se aprecia un leve aumento de las concentraciones de MP₁₀ entre Mayo y Junio respecto a Febrero y Marzo. El promedio de MP₁₀ durante el período es 30 µg/m³N.

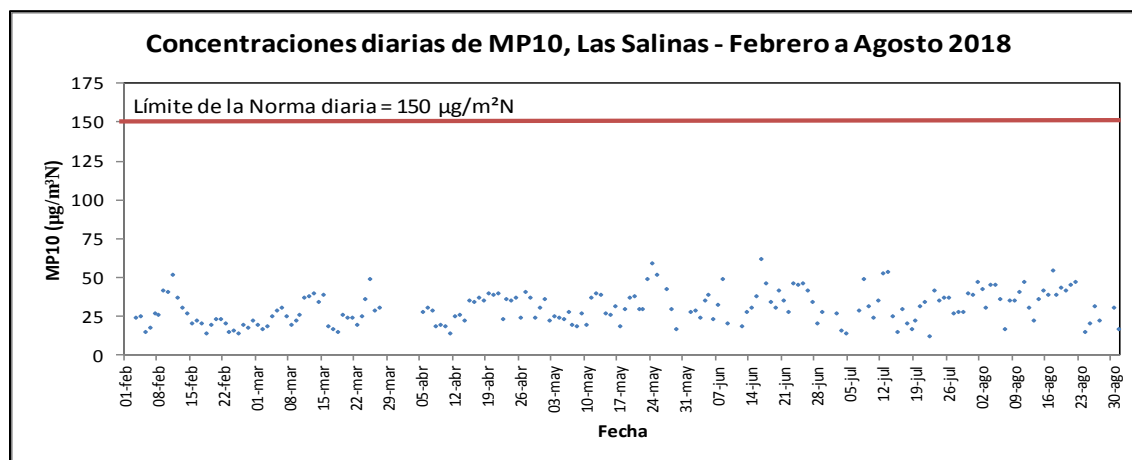


Figura 3-53: Serie de concentraciones diarias de MP₁₀, Las Salinas Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

3.3.5.1.3 Series de tiempo de concentraciones diarias de SO₂

De acuerdo a la información disponible en SINCA, en la estación de Viña del Mar se constataron bajos niveles de SO₂ entre los años 2004 y 2009. Para ilustrar los bajos niveles de SO₂ se presenta la serie de concentraciones diarias de SO₂ para los últimos 3 años con mayor cantidad de datos que permiten evaluar la normas de calidad de aire, los cuales corresponden al período 2005-2007. No hay registro de mediciones de SO₂ en la estación de monitoreo de Valparaíso.

De acuerdo a la Figura 3-54, se observa que la mayoría de las concentraciones diarias de SO₂ en la estación Viña del mar entre los años 2005 y 2007 son inferiores a 20 ppb, alejados del valor de la norma diaria establecido en 96 ppb. La serie de datos no permite identificar un comportamiento anual. La concentración diaria de SO₂ más alta del período fue 31 ppb en el mes de Septiembre de 2007.

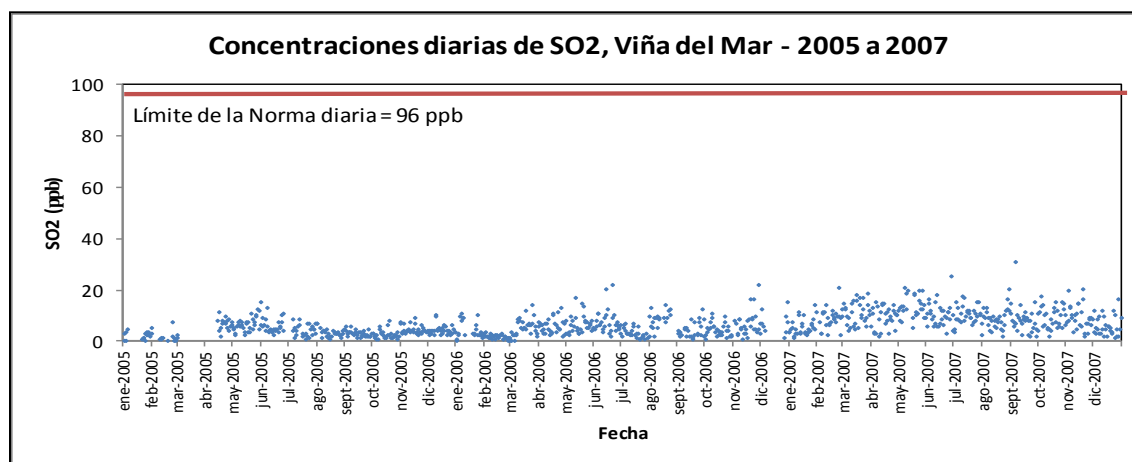


Figura 3-54: Serie de concentraciones diarias de SO₂, Viña del Mar – 2005 a 2007

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-55, la mayoría de las concentraciones diarias de SO₂ en la estación Las Salinas entre Febrero y Julio de 2018 son inferiores a 5 ppb, alejados del valor de la norma diaria establecido en 96 ppb y menores a los registrados en la estación Viña del Mar entre 2005 y 2007. La concentración diaria de SO₂ más alta del período se registró el 21 de Febrero de 2018 con 8,7 ppb. El promedio para el período es 2,2 ppb. La serie de datos no permite identificar un comportamiento anual.

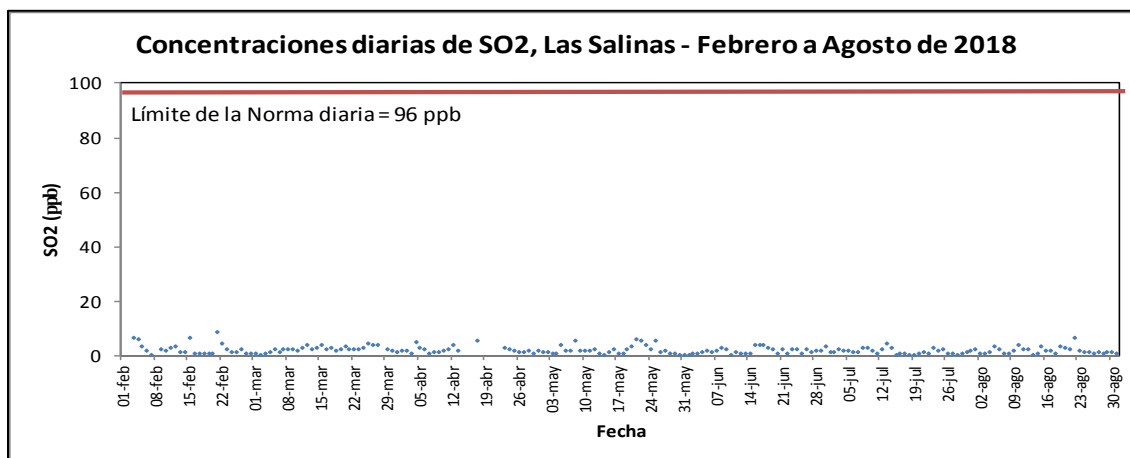


Figura 3-55: Serie de concentraciones diarias de SO₂, Las Salinas, Febrero a Agosto 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

3.3.5.1.4 Series de tiempo de concentraciones horarias de NO₂

De acuerdo a la información disponible en SINCA, en la estación de Viña del Mar se constataron bajos niveles de NO₂ entre los años 2004 y 2008. Para ilustrar los bajos niveles de NO₂ se presenta la serie de concentraciones horarias de NO₂ para los últimos 3 años con mayor cantidad de datos que permiten evaluar la normas de calidad de aire, los cuales corresponden al período 2005-2007. No existe registro de mediciones de NO₂ en la estación de monitoreo de Valparaíso.

La Figura 3-56 muestra las concentraciones horarias máximas de cada día entre los años 2005 y 2007 en la estación Viña del Mar. Se aprecia que para la mayoría de los días las concentraciones horarias de NO₂ son inferiores a 35 ppb, alejados del valor de la norma horaria establecido en 213 ppb. La serie de datos no permite identificar un comportamiento anual, incluso entre Junio de 2006 y Enero de 2007 no hay mediciones de NO₂. La concentración horaria de NO₂ más alta del período fue 67,3 ppb en el mes de Julio de 2007.

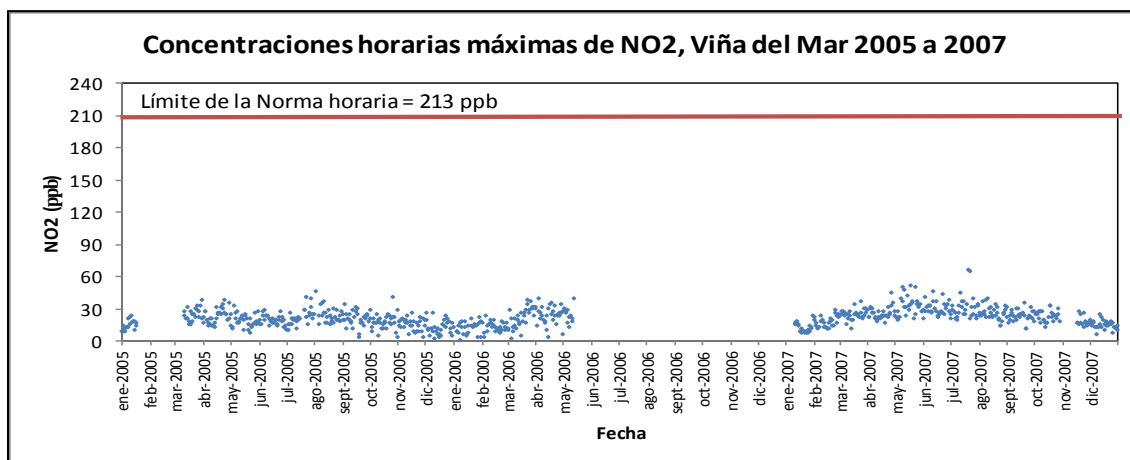


Figura 3-56: Serie de concentraciones horarias máximas de NO₂, Viña del Mar – 2005 a 2007

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-57, entre Febrero y Agosto de 2018 la mayoría de las concentraciones horarias de NO₂ en la estación Las Salinas son inferiores a 20 ppb, alejados del valor de la norma diaria establecido en 213 ppb y menores a los registrados en la estación Viña del Mar entre 2005 y 2007. La serie de datos no permite identificar un comportamiento anual. La concentración horaria de NO₂ más alta del período fue 40,7 ppb registrada el 24 de Mayo de 2018. El promedio de NO₂ para el período es 19,2 ppb.

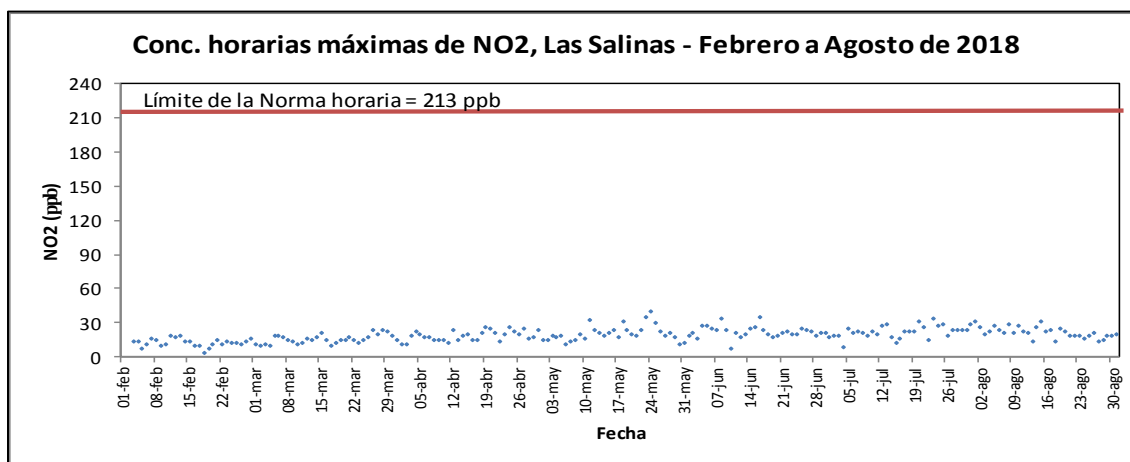


Figura 3-57: Serie de concentraciones horarias máximas de NO₂, Las Salinas febrero a agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

3.3.5.1.5 Series de tiempo de concentraciones horarias de CO

De acuerdo a la información disponible en SINCA, en la estación de Viña del Mar se constataron bajos niveles de CO entre los años 2004 y 2009. Para ilustrar los bajos niveles de CO se presenta la serie de concentraciones horarias de CO para los últimos 3 años con mayor cantidad de datos que permiten evaluar la normas de calidad de aire, los cuales corresponden al período 2005-2007.

La Figura 3-58 muestra las concentraciones horarias máximas de CO de cada día entre los años 2005 y 2007 en la estación Viña del Mar. Se aprecia que para la mayoría de los días las concentraciones horarias de CO son inferiores a 2 ppm, alejados del valor de la norma horaria establecido en 26 ppm. La serie de datos no permite identificar un comportamiento anual con claridad, aunque se aprecia un leve aumento de concentraciones de CO en meses de Mayo a Julio. La concentración horaria de CO más alta del período fue 4,8 ppm en el mes de Mayo de 2005.

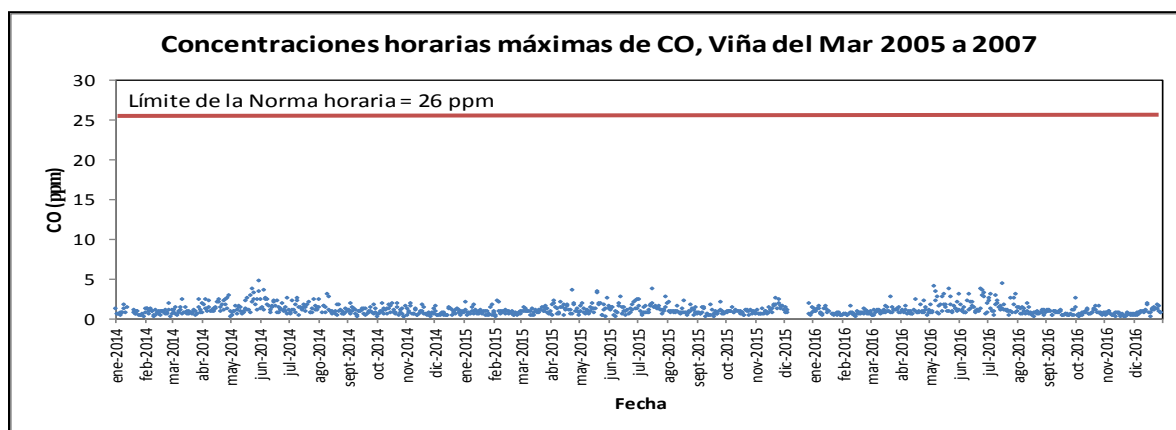


Figura 3-58: Serie de concentraciones horarias máximas de CO, Viña del Mar 2005 – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

No existe registro de mediciones de CO en la estación de monitoreo de Valparaíso y no se mide este parámetro en la estación Las Salinas del Titular.

3.3.5.1.6 Series de tiempo de concentraciones de 8 horas de O₃

En la estación Viña del Mar se dispone de mediciones de O₃, presentadas en el portal SINCA, hasta Octubre de 2016, por este motivo se consideró para el análisis el período 2014-2016 ya que la norma de 8 horas de O₃ requiere 3 años para su evaluación. No existe registro de mediciones de O₃ en la estación de monitoreo de Valparaíso.

La Figura 3-59 muestra las concentraciones de 8 horas máximas de cada día para la estación Viña del Mar entre los años 2014 y 2016. Se aprecia ausencia de datos entre Enero y Mayo de 2014, y entre Octubre y Diciembre de 2016. La mayoría de los días tiene concentraciones de 8 horas inferiores a 25 ppb, es decir menor al valor de la norma de 8 horas de O₃ establecido en 61 ppb. La serie de concentraciones no permite identificar con claridad un

ciclo anual, aunque hay menores valores de O₃ en meses de invierno (Junio a Agosto). La concentración de 8 horas más alta del período se registró en Octubre de 2014 con 38,7 ppb.

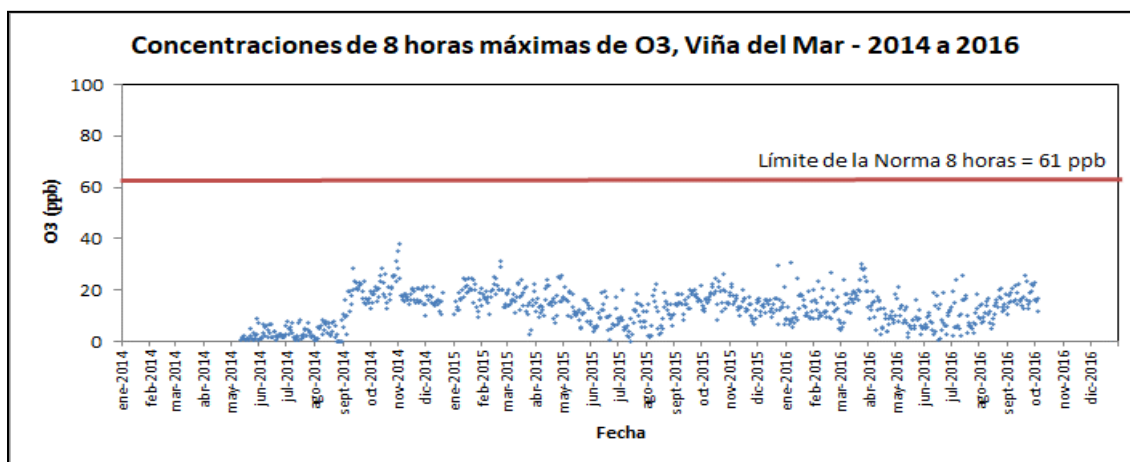


Figura 3-59: Serie de concentraciones de 8 horas máximas de O₃, Viña del Mar – 2014 a 2016

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-60, entre Febrero y Agosto de 2018 la mayoría de las concentraciones de 8 horas de O₃ en la estación Las Salinas entre son inferiores a 30 ppb, menores al valor de la norma de 8 horas establecido en 61 ppb y similares a los registrados en la estación Viña del Mar durante el mismo período en los años 2015 y 2016. La serie de datos no permite identificar un comportamiento anual. La concentración de 8 horas de O₃ más alta del período fue 32,4 ppb el 12 de Febrero de 2018.

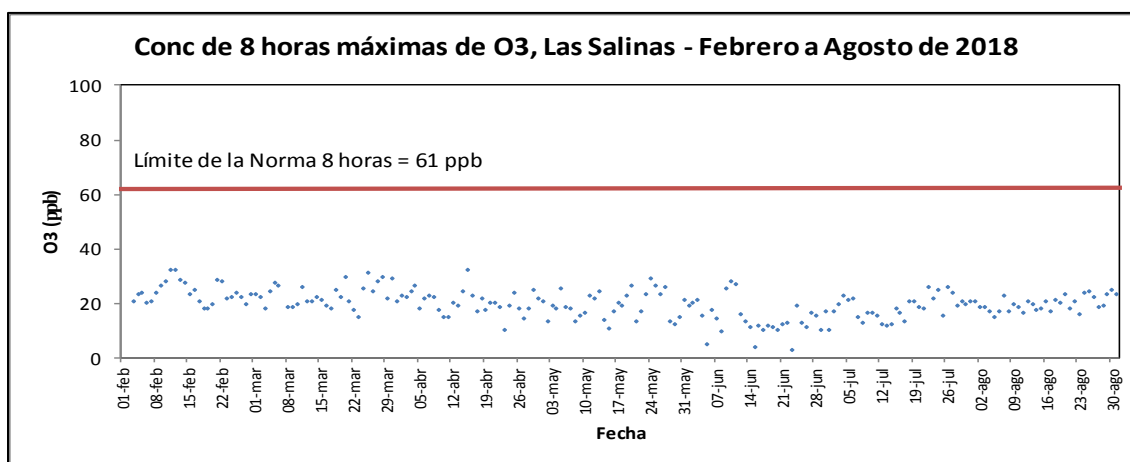


Figura 3-60: Serie de concentraciones de 8 horas máximas de O₃, Las Salinas Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

3.3.5.1.7 Series de tiempo de concentraciones horarias de Hidrocarburos

En la estación Las Salinas se están monitoreando las concentraciones de Hidrocarburos con un equipo que utiliza el principio de ionización de Flama. Se obtienen concentraciones de Metano (CH_4), hidrocarburos no metánicos (HCNM) e hidrocarburos totales (HCT) que corresponde a la suma de CH_4 +HCNM. Desde la Figura 3-61 a la Figura 3-63 se presentan las concentraciones horarias de CH_4 , HCNM y HCT respectivamente, para el período Febrero a Agosto de 2018.

De acuerdo a la Figura 3-61, las concentraciones de CH_4 (Metano) tienen una variabilidad inferior a 1 ppm durante el día para el periodo Febrero a Agosto. Durante los meses de Marzo y Abril hay un desfase de cero de aproximadamente 0,5 ppm registrando valores menores al mínimo esperado (alrededor de 1.4 ppm), además durante esos meses las concentraciones más altas no superan 1,5 ppm, lo cual puede ser producto de una descalibración del equipo. La concentración de CH_4 más alta es 2,4 ppm durante el mes de julio. La concentración más baja es 0.9 ppm en el mes de febrero.

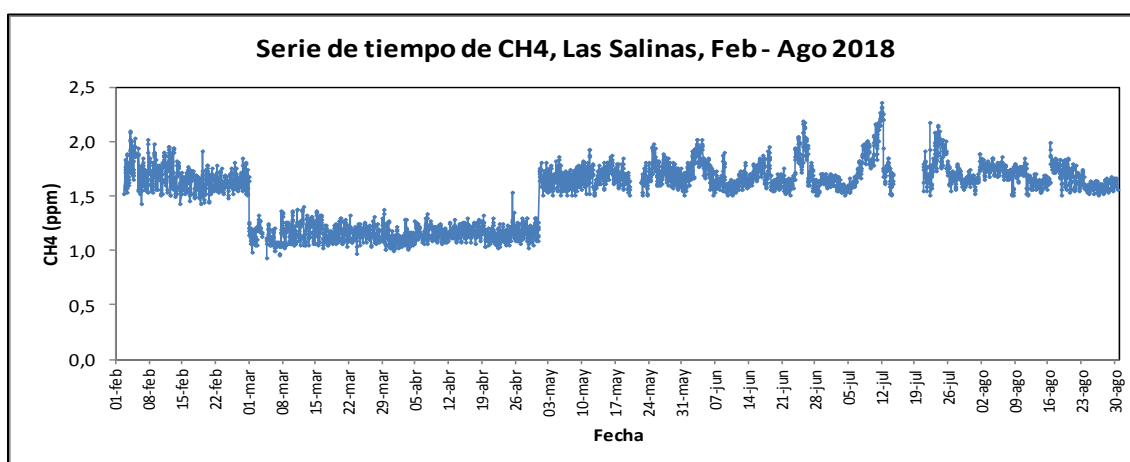


Figura 3-61: Serie de concentraciones de 1h de CH_4 , Las Salinas Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

De acuerdo a la Figura 3-62, las concentraciones de HCNM se mantienen inferiores a 0,3 ppm para la mayoría de los días entre febrero a abril. Desde mediados de Abril, hay mayor ocurrencia de horas con mayores concentraciones de HCNM, especialmente durante las noches con concentraciones que fluctúan entre 2,0 ppm y 4,4 ppm. Entre mayo y julio la mayoría de las horas tienen concentraciones inferiores a 0,5 ppm.

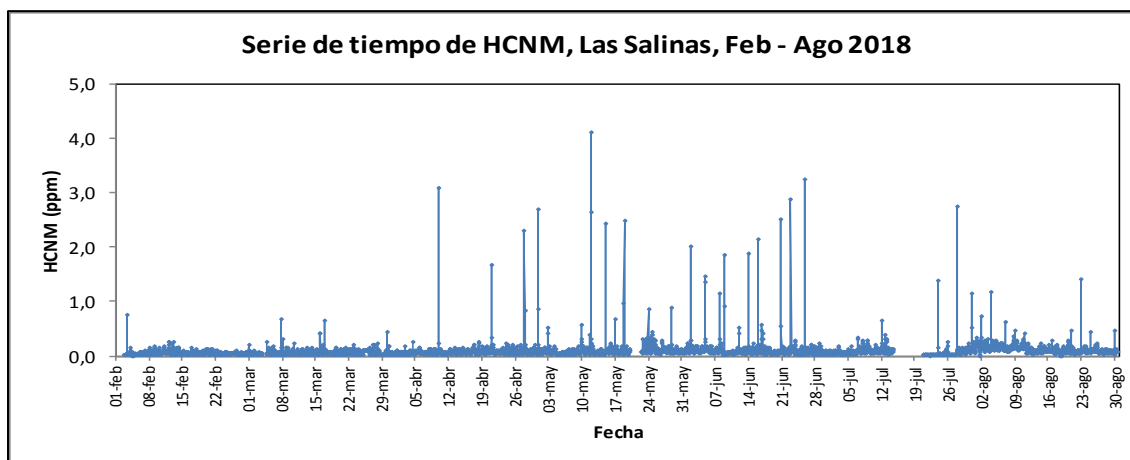


Figura 3-62: Serie de concentraciones de 1h de HCNM, Las Salinas Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

Las concentraciones de HCT corresponden a la suma de las concentraciones de CH₄ más HCNM, por este motivo en la Figura 3-63 se aprecia la suma de los comportamientos descritos en las figuras anteriores. Es decir, el desfase de las concentraciones entre marzo y abril, aproximadamente 0,5 ppm menores al mínimo esperado de 1,4 ppm y algunos eventos ocasionales con concentraciones altas con máximos que no superan 6 ppm. Las concentraciones menores de HCT son cercanas a 0.9 ppm. La mayoría de las concentraciones de HCT está en el rango de 1,0 a 2,5 ppm.

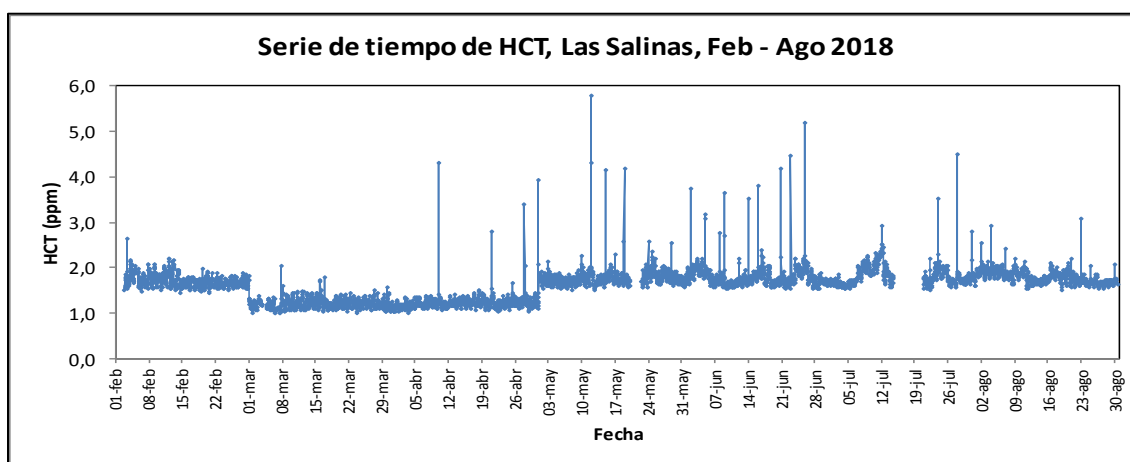


Figura 3-63: Serie de concentraciones de 1h de HCT, Las Salinas Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

3.3.5.2 Ciclos diarios

Desde la Figura 3-64 hasta la Figura 3-78 se incluyen los ciclos diarios de las variables para estudiar el comportamiento durante un día promedio del año 2017, en el caso de la estación Las Salinas el período corresponde a los meses de Febrero a Agosto del año de 2018. Cada una de las figuras considera ciclos para valores promedios y para los percentiles 5% y 95% que son indicadores estadísticamente más estables para ilustrar el comportamiento de los valores mínimos y máximos.

De acuerdo a la Figura 3-64, en la estación Viña del Mar se aprecia un ciclo diario promedio de $MP_{2.5}$ para el año 2017 con poca variabilidad, con valores menores en la madrugada y tarde cercanos a $10 \mu g/m^3$, en cambio los valores máximos de $MP_{2.5}$ se registran entre 09:00 y 11:00 en la mañana y entre 20:00 y 22:00 en la noche con valores cercanos a $15 \mu g/m^3$. Para la curva del percentil 95% los valores máximos se alcanzan alrededor de las 20:00 con $44 \mu g/m^3$ y los menores alrededor de las 16:00 con $24 \mu g/m^3$. La curva del percentil 5% tiene valores mínimos en la madrugada y tarde con valores cercanos a $1 \mu g/m^3$.

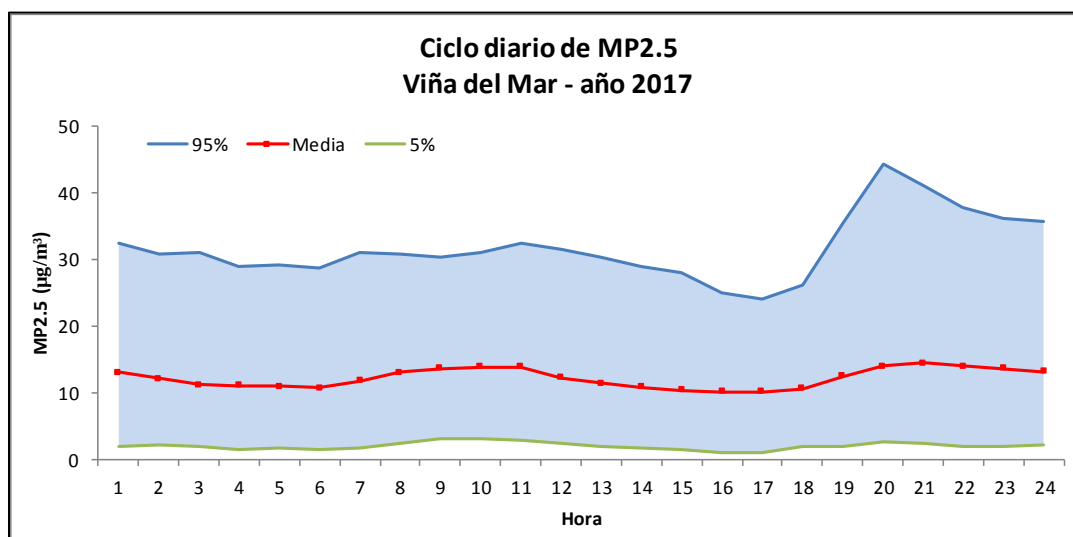


Figura 3-64: Ciclo diario de $MP_{2.5}$, Estación Viña del Mar – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-65, en la estación Valparaíso se aprecia un ciclo diario promedio de $MP_{2.5}$ para el año 2017 con poca variabilidad, similar a la estación Viña del Mar, pero con concentraciones levemente mayores. Para la curva de los valores promedios, las menores concentraciones se registran en la madrugada y tarde cercanos a $13 \mu g/m^3$, en cambio los valores máximos de $MP_{2.5}$ se registran entre 09:00 y 11:00 en la mañana y entre 20:00 y 22:00 en la noche con valores cercanos a $17 \mu g/m^3$. Para la curva del percentil 95% los valores máximos se alcanzan alrededor de las 12:00 con $38 \mu g/m^3$ y los menores en la mañana alrededor de las 07:00 con $27 \mu g/m^3$. La curva del percentil 5% tiene valores en el rango 1 a $5 \mu g/m^3$.

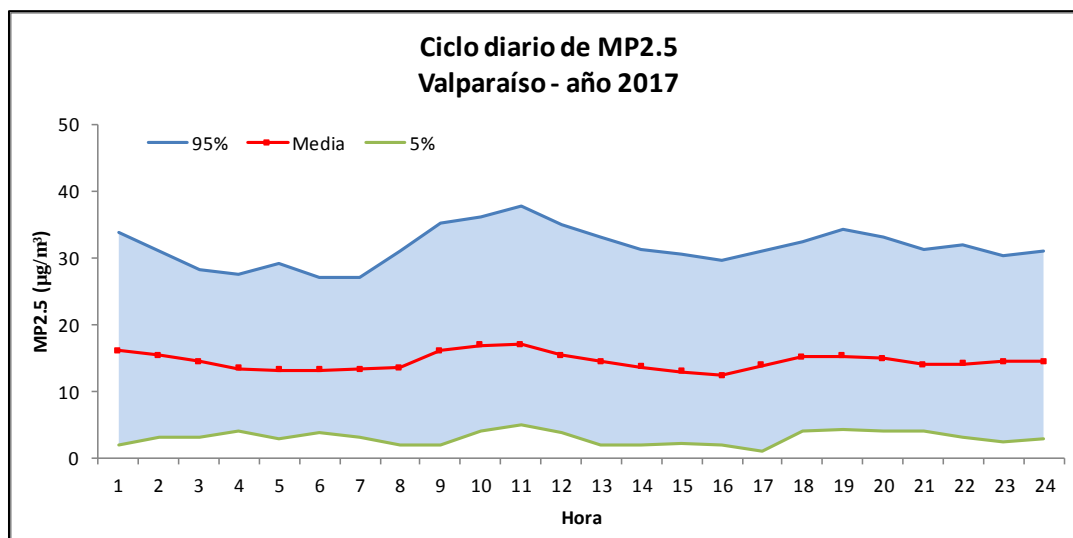


Figura 3-65: Ciclo diario de MP_{2,5}, Estación Valparaíso – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos estación Valparaíso.

De acuerdo a la Figura 3-66, en la estación Las Salinas, para el período Febrero a Agosto de 2018, se aprecia un ciclo diario promedio de MP_{2,5} con poca variabilidad. Para la curva de los valores promedios, las menores concentraciones se registran en la madrugada y noche cercanos a 14 µg/m³, en cambio los valores máximos de MP_{2,5} se registran en la mañana entre 09:00 y 11:00 con valores cercanos a 19 µg/m³, luego comienzan a descender hasta los mínimos nocturnos. Los mayores valores de MP_{2,5} en la curva del percentil 95% son cercanos a 45 µg/m³ entre 23:00 y 02:00 del día siguiente y los menores valores se registran alrededor de las 19:00 con 28 µg/m³. La curva del percentil 5% tiene valores en el rango 3 a 5 µg/m³, con valores concentraciones en la madrugada.

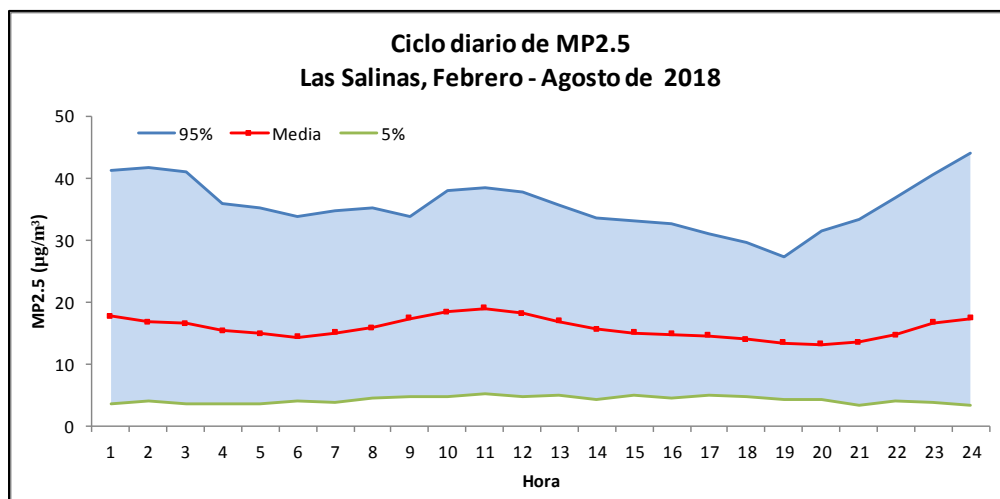


Figura 3-66: Ciclo diario de MP_{2,5}, Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

De acuerdo a Figura 3-67, para la estación Viña del Mar se aprecia un ciclo diario de MP_{10} para el año 2017 similar al ciclo del $MP_{2.5}$, pero con mayores concentraciones. Al igual que $MP_{2.5}$, el ciclo diario promedio de MP_{10} tiene menores valores durante la madrugada con mínimos cercanos a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ alrededor de las 06:00 y 07:00. Los valores más altos se alcanzan en las mañanas y noches alrededor de las 09:00 y 20:00 con valores cercanos a $44 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Durante la tarde las concentraciones disminuyen levemente hasta $38 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para la curva del percentil 95% los valores máximos se alcanzan en la noche, alrededor de las 19:00 con $94 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y mínimos de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ alrededor de las 07:00. La curva del percentil 5% presenta valores más bajos durante la madrugada, cercanos a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

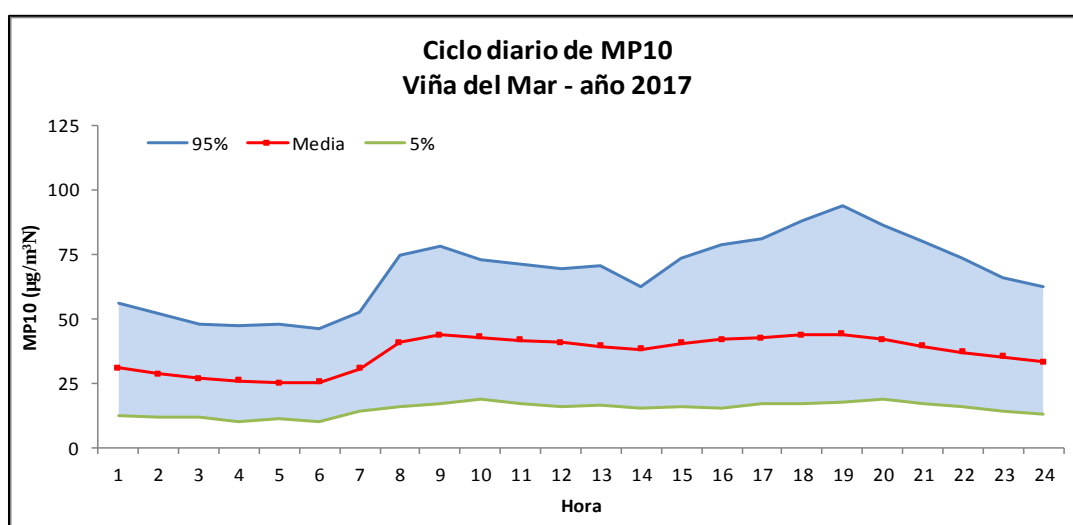


Figura 3-67: Ciclo diario de MP_{10} , Estación Viña del Mar – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo con la Figura 3-68, el ciclo promedio de MP_{10} en la estación Las Salinas es similar al ciclo de MP_{10} de Viña del Mar, aunque con valores levemente menores. El ciclo diario promedio de MP_{10} tiene menores valores durante la madrugada con mínimos cercanos a $23 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ alrededor de las 06:00. Los valores más altos se alcanzan en las mañanas, alrededor de las 10:00 con $35 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, luego descienden hasta concentraciones promedios de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ alrededor de las 20:00. En la tarde alrededor de las 18:00 se alcanza un máximo secundario de $32 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Para la curva del percentil 95% los valores máximos se alcanzan alrededor de las 23:00 con $67 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y mínimos de $44 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ durante la madrugada. La curva del percentil 5% presenta valores más bajos de MP_{10} durante la madrugada cercanos a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y más altos en la tarde cercanos a $14 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

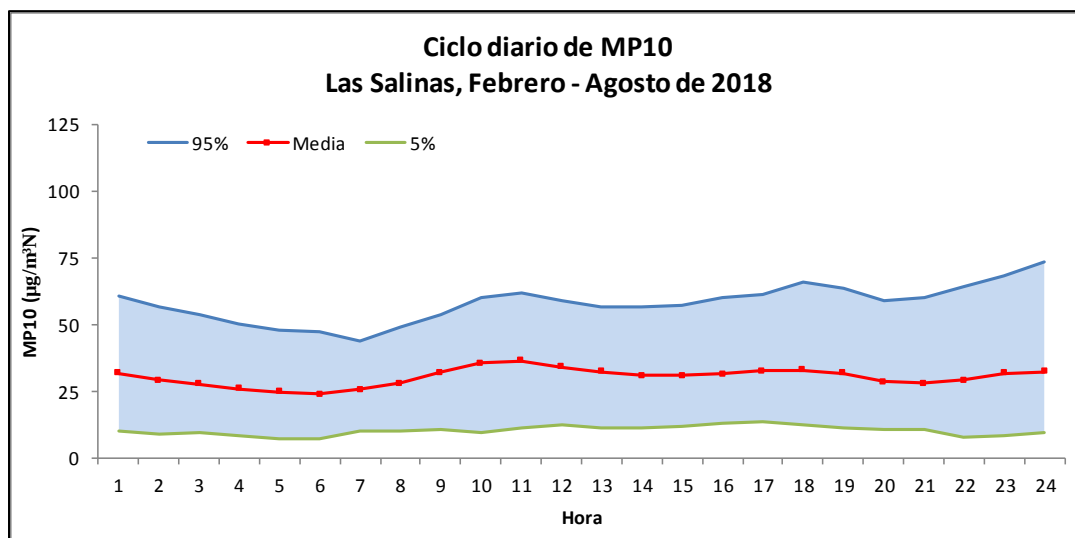


Figura 3-68: Ciclo diario de MP₁₀, Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

La Figura 3-69 presenta el ciclo diario de SO₂ para el año 2007 en la estación Viña del Mar. Se aprecia un ciclo con mayores concentraciones durante la madrugada y menores durante la tarde-noche entre 18:00 y 21:00. Para el ciclo promedio los valores más altos son cercanos a 14 ppb entre 03:00 y 07:00, en cambio las concentraciones más bajas son cercanas a 3 ppb. La curva del percentil 95% tiene concentraciones máximas de 33 ppb y mínimas de 8 ppb. La curva del percentil 5% tiene concentraciones mínimas cercanas a 0 ppb.

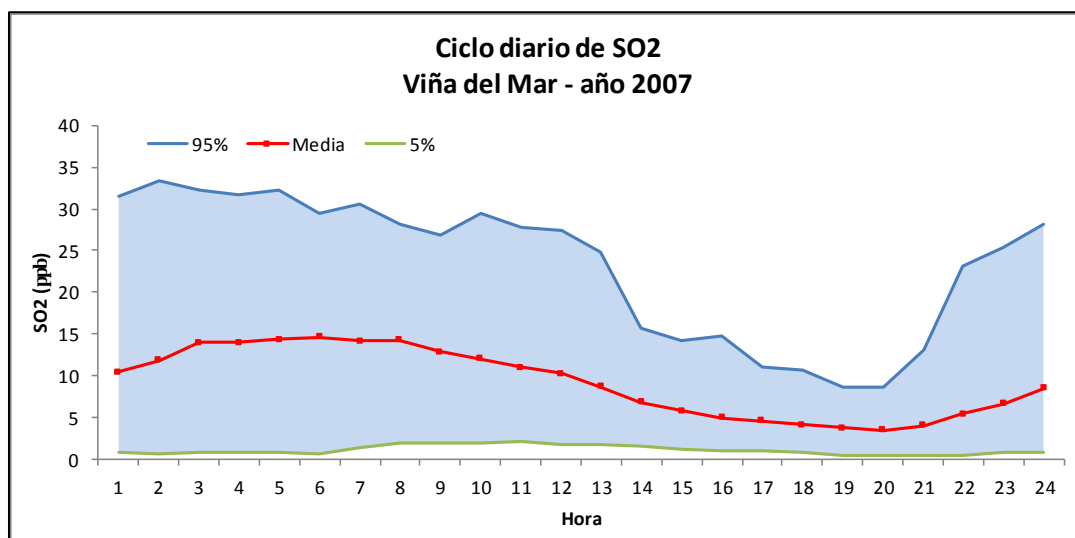


Figura 3-69: Ciclo diario de SO₂, Estación Viña del Mar – 2007

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

La Figura 3-70 presenta el ciclo diario de SO₂ para la estación Las Salinas para el período Febrero a Agosto de 2018. Se aprecia un ciclo con poca variabilidad y concentraciones menores a las registradas en Viña del Mar durante el año 2007. Para el ciclo promedio los valores más altos son cercanos a 3,6 ppb entre 10:00 y 12:00, en cambio las concentraciones más bajas son cercanas a 1,5 ppb durante la tarde entre 15:00 y 19:00. La curva del percentil 95% tiene concentraciones máximas cercanas 10 ppb entre 10:00 y 13:00 y mínimas de 4 ppb a las 18:00. La curva del percentil 5% tiene concentraciones mínimas cercanas a 0 ppb.

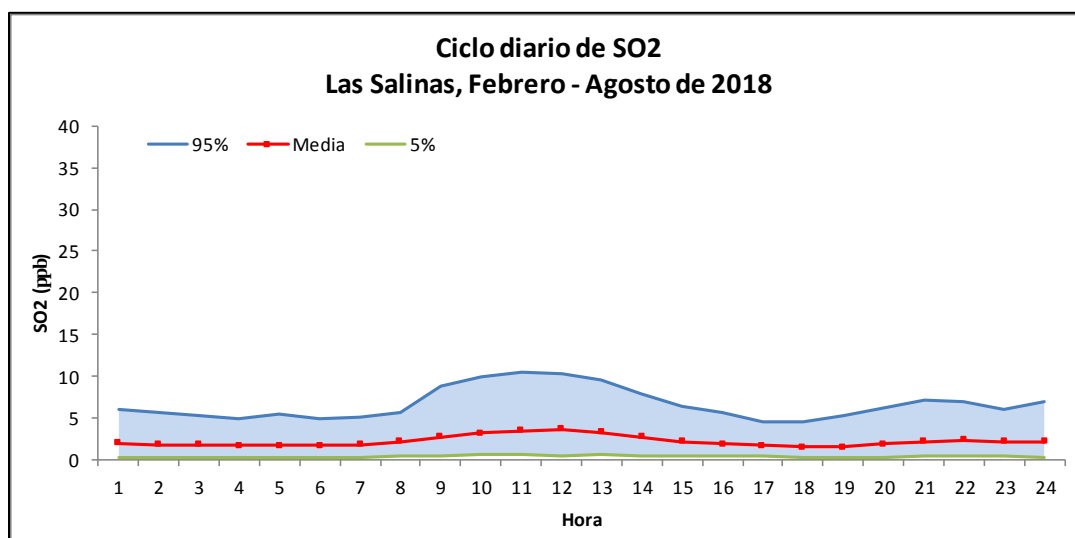


Figura 3-70: Ciclo diario de SO₂, Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

La Figura 3-71 presenta el ciclo diario de NO₂ para el año 2007 en la estación Viña del Mar. Se aprecia un ciclo con dos máximos, uno principal durante la noche alrededor de las 21:00 y uno secundario alrededor de las 10:00. Las menores concentraciones se registran en la madrugada y en la tarde. Para el ciclo promedio de NO₂ los valores más altos son cercanos a 19 ppb en la noche y 16 ppb en la mañana. Las menores concentraciones son cercanas a 10 ppb. La curva del percentil 95% tiene concentraciones máximas de 35 ppb y mínimas de 18 ppb. La curva del percentil 5% tiene concentraciones en el rango 3 ppb a 7 ppb.

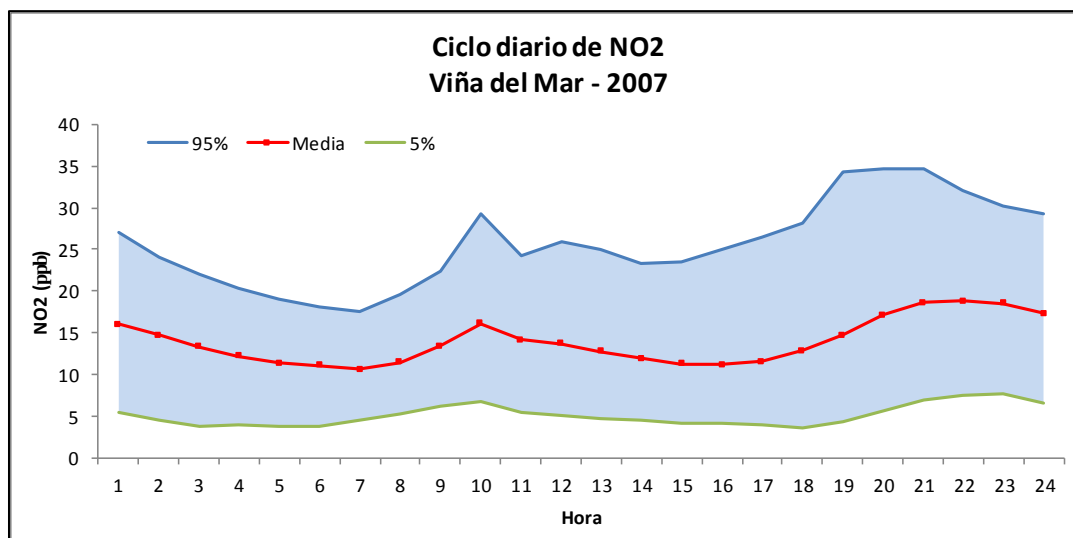


Figura 3-71: Ciclo diario de NO₂, Estación Viña del Mar – 2007

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

La Figura 3-72 presenta el ciclo diario de NO₂ para la estación Las Salinas para el período Febrero a Agosto de 2018. Se aprecia un ciclo similar al ciclo de NO₂ de Viña del Mar durante el año 2007, pero con menores concentraciones. Para el ciclo promedio los valores más altos son cercanos a 13 ppb entre 08:00 y 09:00 y durante la noche, en cambio las concentraciones más bajas son cercanas a 5 ppb durante la tarde entre 14:00 y 15:00. La curva del percentil 95% tiene concentraciones máximas de 28 ppb entre 20:00 y 22:00 y mínimas de 14 ppb alrededor de las 17:00. La curva del percentil 5% tiene concentraciones mínimas de NO₂ cercanas a 1 ppb durante la tarde.

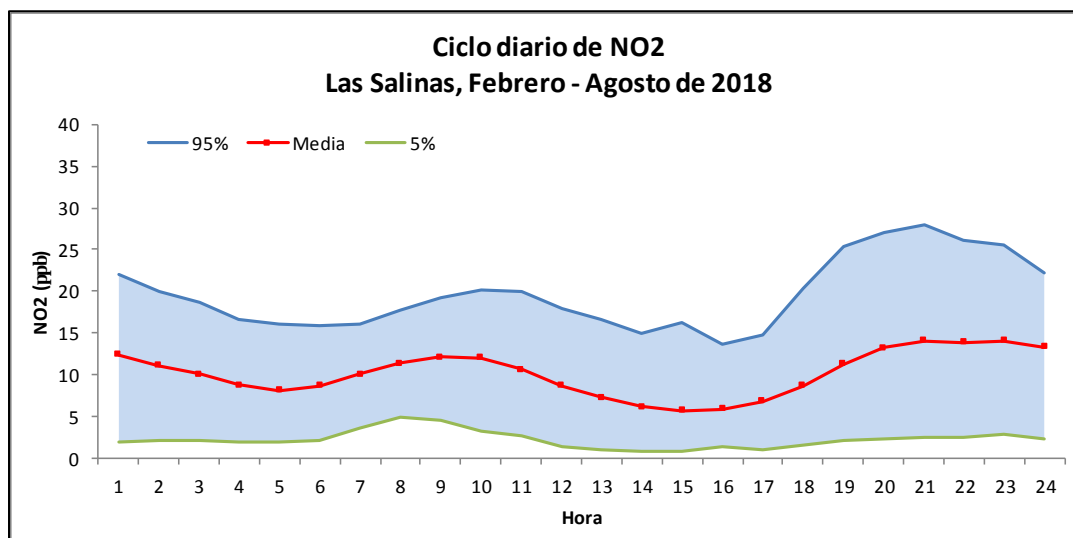


Figura 3-72: Ciclo diario de NO₂, Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

La Figura 3-73 presenta el ciclo diario de O_3 para el año 2016 en la estación Viña del Mar. Se aprecia un ciclo con valores más altos durante la tarde a las horas de mayor radiación solar, entre 13:00 y 16:00 y menores alrededor de las 08:00. Para el ciclo promedio de O_3 los valores más altos son cercanos a 14 ppb y los menores cercanos a 3 ppb. La curva del percentil 95% tiene concentraciones máximas de 24 ppb y mínimas de 10 ppb. La curva del percentil 5% tiene concentraciones en el rango de 1 ppb a 4 ppb.

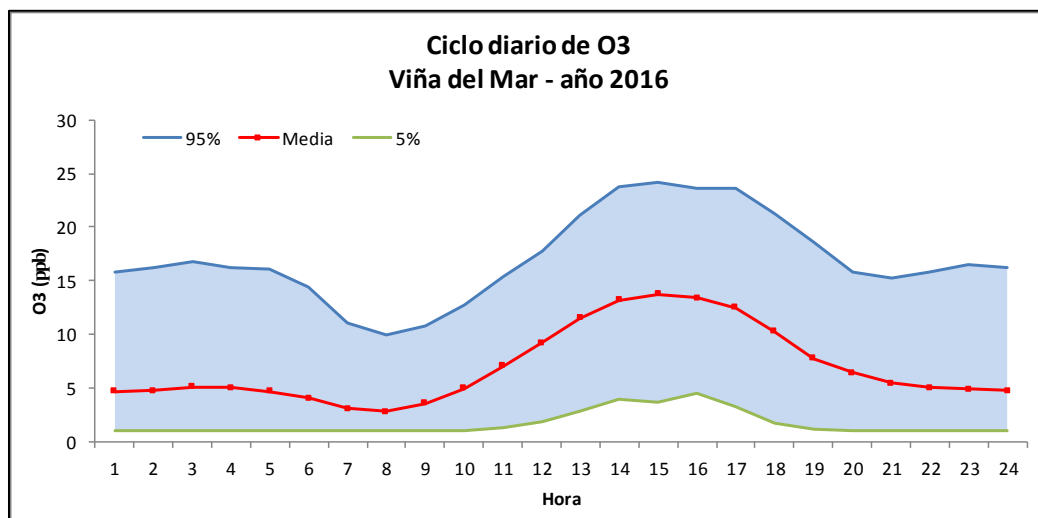


Figura 3-73: Ciclo diario de O_3 , Estación Viña del Mar – 2016

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

La Figura 3-74 presenta el ciclo diario de O_3 para la estación Las Salinas para el período Febrero a Agosto de 2018. Se aprecia un ciclo similar al ciclo de O_3 de Viña del Mar durante el año 2016, pero con mayores concentraciones y una mayor diferencia entre los valores máximos y mínimos. Para el ciclo promedio los valores más altos son cercanos a 23 ppb entre 15:00 y 16:00, en cambio las concentraciones más bajas son cercanas a 5 ppb alrededor de las 07:00. La curva del percentil 95% tiene concentraciones máximas de 32 ppb entre 15:00 y 16:00 y mínimas de 17 ppb a las 07:00. La curva del percentil 5% tiene concentraciones de O_3 mínimas cercanas a 0 ppb y máximas en la tarde cercanas a 13 ppb.

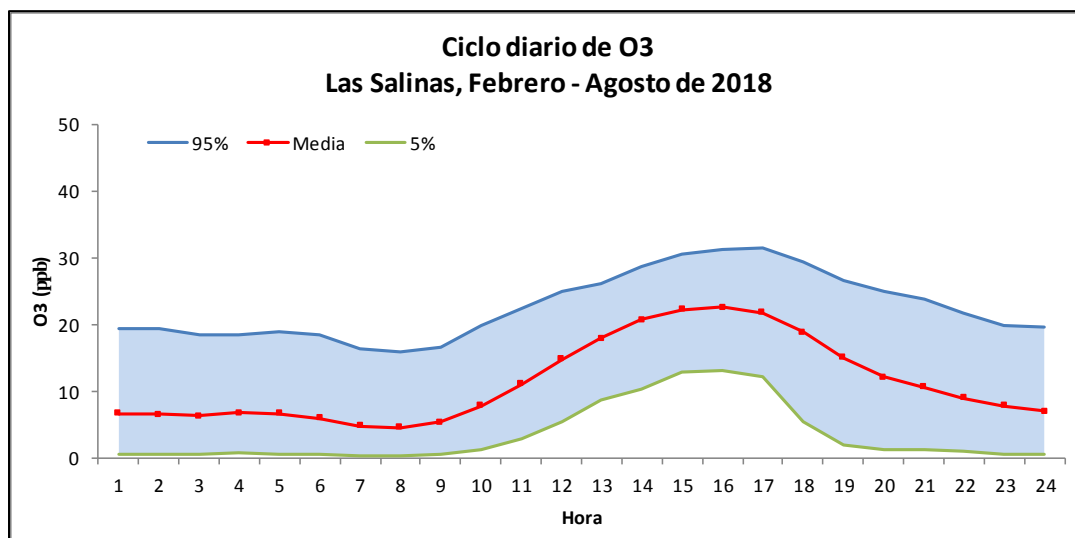


Figura 3-74: Ciclo diario de O₃, Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

La Figura 3-75 presenta el ciclo diario de CO para el año 2007 en la estación Viña del Mar. Se aprecia un ciclo similar al ciclo de MP_{2,5} con valores más altos durante la mañana y tarde. Para el ciclo promedio de CO los valores más altos son cercanos a 0,7 ppm alrededor de las 10:00 en la mañana y alrededor de las 21:00 en la noche, en cambio las menores concentraciones son en la madrugada y tarde cercanas a 0,3 ppm. La curva del percentil 95% tiene concentraciones máximas de 2,1 ppm alrededor de las 21:00 y mínimas de 0,7 ppm. La curva del percentil 5% tiene concentraciones mínimas cercanas a 0 ppm.

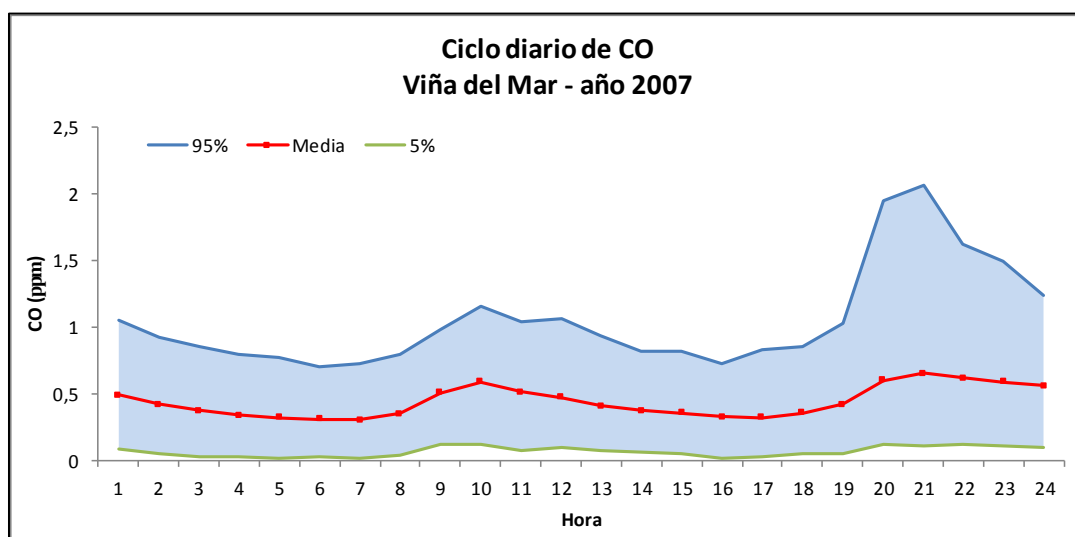


Figura 3-75: Ciclo diario de CO, Estación Viña del Mar – 2007

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

La Figura 3-76 presenta el ciclo diario de CH₄ para la estación Las Salinas para el período Febrero a Agosto de 2018. Se aprecia un ciclo diario muy plano con concentraciones con variaciones muy pequeñas durante el día para las 3 curvas, especialmente para el ciclo promedio con valores cercanos a 1,5 ppm. Para el ciclo del percentil 95% las concentraciones son cercanas a 1,9 ppm y para el percentil 5% las concentraciones son cercanas a 1,1 ppm.

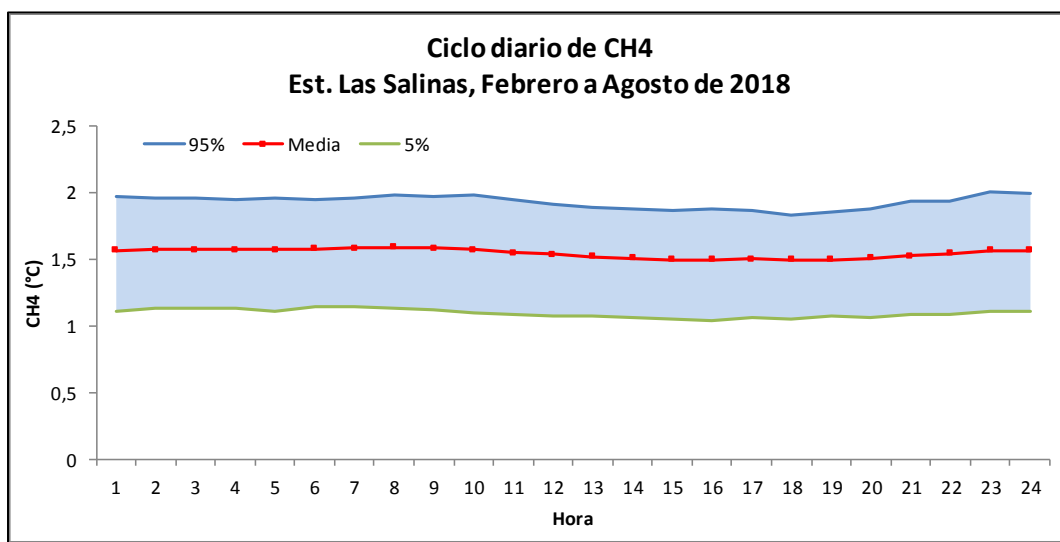


Figura 3-76: Ciclo diario de CH₄, Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

La Figura 3-77 presenta el ciclo diario de HCNM para la estación Las Salinas para el período Febrero a Agosto de 2018. Se aprecia un ciclo diario con variaciones leves de las concentraciones durante gran parte del día y un brusco aumento desde las 22:00 especialmente del ciclo del percentil 95%. Para el ciclo promedio las concentraciones son cercanas a 0,1 ppm hasta las 21:00 con un leve aumento en la mañana alrededor de las 09:00 y un aumento mayor desde las 22:00 hasta una concentración de 0,3 ppm. La forma del ciclo del percentil 95% es similar, pero con concentraciones cercanas a 0,2 ppm hasta las 21:00 y desde las 22:00 aumentan hasta 1,4 ppm. Para el percentil 5% las concentraciones son cercanas a 0 ppm.

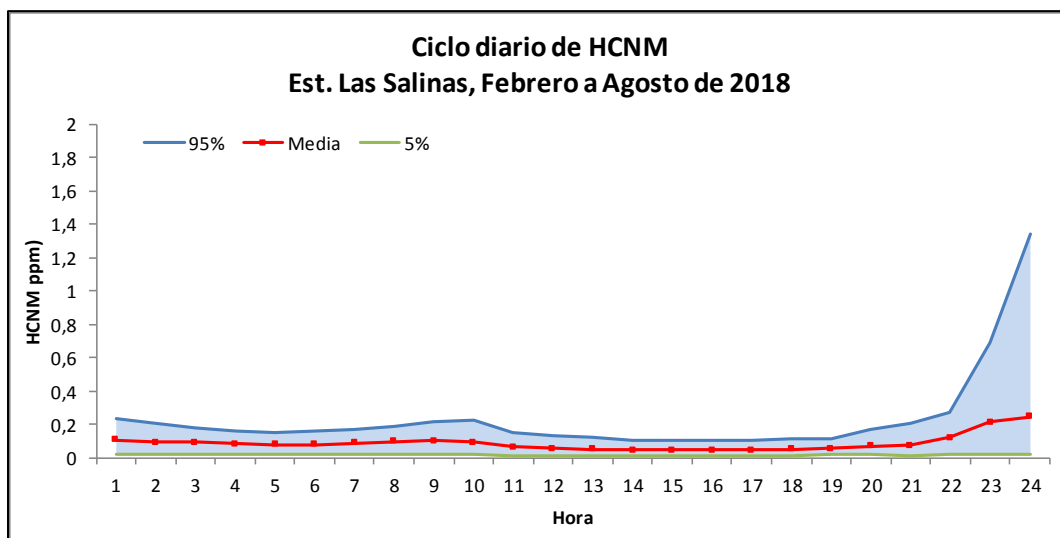


Figura 3-77: Ciclo diario de HCNM, Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

La Figura 3-78 presenta el ciclo diario de HCT para la estación Las Salinas para el período Febrero a Agosto de 2018. Los ciclos corresponden a la suma de los ciclos diarios de CH_4 y HCNM, luego se obtiene un ciclo promedio muy plano con valores cercanos a 1,7 ppm hasta las 21:00 y un aumento hasta 1,9 ppm desde las 22:00. El ciclo para el percentil 95% mantiene valores cercanos a 2,1 ppm hasta las 21:00 y desde las 22:00 hay un aumento hasta 3,5 ppm. El ciclo del percentil 5% tiene concentraciones de HCT cercanas a 1,1 durante todo el día.

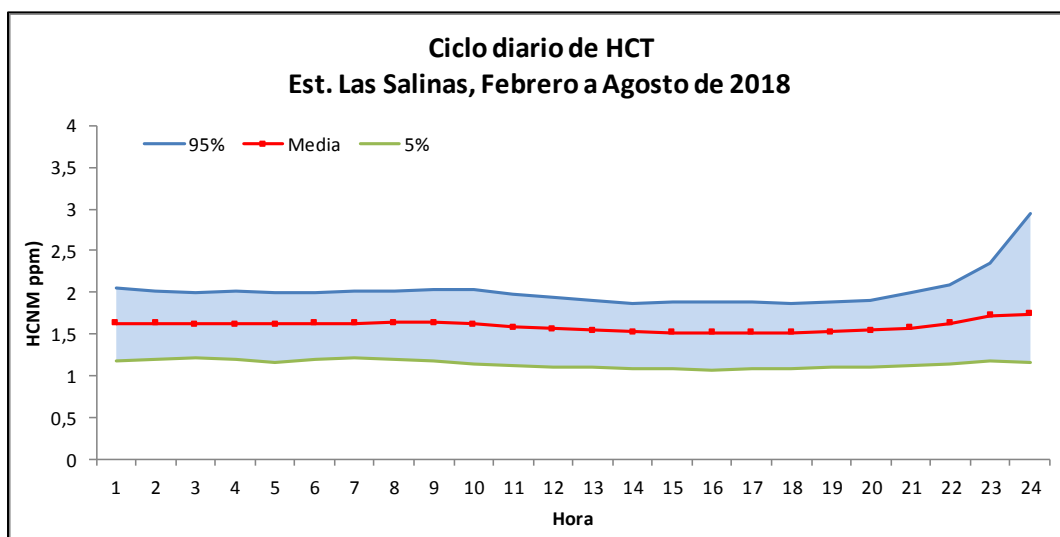


Figura 3-78: Ciclo diario de HCT, Estación Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

3.3.5.3 Ciclos Estacionales

Los ciclos estacionales que se presentan para la estación Viña del Mar, incluyen los contaminantes $MP_{2.5}$, MP_{10} , O_3 , SO_2 , NO_2 y CO . Mientras que para la estación Valparaíso, únicamente se evaluó el $MP_{2.5}$. Para la estación Las Salinas se presentan ciclos parciales con la información disponible para período Febrero a Agosto de 2018.

Desde la Figura 3-79 hasta la Figura 3-90, se presentan ciclos estacionales que corresponden a un gráfico XY que resume el comportamiento de las concentraciones horarias durante el día promedio para cada uno de los meses del año, donde en el eje X están las horas y en el eje Y se ubican los meses.

De acuerdo a la Figura 3-79, el ciclo estacional para las concentraciones horarias de $MP_{2.5}$, en la estación Viña del Mar muestra mayores valores durante las noches y madrugadas de Enero y Febrero, alcanzando máximas horarias cercanas a $36 \mu g/m^3$. En los meses más fríos (Mayo a Julio), se aprecia aumentos de concentraciones entre 09:00 y 13:00 y en la noche entre 19:00 y 01:00 alcanzando máximos cercanos a $23 \mu g/m^3$. Los valores más bajos se aprecian en las tardes y madrugadas de meses de primavera y comienzo del otoño cercanos a $5 \mu g/m^3$.

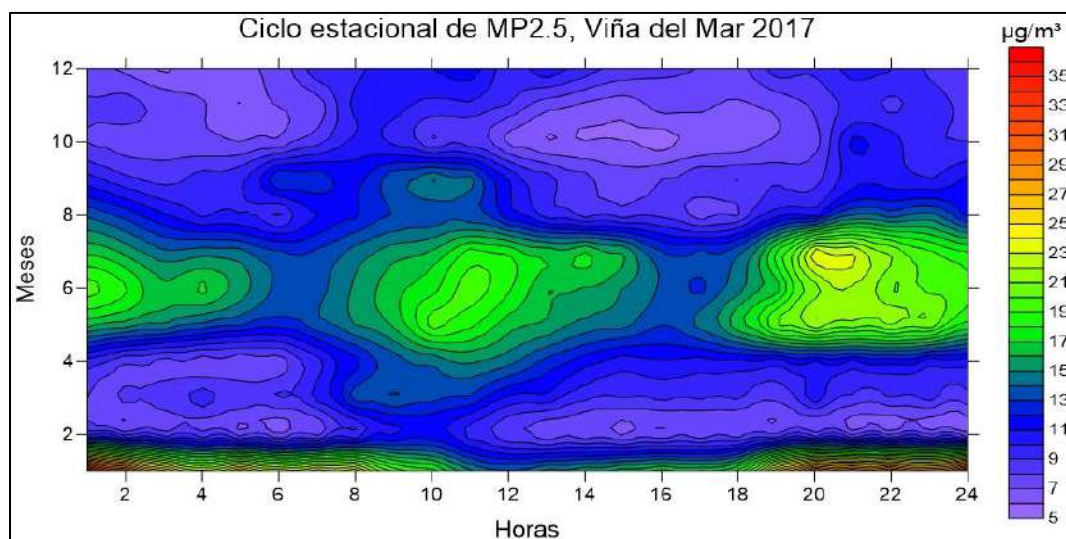


Figura 3-79: Ciclo estacional de $MP_{2.5}$, Viña del Mar – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-80 el ciclo estacional de las concentraciones horarias de $MP_{2.5}$ en la estación Valparaíso, tiene un comportamiento similar al ciclo estacional de $MP_{2.5}$ en Viña del Mar, pero se alcanzan concentraciones menores de $MP_{2.5}$. Se aprecian mayores concentraciones durante las noches y madrugadas de Enero y Febrero, que alcanzan máximas horaria cercanas a $28 \mu g/m^3$. En los meses de otoño- invierno (Abril a Septiembre), se aprecia aumentos de concentraciones entre 09:00 y 13:00 y en la noche entre 19:00 y 01:00 alcanzando máximos cercanos a $23 \mu g/m^3$ en el mes de Julio. Los valores más bajos se aprecian en las tardes y madrugadas de los meses de primavera cercanos a $7 \mu g/m^3$.

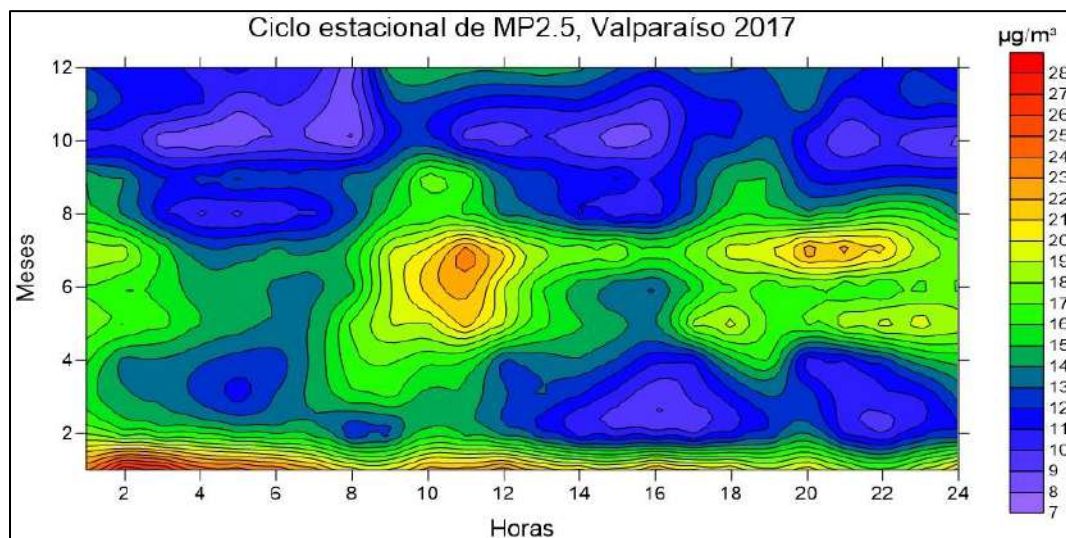


Figura 3-80: Ciclo estacional de MP_{2,5}, Valparaíso – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos estación Valparaíso.

De acuerdo a la Figura 3-81, el ciclo estacional de las concentraciones horarias de MP_{2,5} en la estación Las Salinas, tiene un comportamiento similar al ciclo estacional de MP_{2,5} en Viña del Mar, pero se alcanzan concentraciones mayores entre Mayo y Junio. Se aprecian mayores concentraciones durante las noches y madrugadas de Mayo y Junio con valores cercanos a 33 µg/m³ y un máximo secundario entre 10:00 y 12:00 con valores cercanos a 26 µg/m³. Las menores concentraciones se registran entre Febrero y Marzo con valores entre 5 y 11 µg/m³ en promedio.

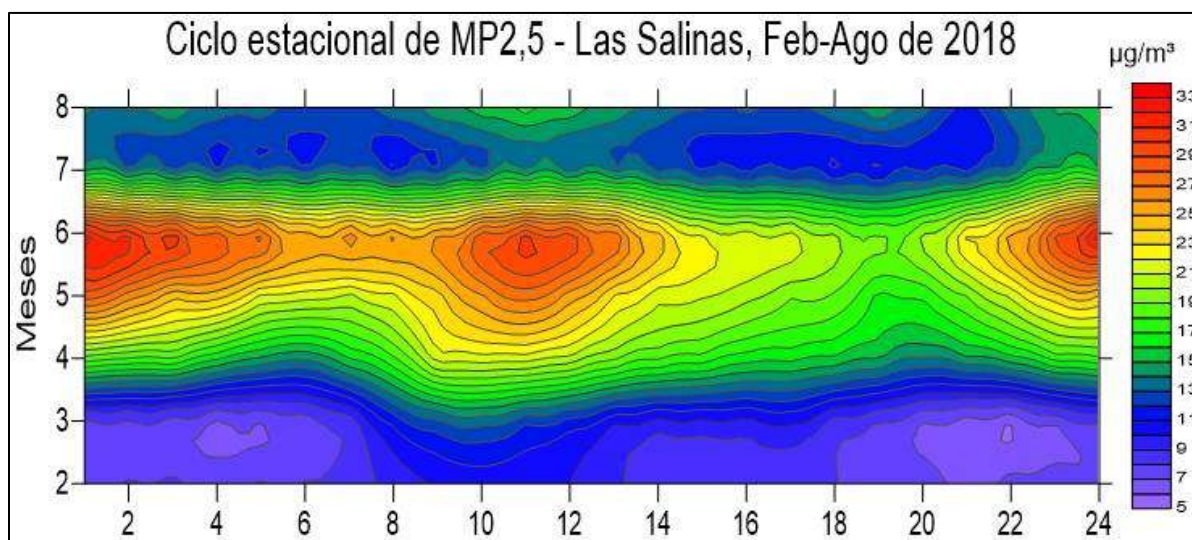


Figura 3-81: Ciclo estacional de MP_{2,5}, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

De acuerdo a la Figura 3-82, el ciclo estacional para MP_{10} en la estación Viña del Mar muestra mayores concentraciones durante las mañanas y tardes de Enero y Febrero con máximos cercanos a $62 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Entre Marzo y Abril hay un aumento de concentraciones durante la mañana hasta valores cercanos a $56 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, situación similar a las noches de los meses de Junio y Julio. Los valores más bajos se aprecian en las madrugadas de Marzo a Diciembre con concentraciones cercanas a $16 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

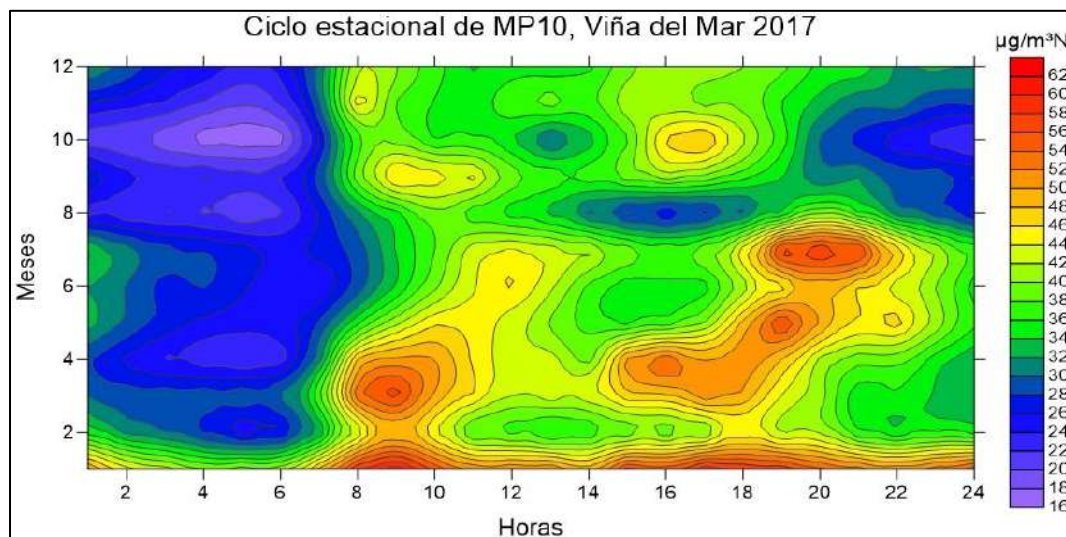


Figura 3-82: Ciclo estacional de MP_{10} , Estación Viña del Mar – 2017

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-83, el ciclo estacional para MP_{10} en la estación Las Salinas muestra mayores concentraciones durante las mañanas, entre 09:00 y 12:00 con un desplazamiento de la hora de ocurrencia del máximo en la medida que avanzan los meses, es decir ocurre más tarde. Durante las noches y madrugada hay un máximo secundario. En promedio las mayores concentraciones son cercanas a $44 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, con mayor cantidad de horas cercanas a ese valor en el mes de Junio. Durante el mes de Agosto se aprecia un aumento de concentraciones alrededor del mediodía y cerca de las 18:00 con máximos cercanos a $42 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Las menores concentraciones se registran en las noches y madrugadas de Febrero y Marzo con valores cercanos a $18 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Durante las tardes, entre 14:00 y 19:00 las concentraciones son cercanas a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

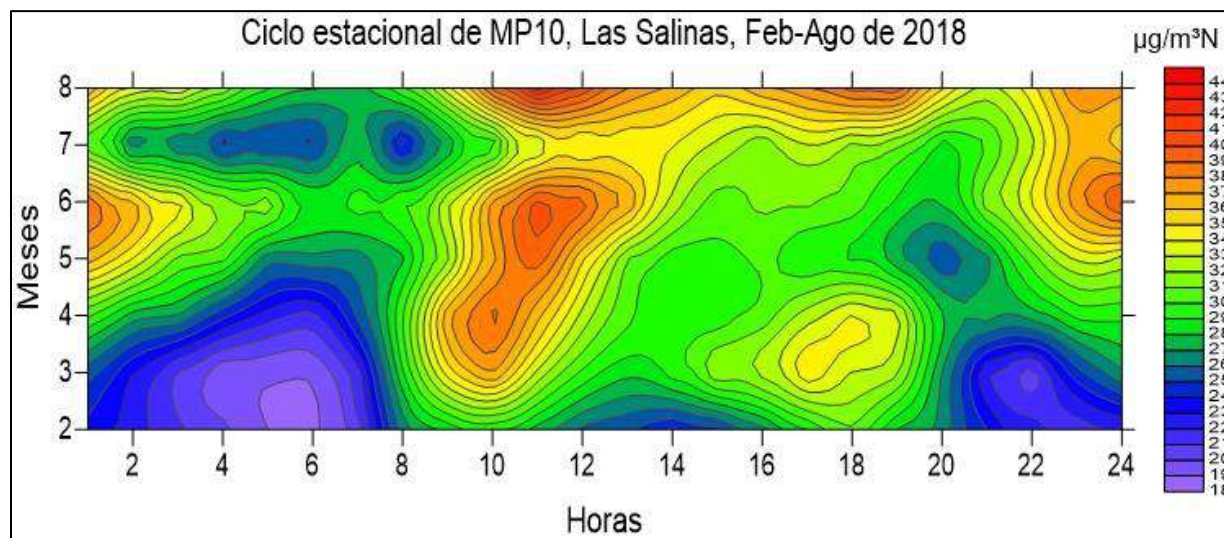


Figura 3-83: Ciclo estacional de MP₁₀, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

De acuerdo a la Figura 3-84, el ciclo estacional para O₃ en la estación de Viña del Mar durante el período Enero a Octubre del año 2016 muestra mayores concentraciones durante la tarde, entre 15:00 y 18:00, con valores más altos en los meses de Marzo y Abril cercanos a 17 ppb y más altos aún entre Septiembre y Octubre con valores de 22 ppb. Las menores concentraciones ocurren en las madrugadas con valores cercanos a 0 ppb.

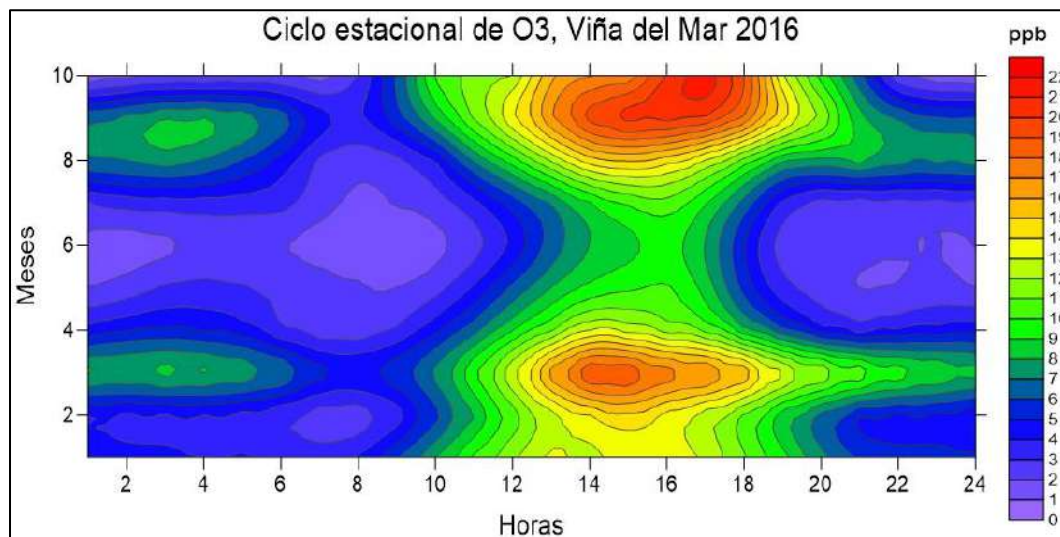


Figura 3-84: Ciclo estacional de O₃, Estación Viña del Mar – 2016

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-85, el ciclo estacional para O_3 en la estación de Viña del Mar durante el período Febrero a Agosto de 2018 es similar al ciclo de la estación Viña del Mar, pero con mayores concentraciones de O_3 . Se aprecia que las mayores concentraciones son a las horas de mayor radiación solar, entre 12:00 y 18:00, disminuyendo las concentraciones máximas desde valores cercanos a 26 ppb en Febrero hasta 17ppb en Junio, desde Julio comienza un aumento de las concentraciones. Durante la madrugada, desde las 00:00 hasta las 08:00 las concentraciones de O_3 son menores a 8 ppb durante todo el período.

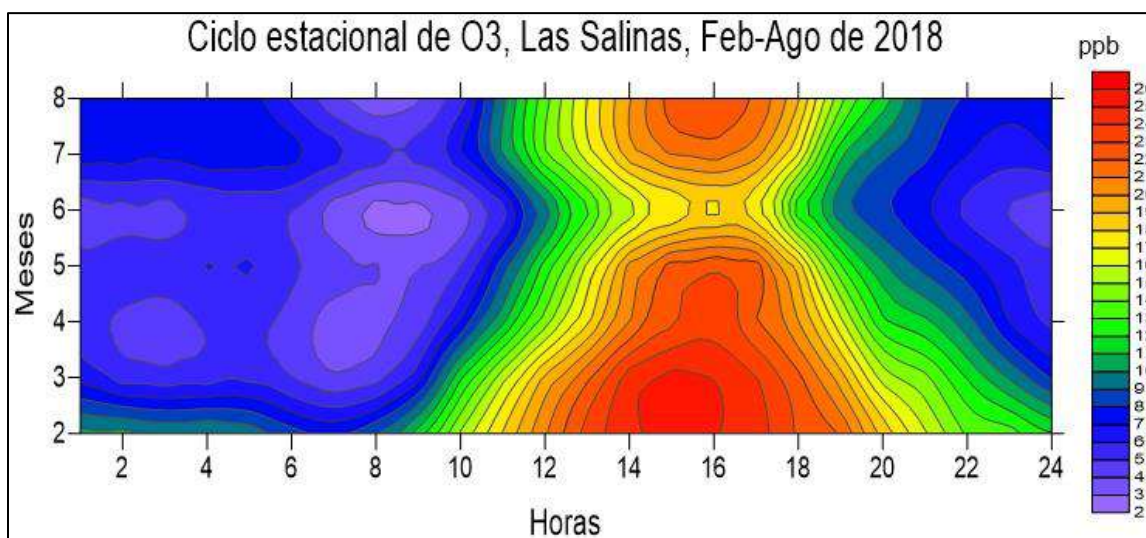


Figura 3-85: Ciclo estacional de O_3 , Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

De acuerdo a la Figura 3-86, el ciclo estacional para SO_2 en la estación de Viña del Mar durante el año 2007 muestra mayores concentraciones durante la madrugada, siendo más altas durante los meses Febrero a Mayo y de Octubre a Noviembre, períodos que alcanzan concentraciones cercanas a 21 ppb en promedio. En cambio, durante las tardes los valores disminuyen hasta concentraciones cercanas a 2 ppb durante todo el año.

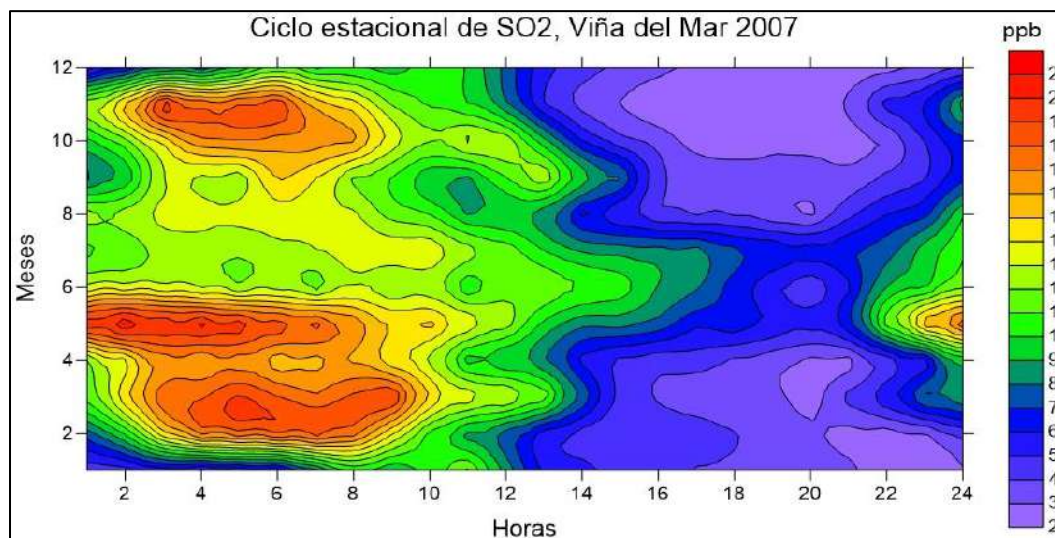


Figura 3-86: Ciclo estacional de SO₂, Viña del Mar – 2007

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-87, el ciclo estacional para SO₂ en la estación Las Salinas durante el período Febrero a Agosto de 2018 muestra mayores concentraciones alrededor de las 09:00 de Febrero con un valor cercano a 6,2 ppb durante los meses siguientes las concentraciones comienzan a disminuir, pero se van registrando más tarde hasta un valor cercano a 3 ppb alrededor de las 13:00 en Julio. Para la mayoría de los meses, las concentraciones durante las horas distintas a la ocurrencia del máximo no superan 2 ppb, excepto en la noche de los meses de Mayo y Junio con concentraciones cercanas a 3,5 ppb.

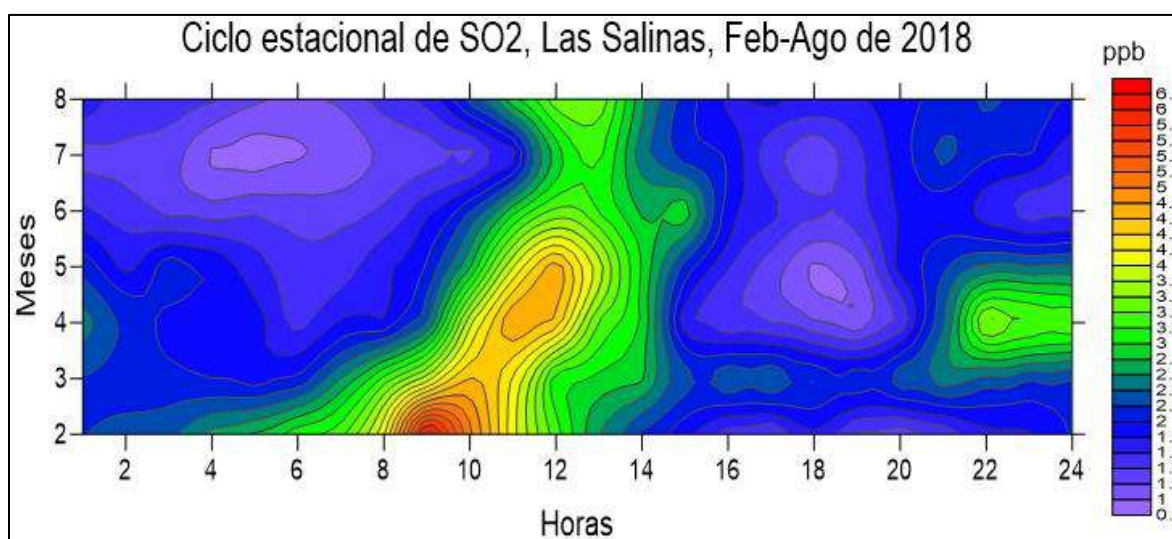


Figura 3-87: Ciclo estacional de SO₂, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

De acuerdo a la Figura 3-88, el ciclo estacional para NO_2 en la estación de Viña del Mar durante el año 2007 muestra un ciclo anual con mayores concentraciones en los meses de Abril a Junio, especialmente durante las mañanas y noches. Las concentraciones más altas se alcanzan durante las noches de Mayo con valores cercanos a 30 ppb entre 20:00 y 22:00. Las menores concentraciones son alrededor de las 07:00 durante todo el año. Además, entre los meses de Diciembre a Febrero las concentraciones se mantienen bajas durante todo el día con valores entre 5 y 10 ppb.

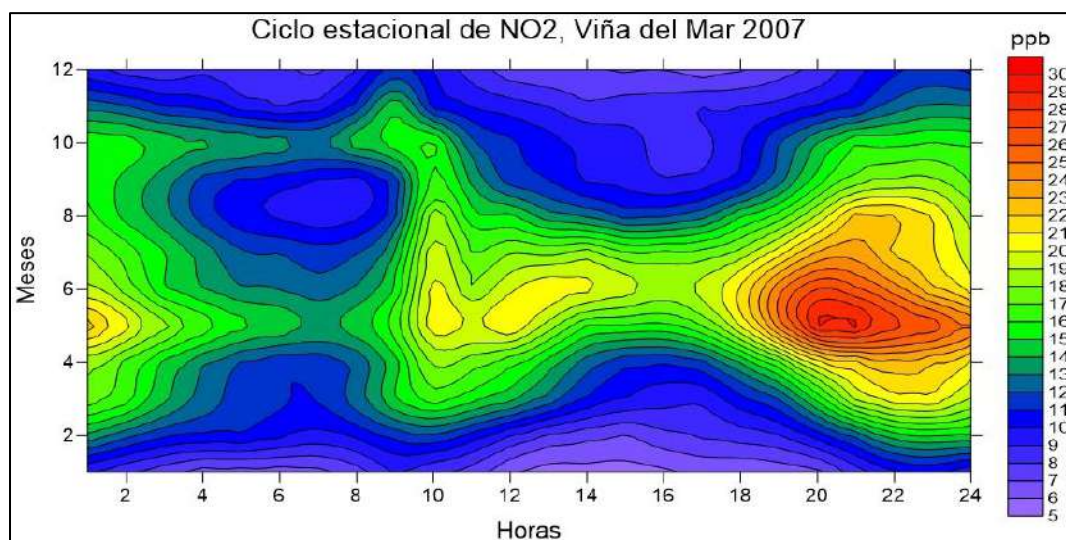


Figura 3-88: Ciclo estacional de NO_2 , Viña del Mar – 2007

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-89, el ciclo estacional para NO_2 en la estación Las Salinas durante el período Febrero a Agosto de 2018 muestra mayores concentraciones en los meses de Abril a Junio, especialmente durante las mañanas y noches, siendo más altas entre las 20:00 y 23:00 con valores cercanos a 19 ppb. Se aprecia un aumento de las concentraciones desde Febrero hasta Julio, desde máximos cercanos a 9 pp hasta 19 ppb. Las concentraciones menores se registran en las tardes, siendo menores en los meses de Febrero y Marzo con valores cercanos a 2 ppb.

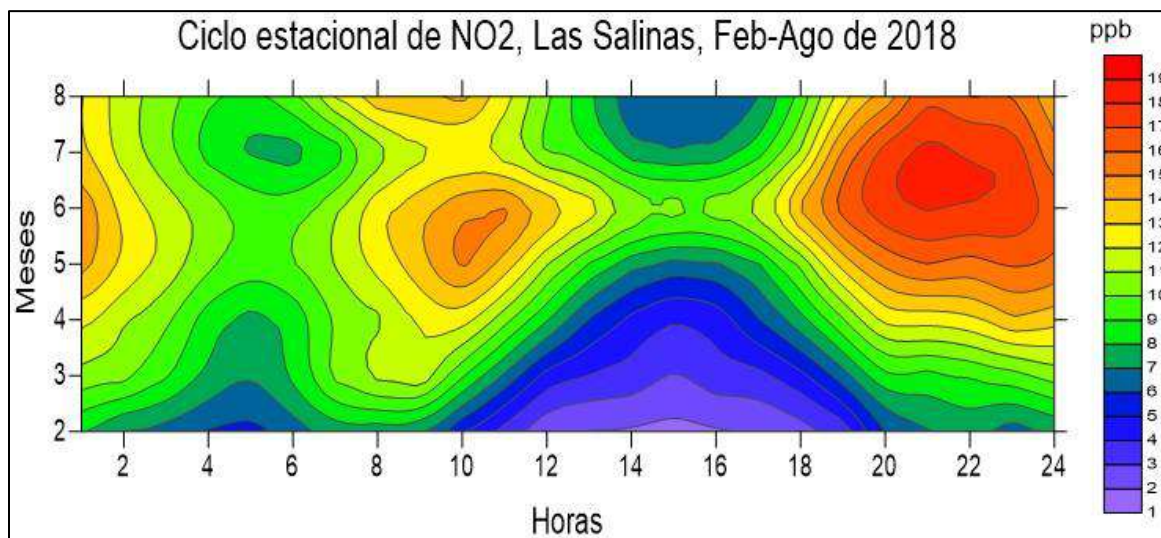


Figura 3-89: Ciclo estacional de NO₂, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

De acuerdo a la Figura 3-90, el ciclo estacional para CO en la estación de Viña del Mar durante el año 2007 muestra un ciclo anual similar al ciclo del NO₂, con mayores concentraciones en los meses de Abril a Julio, especialmente durante las mañanas y noches. Las concentraciones más altas se alcanzan durante las noches de Mayo a Julio con valores cercanos a 1,3 ppm entre 20:00 y 22:00. Durante estos meses el máximo secundario en las mañanas, de 09:00 a 12:00 es cercano a 0,8 ppm. Las menores concentraciones se registran durante todo el año durante la madrugada y las tardes con valores cercanos a 0,2 ppm en promedio. Desde Octubre a Marzo las concentraciones son menores a 0,5 ppm en promedio durante todo el día.

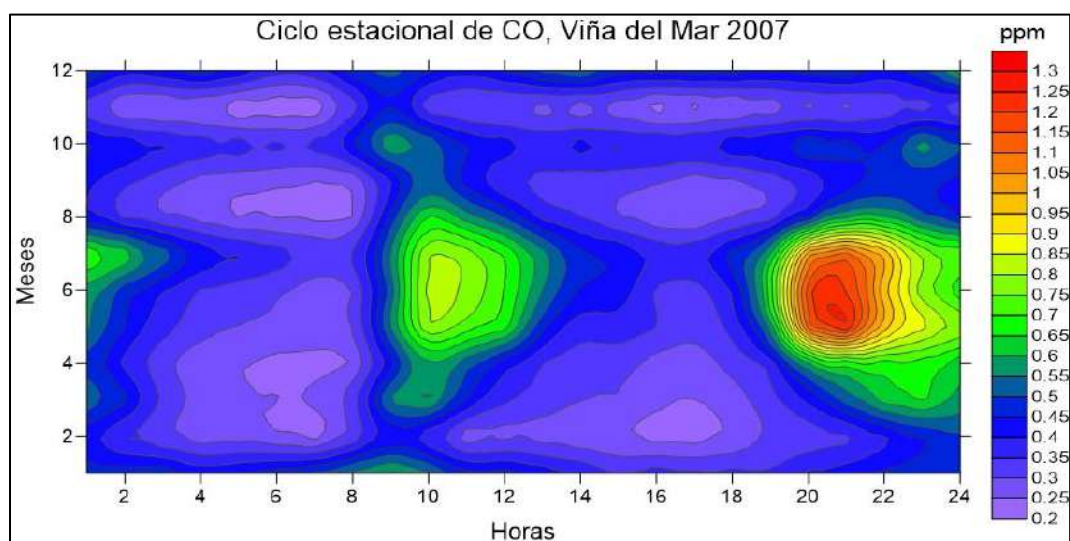


Figura 3-90: Ciclo estacional de CO, Viña del Mar – 2007

Fuente: Elaboración propia con datos estación Viña del Mar.

De acuerdo a la Figura 3-91, el ciclo estacional para CH₄ en la estación Las Salinas durante el período Febrero a Agosto de 2018 muestra un ciclo relativamente plano (con poca variabilidad) durante el día, lo cual se aprecia en el ciclo diario de CH₄ (Figura 3-76), pero con mayores niveles en Febrero, Junio y Julio cercanos a 1.8 ppm. Las menores concentraciones se registran en los meses de Marzo-Abril con valores cercanos a 1 ppm, especialmente entre las 12:00 y 22:00.

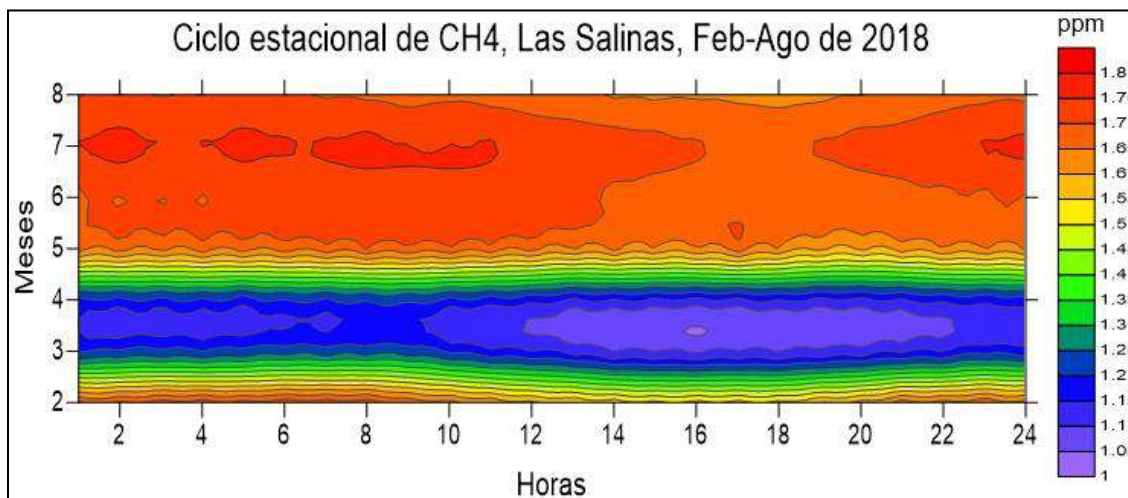


Figura 3-91: Ciclo estacional de CH₄, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

De acuerdo a la Figura 3-92, el ciclo estacional para HCNM en la estación Las Salinas durante el período Febrero a Agosto de 2018 muestra un ciclo relativamente plano durante el día, especialmente entre Febrero y Abril con valores menores a 0,18 ppm. Desde Mayo, se aprecia un aumento de las concentraciones durante las noches que alcanza máximos cercanos a 0.6 ppm entre las 23:00 y 24:00 de Junio.

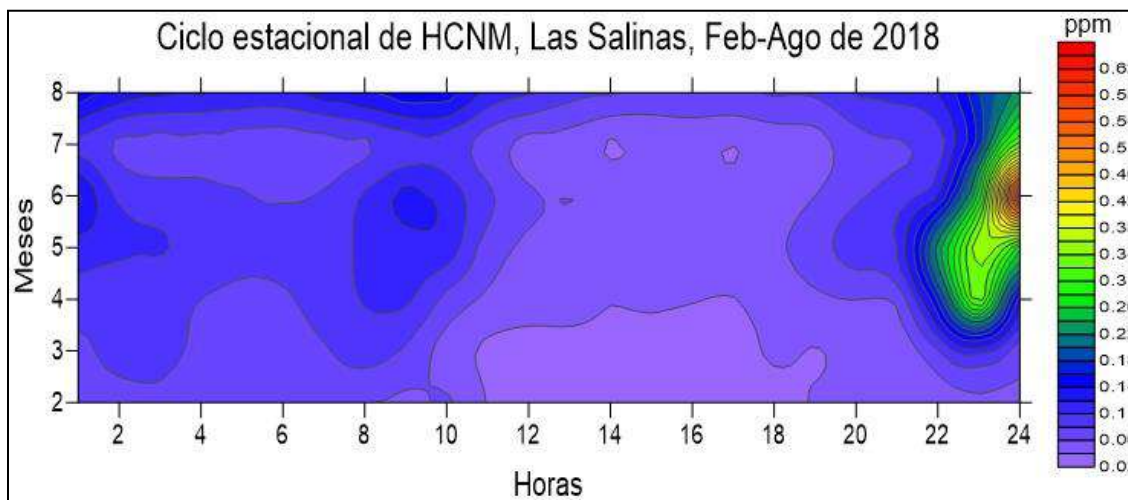


Figura 3-92: Ciclo estacional de HCNM, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

De acuerdo a la Figura 3-93, el ciclo estacional para HCT en la estación Las Salinas durante el período Febrero a Agosto de 2018 corresponde a la suma de los ciclos de CH₄ y HCNM. Por este motivo, el ciclo es bastante plano durante el día y con un aumento de las concentraciones en los meses de Febrero, Junio y Julio con valores cercanos a 1,8 ppm. Producto del aumento de las concentraciones de HCNM en las noches de Mayo a Julio, se alcanzan valores máximos cercanos a 2,3 ppm alrededor de las 23:00 en los meses de Junio y Julio. Las concentraciones menores se obtienen entre Marzo y Abril con valores cercanos a 1 ppm.

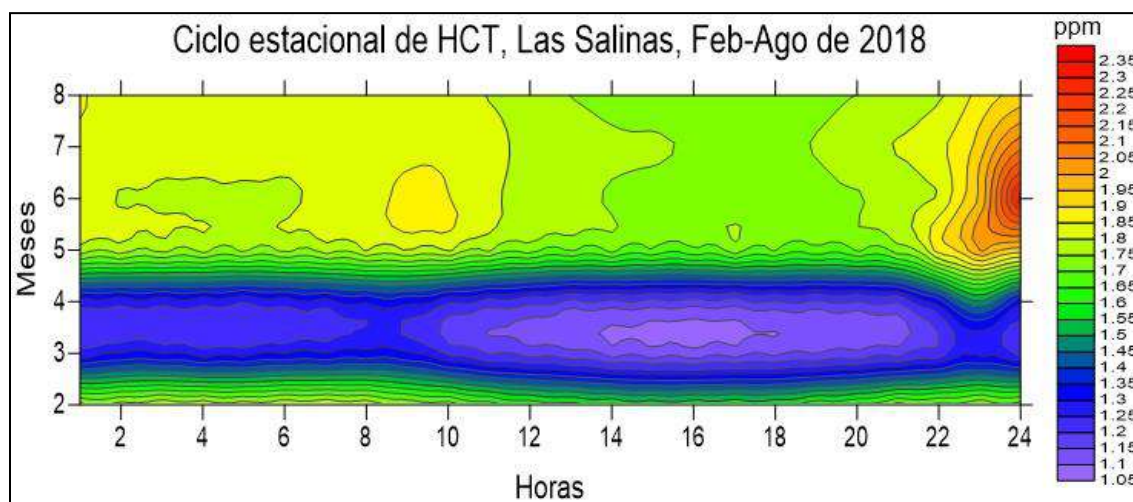


Figura 3-93: Ciclo estacional de HCT, Las Salinas, Febrero-Agosto de 2018

Fuente: Elaboración propia con datos estación Las Salinas.

3.3.5.4 Evaluación de normas de calidad de Aire

Las tablas y gráficos que se presentan a continuación resumen los valores o indicadores de cumplimiento de las normas primarias de calidad de aire hasta el año 2017 en las estaciones Viña del Mar y Valparaíso, incluyendo además la estación Las Salinas para los meses de Febrero a Agosto de 2018.

3.3.5.4.1 Evaluación de Normas de MP₁₀

Tal como se observa en la Tabla 3-24 y en la Figura 3-94, la estación Viña del Mar registra un percentil 98 de las concentraciones diarias de MP₁₀ menor a la norma diaria durante el año 2017 alcanzando un valor de 63 µg/m³N, lo cual equivale a un 42% de la norma diaria, levemente menor a lo registrado en 2016 y 2015. La concentración diaria más alta durante los últimos 3 años fue 100 µg/m³N.

Por otro lado, de acuerdo a la Tabla 3-25 y a la Figura 3-94, la estación Las Salinas para el período Febrero a Agosto de 2018 registra una concentración máxima de 62 µg/m³N y un percentil 98 de carácter referencial de 53 µg/m³N que equivale a un 35% de la norma diaria.

De acuerdo a la Tabla 3-24 y a la Figura 3-95, la estación Viña del Mar la cual registra concentraciones anuales de 36 µg/m³N, 42 µg/m³N y 37 µg/m³N entre 2015 y 2017, equivalente a un promedio trianual de 37 µg/m³N es decir un 78% de la norma anual de MP₁₀ establecida en 50 µg/m³N.

Por otro lado, de acuerdo a la Tabla 3-25 y a la Figura 3-95, el promedio del período Febrero a Agosto de 2018 en la estación Las Salinas es 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ equivalente a un 60% del valor establecido en la norma anual.

Tabla 3-24: Monitoreo Aire MP_{10} , Est. Viña del Mar, Periodo 2015 – 2017

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria MP_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)						
			Norma Diaria				Norma Anual		
			Promedio 24h Mínimo	Promedio 24h Máximo	Promedio 24h, P98	% Norma	Promedio Anual	Promedio Trianual	% Norma
Viña del Mar	2015	94,5%	13	88	67	45%	36	--	--
	2016	97,0%	16	90	67	45%	42	--	--
	2017	98,6%	14	100	63	42%	37	39	78%
Límite Máximo Permisible					150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Percentil 98		50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Promedio 3 años		
80% de Norma					120 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$		40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-25: Monitoreo Aire MP_{10} , Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria MP_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)						
			Norma Diaria				Norma Anual		
			Promedio 24h Mínimo	Promedio 24h Máximo	Promedio 24h, P98	% Norma	Promedio Anual	Promedio Trianual	% Norma
Las Salinas	2018	52,1%	12	62	53 ¹	35%	30 ²	30 ²	60%
Límite Máximo Permisible					150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Percentil 98		50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Promedio 3 años		
80% de Norma					120 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$		40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$		

¹ Percentil 98 mediciones solo entre Febrero y Agosto de 2018.

² Valor referencial, solo 7 meses de año 2018.

Fuente: Elaboración propia.

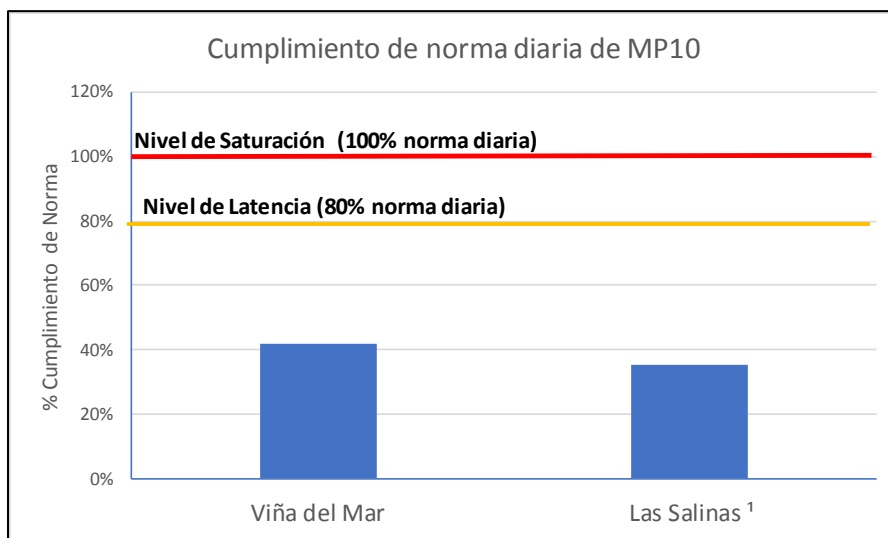


Figura 3-94: Cumplimiento de norma primaria diaria de MP₁₀ 24h (Percentil 98) (% de la norma)

¹ Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 7 meses del año 2018

Fuente: Elaboración propia.

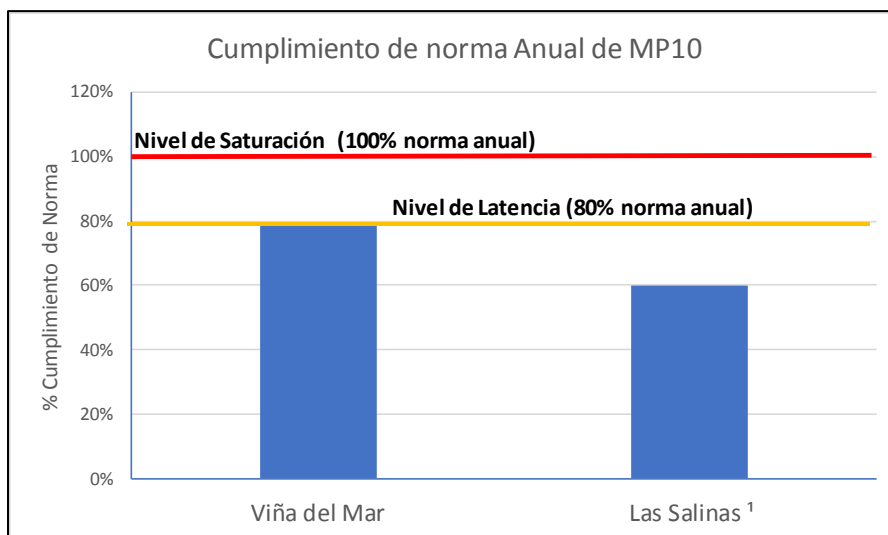


Figura 3-95: Cumplimiento de norma primaria Anual de MP₁₀ (% de la norma)

¹ Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 7 meses de año 2018

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5.4.2 Evaluación de Normas de MP_{2,5}

Según se observa en la Tabla 3-26, en la Tabla 3-27 y en la Figura 3-96, para el año 2017 la estación Viña del Mar tiene un percentil 98 de 31 µg/m³ y la estación Valparaíso un percentil 98 de 34 µg/m³, que equivalen a 62% y 68% de la norma diaria respectivamente, establecida en 50 µg/m³. El año 2017 registra valores de MP_{2,5} inferiores a los registrados en el año 2015.

Por otro lado, de acuerdo a la Tabla 3-28 y a la Figura 3-96, en la estación Las Salinas para el período Febrero-Agosto de 2018 el percentil 98 es 39 µg/m³ que corresponde a un 78% del valor de la norma diaria.

De acuerdo a la Tabla 3-26, a la Tabla 3-27 y la Figura 3-97 para el año 2017 la estación Viña del Mar tiene un promedio trianual de 17 µg/m³ y la estación Valparaíso un promedio de 16 µg/m³ que equivalen a un 85% y 78% de la norma anual respectivamente establecida en 20 µg/m³, por lo tanto en la estación Viña del Mar, las concentraciones de MP_{2,5}, alcanzarían el nivel de latencia. Mientras que en la estación Valparaíso la concentración no supera el 80% del nivel de la norma.

Por otro lado, de acuerdo a la Tabla 3-28 y la Figura 3-97, en la estación Las Salinas el promedio de MP_{2,5} para el período Febrero a Agosto de 2018 es 16 µg/m³, lo cual a modo de referencia, corresponde a un 80% del valor de la norma anual.

Tabla 3-26: Monitoreo Aire MP_{2,5} Est. Viña del Mar, Periodo 2015 – 2017

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria MP _{2,5} (µg/m³)						
			Norma Diaria				Norma Anual		
			Promedio 24h Mínimo	Promedio 24h Máximo	Promedio 24h, P98	% Norma	Promedio Anual	Promedio Trianual	% Norma
Viña del Mar	2015	88,8%	3	47	40	80%	19	--	--
	2016	93,7%	6	57	41	82%	20	--	--
	2017	96,4%	2	39	31	62%	12	17	85%
Límite Máximo Permisible					50 µg/m³ Percentil 98		20 µg/m³N Promedio 3 años		
80% de Norma					40 µg/m³N		16 µg/m³		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-27: Monitoreo Aire MP_{2,5} Est. Valparaíso, Periodo 2015 – 2017

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria MP _{2,5} (µg/m³)						
			Norma Diaria				Norma Anual		
			Promedio 24h Mínimo	Promedio 24h Máximo	Promedio 24h, P98	% Norma	Promedio Anual	Promedio Trianual	% Norma
Valparaíso	2015	99,7%	3	51	39	78%	17	--	--
	2016	94,3%	4	52	34	68%	15	--	--
	2017	97,5%	5	47	34	68%	14	15,7	78%
Límite Máximo Permisible					50 µg/m³ Percentil 98		20 µg/m³N Promedio 3 años		
80% de Norma					40 µg/m³N		16 µg/m³		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-28: Monitoreo Aire MP_{2,5}, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria MP _{2,5} (µg/m³N)						
			Norma Diaria				Norma Anual		
			Promedio 24h Mínimo	Promedio 24h Máximo	Promedio 24h, P98	% Norma	Promedio Anual	Promedio Trianual	% Norma
Las Salinas	2018	52,1%	4	47	39 ¹	78%	16 ²	16 ²	80%
Límite Máximo Permissible					50 µg/m³ Percentil 98		20 µg/m³N Promedio 3 años		
80% de Norma					40 µg/m³N		16 µg/m³		

¹ Percentil 98 mediciones solo entre Febrero y Agosto de 2018.

² Valor referencial, solo 7 meses de año 2018.

Fuente: Elaboración propia.

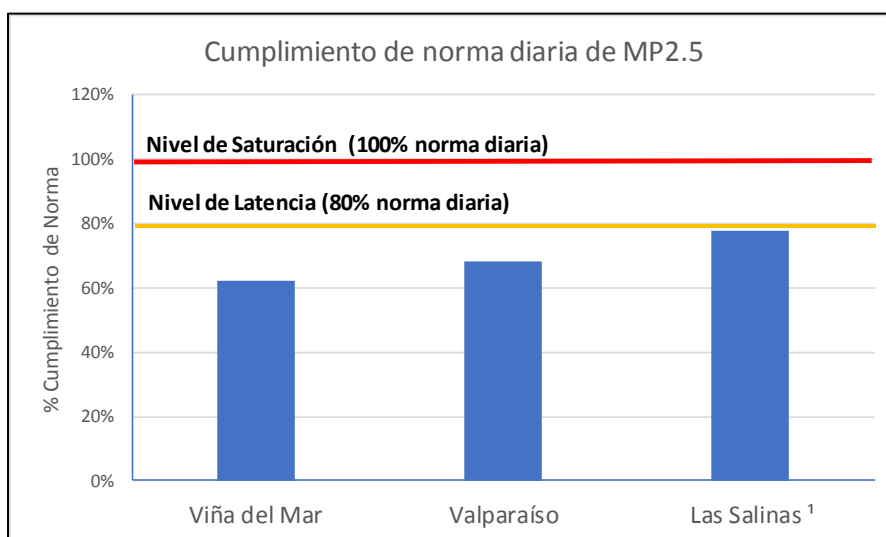


Figura 3-96: Cumplimiento de norma primaria diaria de MP_{2,5} 24h (Percentil 98) (% de la norma)

¹ Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 7 meses de año 2018

Fuente: Elaboración propia.

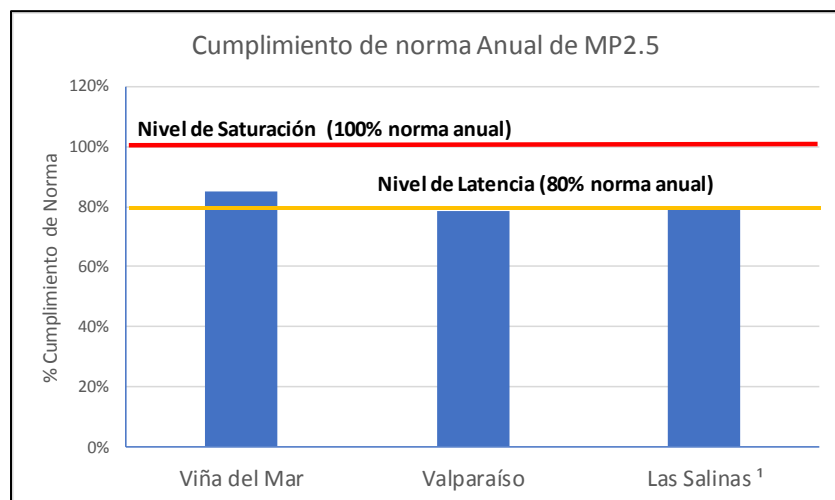


Figura 3-97: Cumplimiento de norma primaria Anual de MP_{2,5} (% de la norma)

¹ Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 7 meses de año 2018

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5.4.3 Evaluación de Norma de SO₂

Considerando que no hay mediciones recientes de SO₂ en la estación Viña del Mar, se presenta un análisis de norma para los últimos 3 años con mediciones válidas, el cual corresponde al período 2005-2007. Además, se incluye el período Febrero-Agosto de 2018, monitoreado en la estación Las Salinas.

Según se observa en la Tabla 3-29 y en la Figura 3-98 la estación Viña del Mar tiene un percentil 99 de las concentraciones diarias de SO₂ para el año 2007 de 18,63 ppb equivalente a un 19% de la norma diaria establecida en 96 ppb. Por otro lado, de acuerdo a la Tabla 3-30 y a la Figura 3-98, la estación Las Salinas tiene un percentil 99 de las concentraciones diarias de SO₂ de 6,76 ppb que equivale a un 7% de la norma diaria.

Según se observa en la Tabla 3-29 y en la Figura 3-99, en el año 2007 la estación Viña del Mar tiene un promedio trianual de SO₂ de 7,39 ppb equivalente al 24% de la norma anual establecido en 31 ppb. Por otro lado, de acuerdo a la Tabla 3-30 y a la Figura 3-99, la estación Las Salinas, a modo de referencia presenta un promedio de SO₂ para el período de 2,1 ppb equivalente a un 7% de la norma anual.

Tabla 3-29: Monitoreo Aire SO₂, Est. Viña del Mar, período 2005 – 2007

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria SO ₂ (ppb)							
			Norma Diaria					Norma Anual		
			Promedio 24h Mínimo	Promedio 24h Máximo	Promedio 24h, P99	Promedio Trianual	% Norma	Promedio Anual	Promedio Trianual	% Norma
Viña del Mar	2005	76,2%	0,0	15,2	12,0			4,0		
	2006	86,1%	0,1	21,7	16,9			5,6		
	2007	98,1%	1,1	30,7	20,4	18,63	19%	9,2	7,39	24%
Límite Máximo Permisible					96 ppb Percentil 99			31 ppb Promedio 3 años		
80% de Norma					76,8 ppb			24,8 ppb		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-30: Monitoreo Aire SO₂, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria SO ₂ (ppb)							
			Norma Diaria					Norma Anual		
			Promedio 24h Mínimo	Promedio 24h Máximo	Promedio 24h, P99	Promedio Trianual	% Norma	Promedio Anual	Promedio Trianual	% Norma
Las Salinas	2018	54,8%	0,28	8,71	6,76 ¹	6,76 ²	7%	2,1 ¹	2,1 ²	7%
Límite Máximo Permisible					96 ppb Percentil 99			31 ppb Promedio 3 años		
80% de Norma					76,8 ppb			24,8 ppb		

¹ Valor referencial, todos los trimestres tienen menos de 75%.

² Valor referencial calculado con información parcial de solo un año.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3-98 resume el cumplimiento de la norma diaria de SO₂ y la Figura 3-99 resume el cumplimiento de la norma anual de SO₂.

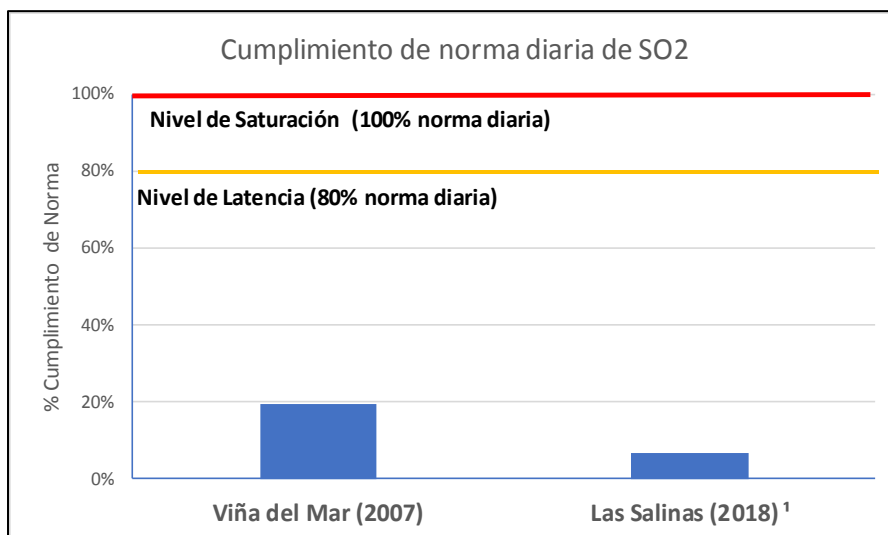


Figura 3-98: Cumplimiento de norma primaria diaria de SO₂ 24h (Percentil 99) (% de la norma)

¹ Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 7 meses de año 2018

Fuente: Elaboración propia.

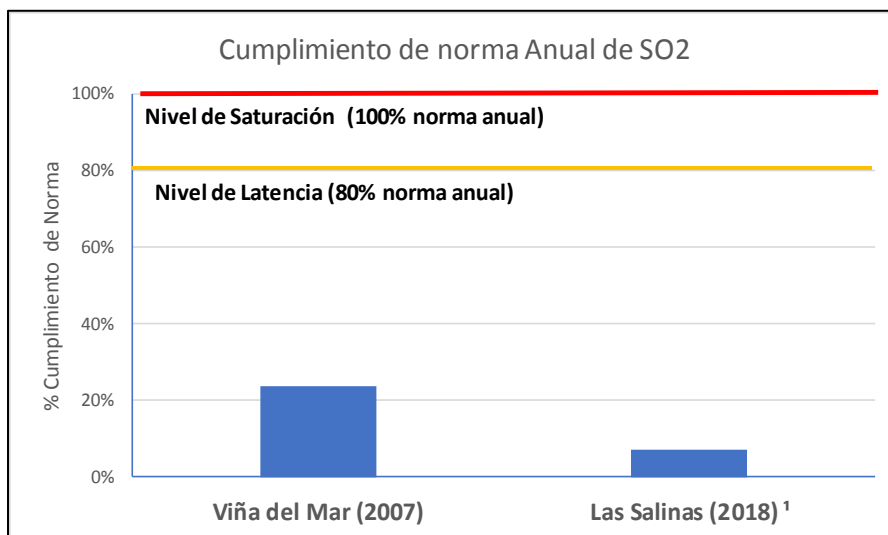


Figura 3-99: Cumplimiento de norma primaria Anual de SO₂ (% de la norma)

¹ Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 7 meses de año 2018

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5.4.4 Evaluación de Normas de NO₂

En la Tabla 3-31 se evalúan los registros disponibles más recientes, de concentraciones de NO₂ monitoreadas en la estación Viña del Mar, presentándose un análisis de norma para los últimos 3 años con mediciones válidas, lo cual corresponde al período 2005-2007. Además, se incluye el período Febrero a Agosto de 2018, monitoreado en la estación Las Salinas.

De acuerdo a la Tabla 3-31, a la Figura 3-100 y a la Figura 3-101 los valores de evaluación de norma para NO₂ en la estación Viña del Mar son de carácter referencial por no cumplir el porcentaje de datos mayores a 75% durante algunos trimestres en 2005 y 2006. Sin embargo, los valores de NO₂ son bajos alcanzando un percentil 99 de las concentraciones horarias de 45,2 ppb equivalente a un 21% de la norma horaria establecida en 213 ppb y un promedio trianual de 10,06 ppb equivalente a un 19% de la norma anual establecida en 53 ppb.

Por otro lado, de acuerdo a la Tabla 3-32, a la Figura 3-100 y a la Figura 3-101, en la estación Las Salinas el percentil 99 de las concentraciones horarias de NO₂ para el período es 35,3 ppb equivalente a un 17% de la norma horaria, a modo de referencia. El promedio de NO₂ para el período es 19,6 ppb equivalente a un 37% de la norma anual a modo de referencia.

Tabla 3-31: Monitoreo Aire NO₂, Est. Viña del Mar, Periodo 2005 – 2007

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria NO ₂ (ppb)							
			Norma horaria					Norma anual		
			Máximo diario Mínimo	Máximo diario Máximo	Máximo diario, P99	Promedio Trianual	% Norma	Promedio Anual	Promedio Trianual	% Norma
Viña del Mar	2005	84,1%	2,7	46,4	39,9			8,1		
	2006	34,7%	1,4	40,3	39,5			6,0		
	2007	92,3%	6,7	67,3	50,9 ¹	45,20	21%	14,1 ¹	10,06	19%
Límite Máximo Permisible					213 ppm Percentil 99			53 ppb Promedio 3 años		
80% de Norma					170,4 ppb			42,4 ppb		

¹ Valor referencial, algunos trimestres tienen menos de 75%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-32: Monitoreo Aire NO₂, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria NO ₂ (ppb)							
			Norma horaria					Norma anual		
			Máximo diario Mínimo	Máximo diario Máximo	Máximo diario, P99	Promedio Trianual	% Norma	Promedio Anual	Promedio Trianual	% Norma
Las Salinas	2018	57,5%	3,5	40,7	35,3 ¹	35,3 ²	17%	19,6 ¹	19,6 ²	37%
Límite Máximo Permisible					213 ppm Percentil 99			53 ppb Promedio 3 años		
80% de Norma					170,4 ppb			42,4 ppb		

¹ Valor referencial, 3 trimestres tienen menos de 75%

² Valor referencial calculado con información parcial de solo un año

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3-100 resume el cumplimiento de la norma horaria de NO₂ y la Figura 3-101 resume el cumplimiento de la norma anual de NO₂.

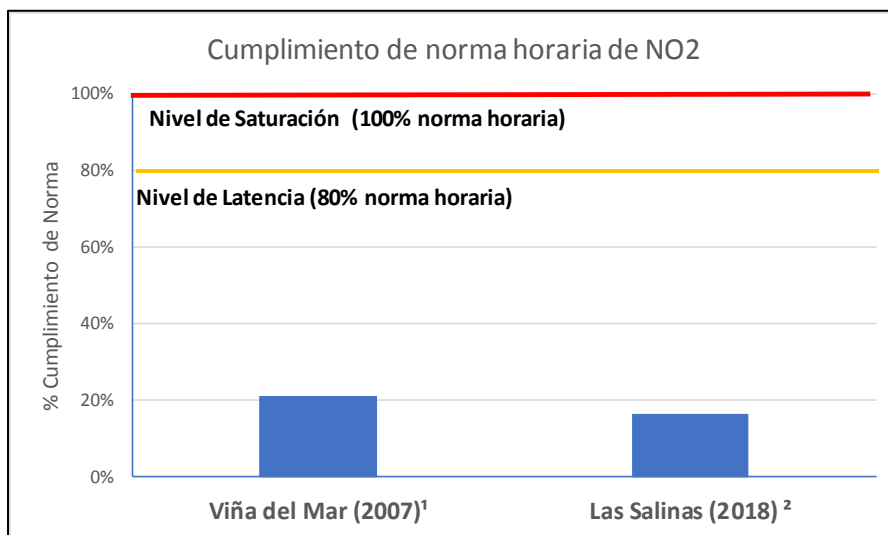


Figura 3-100: Cumplimiento de norma primaria horaria de NO₂ (Percentil 99) (% de la norma)

¹ Valor de carácter referencial en Viña del Mar ya que dos trimestres del año 2006 tienen menos de 75% de datos

² Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 7 meses de año 2018

Fuente: Elaboración propia.

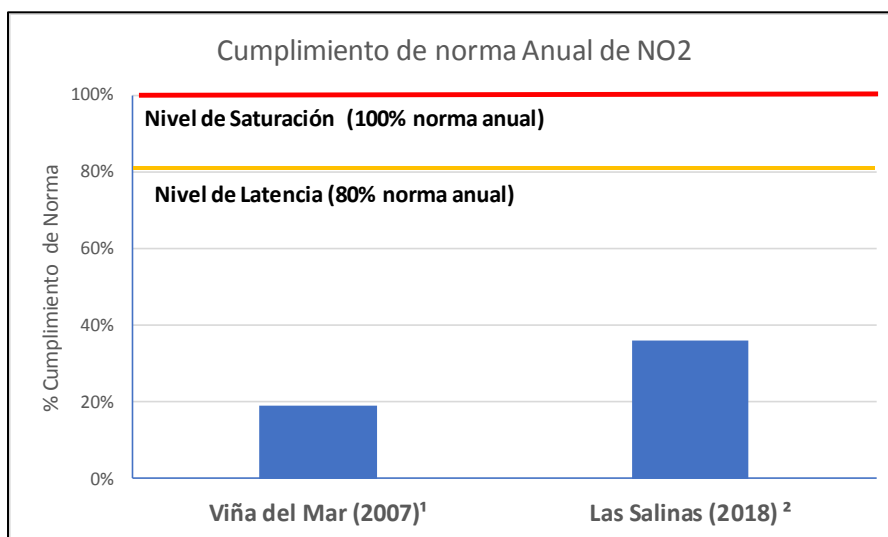


Figura 3-101: Cumplimiento de norma primaria anual de NO₂ (% de la norma)

¹ Valor de carácter referencial en Viña del Mar ya que dos trimestres del año 2006 tienen menos de 75% de datos

² Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 6 meses de año 2018

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5.4.5 Evaluación de Normas de CO

En la Tabla 3-33 se presentan las mediciones más recientes disponibles de CO en la estación Viña del Mar, realizándose un análisis de norma para los últimos 3 años con mediciones válidas, lo cual corresponde al período 2005-2007.

De acuerdo a la Tabla 3-33 y a la Figura 3-102 el percentil 99 de las concentraciones horarias de CO en la estación Viña del Mar para el trienio 2005-2007 es 3,5 ppm, equivalente a un 13% de la norma horaria establecida en 26 ppm.

De acuerdo a la Tabla 3-33 y a la Figura 3-103 el percentil 99 de las concentraciones de 8 horas de CO en la estación Viña del Mar para el trienio 2005-2007 es 1,73 ppm, equivalente a un 17% de la norma de 8 horas establecida en 9 ppm.

Tabla 3-33: Monitoreo Aire CO, Est. Viña del Mar, Periodo 2005 – 2007

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria CO (ppm)							
			Norma horaria					Norma 8 horas		
			Máximo diario Mínimo	Máximo diario Máximo	Máximo diario, P99	Promedio Trianual	% Norma	Máximo diario, P99	Promedio Trianual	% Norma
Viña del Mar	2005	97,5%	0,3	4,8	3,3			1,9		
	2006	92,9%	0,2	3,7	3,3			1,7		
	2007	99,5%	0,2	4,5	3,7	3,50	13%	1,8	1,73	17%
Límite Máximo Permisible					26 ppm Percentil 99			9 ppm Promedio 3 años		
80% de Norma					20,8 ppm			7,2 ppm		

Fuente: Elaboración propia.

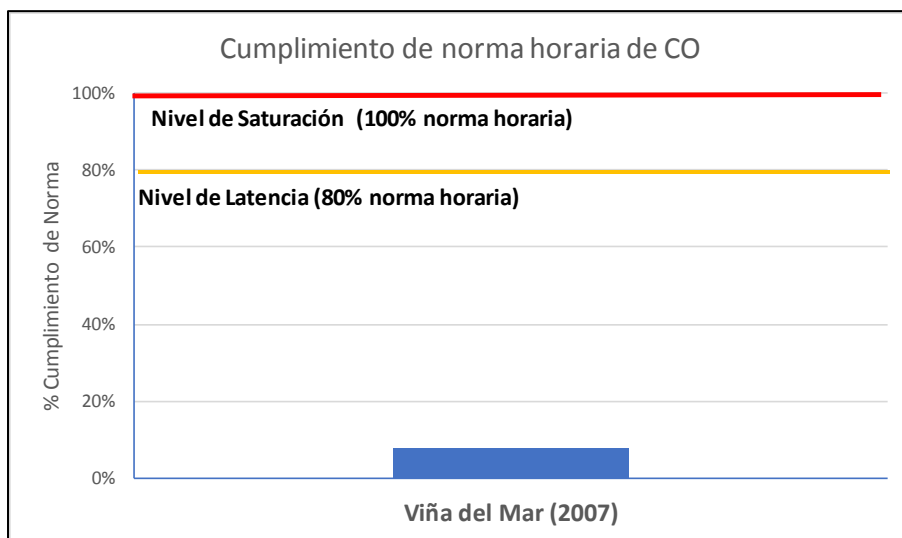


Figura 3-102: Cumplimiento de norma primaria horaria de CO (Percentil 99) (% de la norma)

Fuente: Elaboración propia.

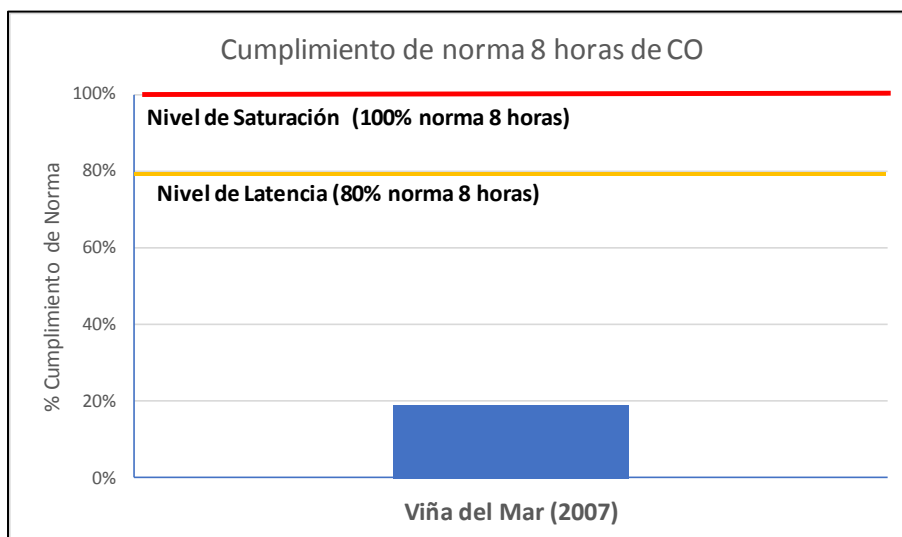


Figura 3-103: Cumplimiento de norma primaria de 8 horas de CO (% de la norma)

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5.4.6 Evaluación de Normas de O₃

La estación Viña del Mar, tiene mediciones disponibles de O₃ hasta Octubre de 2016, por lo cual para analizar el cumplimiento de la norma se consideró el período 2014-2016. Además, se incluye el período Febrero-Agosto de 2018, monitoreado en la estación Las Salinas.

Según la Tabla 3-34 y la Figura 3-104, en la estación Viña del Mar el promedio de los percentiles 99 de las concentraciones de 8 horas de O₃ entre 2014 y 2016 es 26,1 ppb lo cual equivale a un 43% de la norma de 8 horas establecida en 61 ppb. Sin embargo, al tener trimestres con menos de 75% de datos válidos en los años 2014 y 2016 la evaluación de norma es de carácter referencial.

Por otro lado, a modo de referencia, de acuerdo a la Tabla 3-35 y a la Figura 3-104, en la estación Las Salinas el percentil 99 de las concentraciones de 8 horas de O₃ para el período Febrero a Agosto de 2018 es 32,2 ppb, lo que equivale a un 53% de la norma de 8 horas de O₃.

Tabla 3-34: Monitoreo Aire O₃, Est. Viña del Mar, Periodo 2014 – 2016

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria O ₃ (ppb)				
			Norma 8 horas				
			Máximo diario Mínimo	Máximo diario Máximo	Máximo diario, P99	Promedio Trianual	% Norma
Viña del Mar	2014	58,6%	1,0	38,7	29,3		
	2015	97,0%	1,4	32,1	25,9		
	2016	74,9%	1,0	30,5	26,3	26,1 ¹	43%
Límite Máximo Permisible					61 ppb Percentil 99		
80% de Norma					48,8 ppb		

¹ Valor referencial, último trimestre de 2016 tiene menos de 75%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-35: Monitoreo Aire O₃, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Primaria O ₃ (ppb)				
			Norma 8 horas				
			Máximo diario Mínimo	Máximo diario Máximo	Máximo diario, P99	Promedio Trianual	% Norma
Las Salinas	2018	57,3%	3,2	32,4	32,21	32,22	53%
Límite Máximo Permisible					61 ppb Percentil 99		
80% de Norma					48,8 ppb		

¹ valor referencial, todos los trimestres tienen menos de 75%

² valor referencial calculado con información parcial de solo un año

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3-104 resume el cumplimiento de la norma de 8 horas de O₃ para la estación Viña del Mar. Para la estación Las Salinas el cálculo de la norma anual es referencial porque solo tiene siete meses de datos.

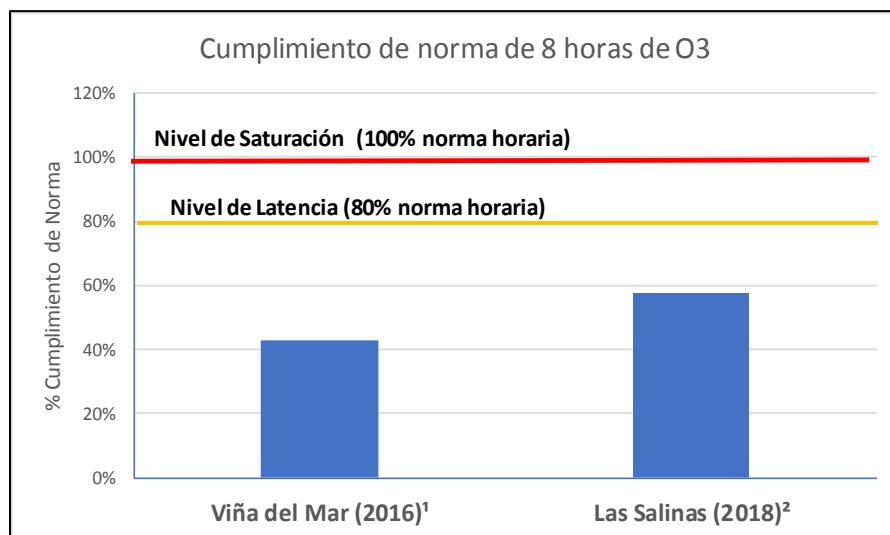


Figura 3-104: Cumplimiento de norma primaria de 8 horas de O₃ (Percentil 99) (% de la norma)

¹ Valor de carácter referencial en Viña del Mar ya que un trimestre del año 2016 tiene menos de 75% de datos

² Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 7 meses de año 2018

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5.4.7 Evaluación de la Norma de Benceno en función de los HCNM

Tal como se ha mencionado previamente, de forma conservadora se considerará que la concentración de HCNM se puede correlacionar a la concentración de Benceno a objeto de poder utilizar una norma de calidad existente en algún estado de Referencia y establecer un valor que pueda ser utilizado posteriormente en la evaluación de los impactos de calidad del aire.

Anteriormente, en la Tabla 3-22 se determinó un factor de corrección de 3,6 que permite transformar las concentraciones de HCNM (en ppm) en equivalentes en Benceno (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Por lo tanto, aplicando el factor 3,6 a las concentraciones de HCNM para Las Salinas ya presentadas en la Tabla 3-19 se obtienen las concentraciones de Benceno consideradas para evaluar la norma de España en Las Salinas, las cuales se incluyen en la Tabla 3-36.

Por otro lado, a modo de referencia, de acuerdo a la Tabla 3-36 y a la Figura 3-105 en la estación Las Salinas el promedio anual de Benceno, obtenido a partir de las concentraciones horarias, para el período Febrero a Agosto de 2018 es $0,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que equivale a un 6% de la norma de España.

Tabla 3-36: Monitoreo Aire Benceno, Est. Las Salinas, Febrero a Agosto de 2018

Estación	Año	% de Registros Válidos Anuales	Norma Reino de España ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
			Norma Anual			
			Mínimo 1h	Máximo 1h	Promedio Anual ⁽¹⁾	% Norma
Las Salinas	2018	53,5%	0,00	14,78	0,32	6%
Límite Máximo Permisible					5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
80% de Norma					4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

⁽¹⁾ Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 7 meses de año 2018

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3-105 resume el cumplimiento de la norma anual de España para Benceno.

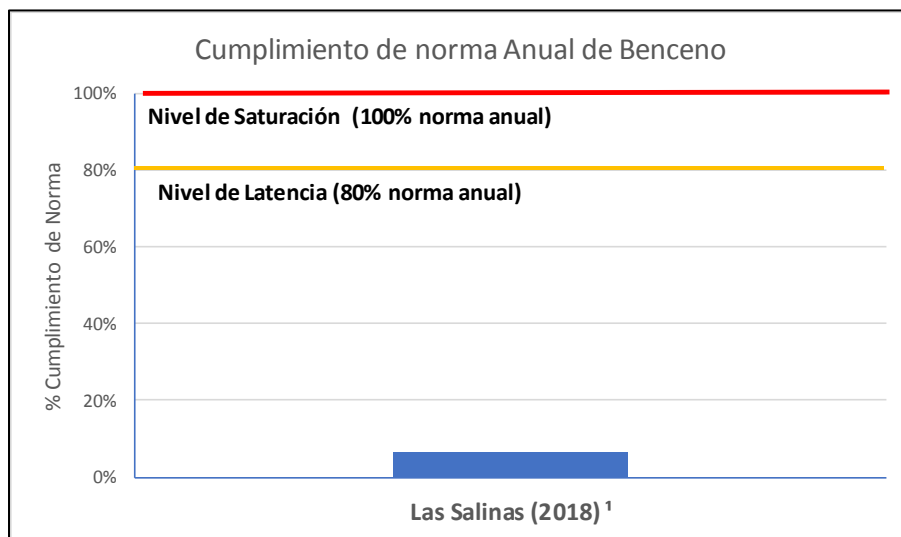


Figura 3-105: Cumplimiento de norma de España de Benceno (%de norma)

¹ Valor de carácter referencial en Las Salinas, sólo 7 meses de año 2018

Fuente: Elaboración propia.

3.3.6 Conclusiones

Respecto a la información de calidad de aire disponible para el área de estudio, la cual coincide con la superficie que abarca el Área de Influencia inicial, se cuenta con monitoreo continuo en las estaciones Viña del Mar y Valparaíso, las cuales están conectadas en línea con el sitio web del Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

Además, se cuentan con datos de la estación Las Salinas, que fue instalada en Febrero de 2018 en conformidad con las disposiciones del D.S. N°61/2008 del MINSAL. Hasta la fecha de elaboración del presente informe, hay disponibles datos desde el 2 de Febrero al 31 de Agosto, es decir 7 meses. Se debe señalar que esto es coherente con lo indicado en el punto 3.2 de la “Calidad del Aire en el Área de Influencia de Proyectos que Ingresan al SEIA”, donde se establece un monitoreo mínimo de 6 meses en la condición más desfavorable para la dispersión atmosférica, la cual coincide con el período de menores intensidades de viento. Considerando, el análisis realizado en la estación Viña del Mar, éste correspondería al período comprendido entre los meses de Abril a Agosto, el cual estaría comprendido en el monitoreo realizado.

De acuerdo a los antecedentes analizados de la estación Viña del Mar y Las Salinas, las principales conclusiones para el material particulado y gases caracterizados en la presente línea de base, son las siguiente:

- En la estación Viña del Mar se cuenta con mediciones SO_2 , NO_2 y CO hasta el año 2009. Sin embargo, los valores de las concentraciones constatadas entre 2004 y 2009 son muy inferiores a los límites establecidos en las normas primarias de calidad de aire. Lo que explica que no se siguiera monitoreando.
- La estación Las Salinas incluyó mediciones de hidrocarburos (CH_4 , HCNM y HCT) durante el período febrero-agosto de 2018. Los niveles de CH_4 se mantuvieron relativamente bajos, entre 0,9 ppm y 2,4 ppm, es probable una descalibración entre marzo y abril lo cual explica concentraciones menores a los mínimos de 1,4 ppm que se registran en el resto del período. Los niveles de HCNM registraron algunas horas ocasionales, especialmente durante las noches de mayo a agosto con concentraciones entre 2,0 y 4,4 ppm, aunque la mayoría de las horas tiene concentraciones menores a 0,3 ppm. Las concentraciones de HCT corresponden a la suma de las concentraciones de CH_4 y HCNM. Es importante señalar que este análisis es solo referencial, debido a que no existe norma nacional para hidrocarburos, ni norma en los estados de referencia. De forma conservadora se calculó un factor de proporción <benceno/HCNM> en base a estudios de la Región, con el fin de estimar las concentraciones de línea base de benceno en el sector Las Salinas y poder compararlos con un valor de referencia, que para el caso se usó la norma del Reino de España. Al estimar las concentraciones de Benceno de la forma indicada, se obtiene un promedio para el período de $0,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo cual equivale a un 6% de la norma anual de referencia considerada.
- La estación Viña del Mar registra un percentil 98 de las concentraciones diarias de MP_{10} menor a la norma diaria de MP_{10} durante el año 2017 alcanzando un valor de $63 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, lo cual equivale a un 42% de la norma diaria. Durante el año 2017 se registra una concentración trianual de MP_{10} de $37 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ equivalente al 78% del valor de la norma, cercano al valor de latencia establecido con el 80% de la norma.
- Para la estación Las Salinas se contó con 7 meses de medición de MP_{10} . En el período desde Febrero hasta Agosto de 2018, la máxima concentración diaria de MP_{10} fue $62 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, con un promedio de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. A modo de referencia, las concentraciones de MP_{10} corresponden a un 35% de la norma diaria y a un 60% de la norma anual de MP_{10} .

- Para el año 2017, la estación Viña del Mar registra un percentil 98 de las concentraciones diarias de $MP_{2,5}$ inferior a la norma diaria establecida en $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para este contaminante, registrando $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ equivalente a un 62% de la norma, valor inferior al registrado en el año 2015. Además, el promedio trianual de $MP_{2,5}$ es $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que equivale a un 85% de la norma anual establecida en $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo tanto la estación Viña del Mar tendrían concentraciones en el nivel de latencia por $MP_{2,5}$.
- Para el año 2017, la estación Valparaíso registra un percentil 98 de las concentraciones diarias de $MP_{2,5}$ inferior a la norma diaria de $MP_{2,5}$, registrando $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ equivalente a un 68% de la norma diaria. Durante 2017 el promedio trianual de $MP_{2,5}$ es de $15,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que equivale a un 78% de la norma anual, por lo tanto en la estación Valparaíso se registran concentraciones bajo el nivel de latencia.
- Durante el período desde Febrero hasta Agosto del 2018, en la estación Las Salinas se registró un percentil 98 de $MP_{2,5}$ de $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente a un 78% de la norma diaria y un promedio de $MP_{2,5}$ del período de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente a un 80% del valor de la norma anual.
- Para el año 2007, la estación Viña del Mar registró un percentil 99 de las concentraciones diarias de SO_2 de 18,63 ppb equivalente a un 19% de la norma diaria establecida en 96 ppb y un promedio trianual de 7,34 ppb, equivalente al 24% de la norma anual establecido en 31 ppb.
- La estación Las Salinas, registró un percentil 99 de las concentraciones diarias de SO_2 de 6,76 ppb equivalente a un 7% de la norma diaria establecida en 96 ppb y un promedio del período Febrero-Agosto de 2018 de 2,1 ppb, equivalente al 7 % de la norma anual establecido en 31 ppb. Es decir son menores a las concentraciones de SO_2 registrados en la estación Viña del Mar durante los años 2005 a 2007.
- Para el año 2007, la estación Viña del Mar registró un percentil 99 de las concentraciones horarias de NO_2 de 45,2 ppb, equivalente a un 21% de la norma diaria establecida en 213 ppb, y un promedio trianual de 10,06 ppb, equivalente al 19% de la norma anual establecido en 53 ppb. Sin embargo, los valores de NO_2 son de carácter referencial por no cumplir el porcentaje de datos mayores a 75% durante algunos trimestres en 2005 y 2006.
- En la estación Las Salinas, el percentil 99 de las concentraciones horarias de NO_2 para el período es 35,3 ppb, equivalente a un 17% de la norma horaria. Por otro lado, el promedio de NO_2 para el período es 19,6 ppb equivalente a un 37% de la norma anual. Los valores son similares a los registrados en la estación Viña del Mar entre 2005 y 2007.
- En la estación Viña del Mar para el trienio 2005 a 2007, el percentil 99 de las concentraciones horarias de CO es 3,5 ppm, equivalente a un 13% de la norma horaria establecida en 26 ppm, y el percentil 99 de las concentraciones de 8 horas de CO es 1,73 ppm, equivalente a un 17% de la norma de 8 horas establecida en 9 ppm.
- En la estación Viña del Mar hay mediciones disponibles de O_3 hasta Octubre de 2016, por lo cual, en el análisis del cumplimiento de la norma, se consideró el período 2014-2016. Durante este período, el percentil 99 de las concentraciones de 8 horas de O_3 es 26,1 ppb, equivalente al 43% de la norma de 8 horas establecida en 61 ppb.

- En la estación Las Salinas, para el período Febrero-Agosto de 2018 el percentil 99 de las concentraciones de 8 horas de O₃ es 32,2 ppb, equivalente a un 53% de la norma de 8 horas de O₃, es decir, valores en el rango de los registrados en Viña del Mar para el mismo período del año.
- Los monitoreos de calidad del aire realizados en la estación Las Salinas, permitieron verificar que las concentraciones de MP₁₀, MP_{2.5}, SO₂, CO, O₃ y NO₂ se encuentran dentro de los límites establecidos por las normas de calidad de aire, en el área de influencia definida para el Proyecto.

En conclusión, considerando las mediciones de la estación Las Salinas y respaldada por las de la estación Viña del Mar, en el Área de Influencia inicial del Proyecto se registran concentraciones de MP₁₀, SO₂, NO₂, CO y O₃ bajo los niveles máximos establecidos en las normas primarias de calidad de Aire. Solamente las concentraciones de MP_{2.5} están en rango de latencia por norma anual, tanto en la estación Las Salinas como en la estación Viña del Mar.

3.3.7 Bibliografía

- D.S. N° 59/1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Comisión Nacional del Medio Ambiente, modificado por el D.S. N° 45/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece norma de calidad primaria para Material Particulado Respirable MP₁₀, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.
- D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente. Establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP_{2.5}.
- D.S. N° 112/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece norma primaria de calidad de aire para Ozono (O₃).
- D.S. N° 113/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre (SO₂).
- D.S. N° 114/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO₂).
- D.S. N° 115/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono (CO).
- D.S. N° 61/2008 del Ministerio de Salud. Aprueba Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos.
- Resolución Exenta N°1206/2016 de Ministerio del Medio Ambiente. Pone Término a Proceso de Elaboración de Anteproyecto para la Revisión de la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP₁₀, DS N°20, de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente.
- Servicio de Evaluación Ambiental (2015) Guía para la Descripción de la Calidad del Aire en el Área de Influencia de Proyectos que Ingresan al SEIA. Disponible en línea en: http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/01/20/guia_calidad_del_aire.pdf [Consultado 08 de octubre de 2018].

- Real Decreto 102/2011 del Ministerio de la Presidencia “Relativo a la Mejora de la Calidad del Aire”. Se aprueba con la finalidad de evitar, prevenir y reducir los efectos nocivos de las sustancias mencionadas sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza. Disponible en línea en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/normativa/normativa-espanola.aspx> [Consultado el 13 de octubre de 2018]

3.4 Ruido y vibraciones

3.4.1 Introducción

En esta sección se presenta la caracterización del componente ruido y vibraciones en el área de estudio del Proyecto definida para él, lo que permitirá establecer la base de referencia para la identificación y evaluación de potenciales efectos ambientales generados por el desarrollo del Proyecto en todas sus fases.

Este estudio se realizó a partir de información obtenida de mediciones del ruido de fondo en el área del Proyecto y su entorno inmediato, considerando 8 puntos identificados en terreno como potenciales receptores sensibles. La campaña de mediciones se efectuó el 31 de julio de 2017 por parte de la empresa Control Acústico (Gerard Ingeniería SpA), en horario diurno ya que el Proyecto no considera la ejecución de actividades en horario nocturno.

3.4.2 Objetivos

El objetivo general de la presente Línea de Base es obtener los niveles de ruido y vibración basales en receptores representativos que podrían ser afectados por las emisiones del Proyecto, para lo cual se han definido los siguientes objetivos específicos:

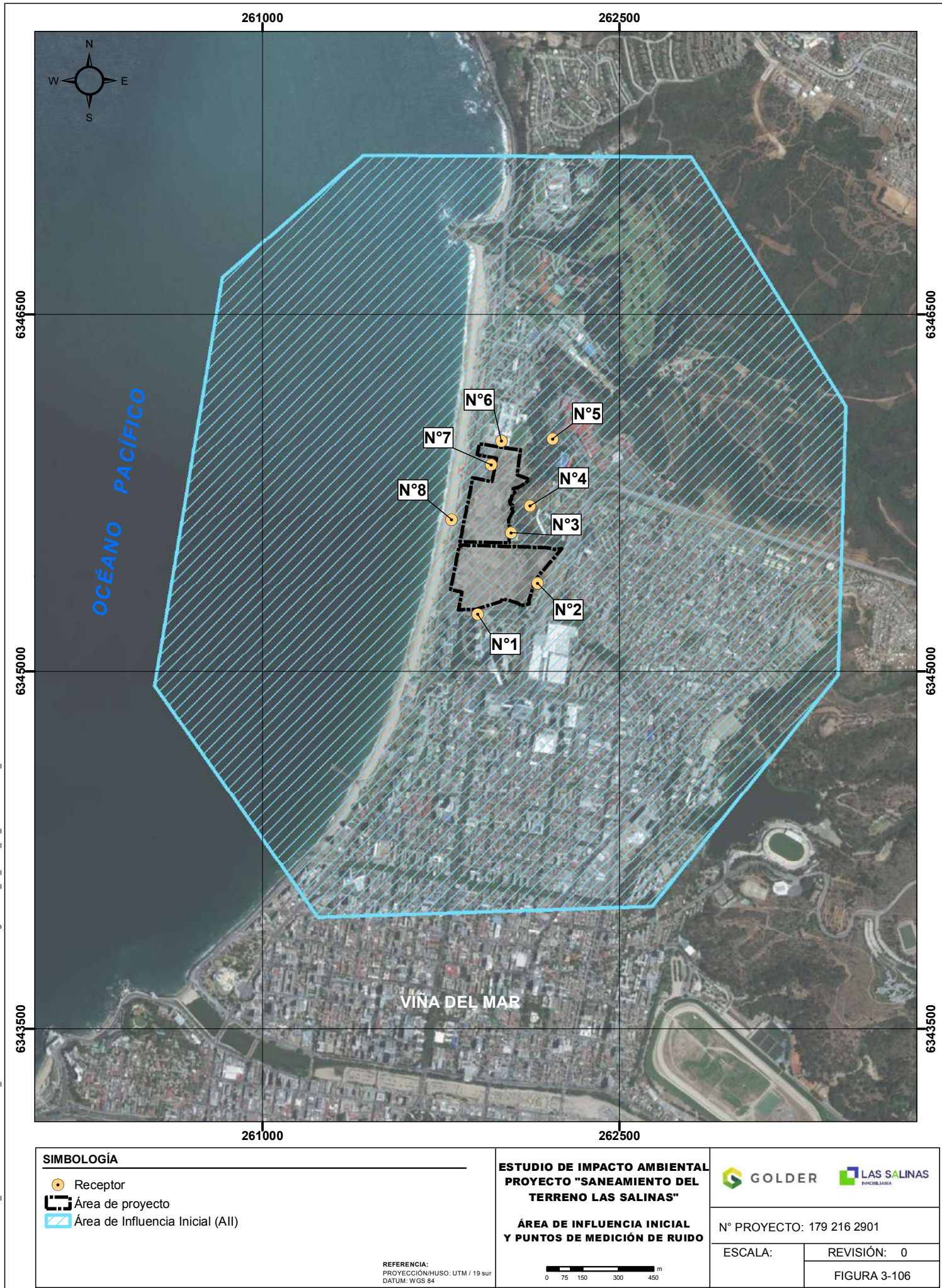
- Identificar receptores cercanos más representativos que podrían ser afectados por las emisiones de ruido y vibraciones del Proyecto en sus distintas fases.
- Realizar mediciones de NP_{Seq} y L_v en los receptores identificados, antes de la ejecución de las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto.

3.4.3 Área de Estudio

El Área de Estudio para el componente ruido es equivalente al Área de Influencia definida en el Capítulo 2 del presente EIA, por lo tanto, corresponde a los sectores habitados próximos al Proyecto, que pudieran verse afectados por un aumento en los niveles de presión sonora y vibraciones a causa de la ejecución de éste.

Dentro del Área de Influencia se seleccionaron los puntos más cercanos a las potenciales fuentes de ruido y se determinó una cantidad suficiente de ellos para abarcar la totalidad de los sectores evaluados.

En la Figura 3-106 y en la Tabla 3-37 se indica la ubicación y descripción de los puntos de medición de ruido donde se tomaron los registros para el presente estudio.



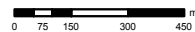
SIMBOLOGÍA

- Receptor
- ▬ Área de proyecto
- ▨ Área de Influencia Inicial (AII)

REFERENCIA:
PROYECCIÓN/HUSO: UTM / 19 sur
DATUM: WGS 84

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO "SANEAMIENTO DEL
TERRENO LAS SALINAS"**

**ÁREA DE INFLUENCIA INICIAL
Y PUNTOS DE MEDICIÓN DE RUIDO**



N° PROYECTO: 179 216 2901

ESCALA:

REVISIÓN: 0

FIGURA 3-106

Tabla 3-37: Ubicación y descripción de puntos de medición de ruido

Punto	Descripción	Altura (m)	Uso efectivo	Coordenadas UTM Datum WGS 84, 19 S	
				Este	Norte
1	Edificio habitacional de 20 pisos, ubicado en calle Nueva Libertad #1690.	1,5 – 49,0	Residencial	261.903	6.345.239
2	Edificio Fabiola, Habitacional de 5 pisos, ubicado en Subida Alessandri #420.	11,5	Residencial	262.156	6.345.370
3	Centro recreacional de la Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas, 1 piso, ubicadas en calle 19 Norte s/n.	1,5	Fiscal	262.044	6.345.583
4	Vivienda de 1 piso, ubicada en calle Anakena s/n, Sector Paseo los 14 Asientos.	1,5	Residencial	262.123	6.345.694
5	Edificio del Hospital Naval "Almirante Nef", 7 pisos, ubicado en Subida Alessandri s/n.	1,5 – 16,5	Salud	262.218	6.345.978
6	Edificio de 2 pisos de la Academia de Guerra Naval, ubicado en Av. Jorge Montt #2400.	1,5 – 4,0	Militar	262.003	6.345.967
7	Oficinas administrativas de Pronto COPEC, 1 piso, ubicadas en Av. Jorge Montt #2300.	1,5	Comercial	261.960	6.345.867
8	Local comercial "Los Marineros" de 1 piso, ubicado en Av. Jorge Montt, sector Playa Los Marineros.	1,5	Comercial	261.793	6.345.638

Nota: Las coordenadas fueron obtenidas en terreno.

Fuente: Estudio de impacto acústico y vibratorio, Anexo 4.4.

A continuación se presentan registros fotográficos de los puntos de medición de ruido de fondo obtenidas en la campaña de terreno.



Fotografía 3-1. Punto 1 Ruido



Fotografía 3-2. Punto 1 Vibraciones



Fotografía 3-3. Punto 2 Ruido



Fotografía 3-4. Punto 2 Vibraciones



Fotografía 3-5. Punto 3 Ruido



Fotografía 3-6. Punto 3 Vibraciones



Fotografía 3-7. Punto 4 Ruido



Fotografía 3-8. Punto 4 Vibraciones



Fotografía 3-9. Punto 5 Ruido



Fotografía 3-10. Punto 5 Vibraciones



Fotografía 3-11. Punto 6 Ruido



Fotografía 3-12. Punto 6 Vibraciones



Fotografía 3-13. Punto 7 Ruido



Fotografía 3-14. Punto 7 Vibraciones



Fotografía 3-15. Punto 8 Ruido



Fotografía 3-16. Punto 8 Vibraciones

3.4.4 Metodología

3.4.4.1 Mediciones de ruido

El 31 de julio de 2017 se realizaron mediciones de Línea de Base de ruido en [dB(A)] Lento, durante el periodo diurno.

- Las mediciones se efectuaron en ocho puntos de evaluación cercanos al área del Proyecto (Figura 3-30).
- La duración de cada medición de ruido estuvo sujeta a la diferencia que presentaron los valores registrados cada cinco minutos, hasta que se estabilizó la lectura (diferencia menor o igual que 2 [dB(A)] entre cada lectura), de acuerdo al procedimiento de medición establecido en el D.S. N° 38/2011 del MMA para la obtención del ruido de fondo.
- El instrumento se ubicó a 1.5 [m] de su eje vertical (piso), y en lo posible a 3.5 [m] de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal (paredes, muros, ventanas).

- Para las mediciones se utilizó un sonómetro integrador-promediador marca Rion, modelo NL-52, Clase 1, según lo establecido en la norma IEC 61672-1:2002. El instrumento fue debidamente calibrado en terreno por el operador. En el Anexo 3.1 se entregan los certificados de calibración de cada instrumento.

3.4.4.2 Mediciones de vibraciones

- Se realizaron mediciones de vibraciones en los mismos puntos propuestos para ruido, obteniéndose un total de ocho puntos cercanos al emplazamiento del Proyecto (Figura 3-30).
- Para la realización de los registros de vibración se tomó como referencia lo estipulado en la normativa FTA-VA—90-1003-06 Transit Noise and Vibration Assessment de la Federal Transit Administration (FTA) de Estados Unidos, la cual estipula en su capítulo 11, punto 1, la caracterización de condiciones existentes de vibración.
- De esta forma, para documentar los niveles ambientales existentes en los puntos antes señalados, se realizó una medición por un periodo continuo de entre 10 a 30 minutos, obteniéndose un promedio representativo de las características vibratorias de cada sector.
- Los registros obtenidos corresponden a valores de velocidad vertical de partícula (VVP) en (mm/s), los cuales pueden ser utilizados como referencia en casos de futuras evaluaciones con normativas como la alemana DIN 4150 u otras que utilicen métrica similar.
- Luego estos valores son convertidos a [in/s] (pulgadas/s), para poder obtener el nivel de velocidad descrito en la normativa norteamericana FTA-VA—90-1003-06 “Transit Noise and Vibration Assessment”.

El nivel de velocidad (L_{vref} 1 [μpulg/s]) se define como:

$$Lv_{ref} \frac{\mu in}{s} = 20 \log \left(\frac{v}{v_{ref}} \right) [dBv] \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

v : Velocidad en $\left[\frac{\mu in}{s} \right]$

v_{ref} : Velocidad de referencia $\left(v_{ref} = 1 \left[\frac{\mu in}{s} \right] \right)$

- Los puntos de medición se ubicaron al exterior de las edificaciones identificadas como receptores sensibles. En los casos donde existieron puntos de apoyo naturales en las inmediaciones del punto evaluado, se midió sobre estos mismos mediante la aplicación de cera al soporte respectivo. Por otro lado, en los casos que no se contaba con un apoyo natural, el transductor se instaló en un montante imantado sobre una estaca metálica insertada en la tierra.
- Para los registros se utilizó un analizador en tiempo real marca Svantek, modelo 958A, en conjunto con un kit de medición de vibraciones.

3.4.4.3 Instrumental utilizado

- 01 sonómetro marca Rion, modelo NL-52, Clase 1.
- 01 calibradores de niveles sonoros marca Rion, modelo NC-74.
- 01 cámara fotográfica digital marca Samsung.
- 01 analizador en tiempo real marca Svantek, modelo 958A, en conjunto con Kit de vibraciones.
- 01 posicionador global satelital (GPS) marca Etrex modelo legend hx.

3.4.5 Resultados

3.4.5.1 Mediciones de ruido

En la Tabla 3-38 y Figura 3-107 se entregan los valores de Línea base de ruido para el periodo diurno, registrados durante la campaña de mediciones y se describen las fuentes de ruido asociadas a ellos. En el Anexo 3.1, “Fichas de medición y certificados de calibración Línea de Base de Ruido”, se entrega el detalle de cada medición realizada.

Tabla 3-38: Valores de NPS, en [dB(A)]-Lento y fuentes de ruido presentes en la medición del Proyecto. Periodo diurno

Punto	NPS _{eq} [dB(A)]*	NPS _{mín} [dB(A)]	NPS _{máx} [dB(A)]	Fuentes de Ruido	Hora de medición
1	69	64.5	78.0	Tránsito vehicular por Av. Nueva Libertad y Av. 18 Norte y pileta de agua de edificio.	14:27
2	57	51.8	63.9	Tránsito vehicular por Av. Alessandri, Av. Jorge Montt y aves silvestres.	17:49
3	50	44.9	58.1	Tránsito vehicular lejano por Av. Jorge Montt, aves silvestres, entradas y salidas de vehículos desde predio aledaño.	14:47
4	50	45.1	64.0	Tránsito vehicular por Av. Jorge Montt y aves silvestres.	17:28
5	58	51.1	70.8	Tránsito vehicular lejano por Av. Jorge Montt, tránsito vehicular por calle al interior de hospital Naval y aves silvestres.	17:04
6	48	43.2	63.2	Tránsito vehicular por Av. Jorge Montt y aves silvestres.	13:40
7	55	45.4	63.3	Tránsito vehicular lejano por Av. Jorge Montt y aves silvestres.	15:04
8	61	53.7	66.4	Tránsito vehicular por Av. Jorge Montt y oleaje marino.	14:03

*Valor aproximado al entero más cercano.

Fuente: Estudio de impacto acústico y vibratorio, Anexo 4.4

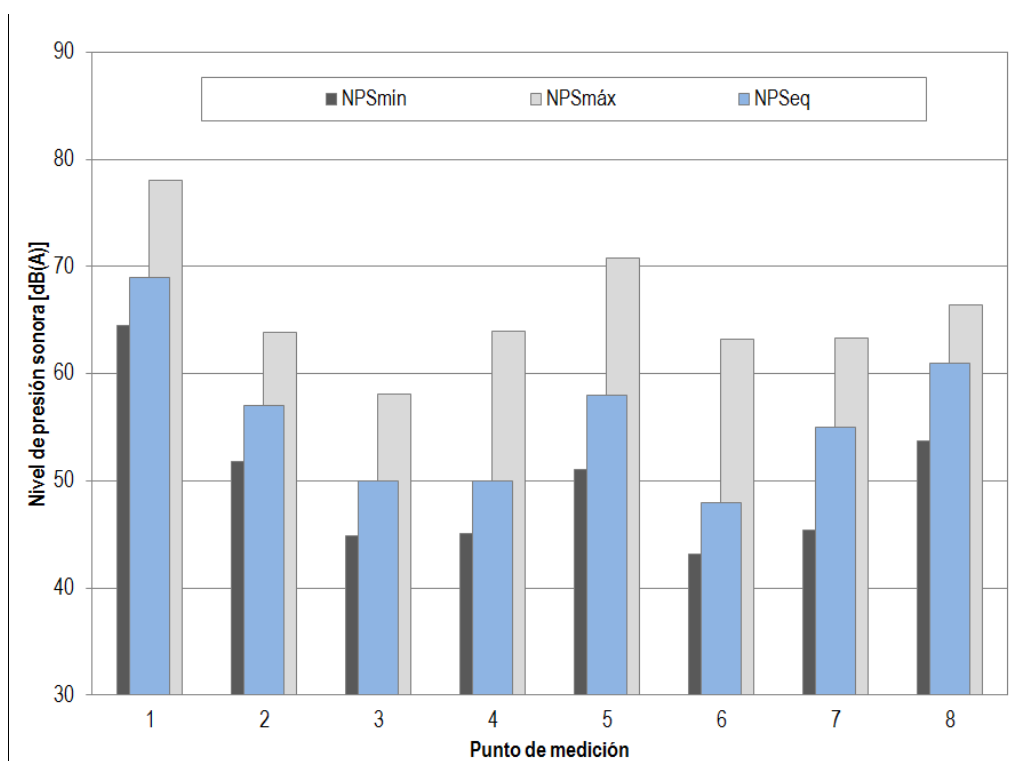


Figura 3-107: Niveles de ruido de fondo registrados

Fuente: Estudio de impacto acústico y vibratorio, Anexo 4.4.

Como se puede apreciar en la Tabla 3-38 y la Figura 3-107, los niveles de ruido obtenidos fluctúan entre 48 y 69 [dB(A)], donde el punto 1 presenta el valor más elevado, puesto que está influenciado principalmente por el tránsito vehicular de las avenidas Libertad y calle Dieciocho Norte. El resto de los puntos tienen una mayor distancia a las vías principales del sector.

3.4.5.2 Medición de vibraciones

En la Tabla 3-39 se presentan los valores de vibraciones obtenidos en cada punto. Los resultados obtenidos muestran el Nivel de Velocidad (Lv) en mm/s y la Velocidad Vertical de Partícula (VVP) con ($v_{ref}=1[(\mu \text{ in})/s]$).

Cabe destacar que solo se realizaron mediciones de vibraciones basales durante el periodo diurno al igual que las mediciones de ruido de fondo.

Tabla 3-39: Valores de velocidad de partículas y nivel de velocidad periodo diurno

Punto	Periodo diurno	
	VVP, [mm/s]	Lv, [VdB] ($v_{ref}=1[(\mu in)/s]$)
1	7.75E-03	59.0
2	6.74E-03	55.3
3	6.61E-03	55.5
4	6.14E-03	54.7
5	6.27E-03	54.8
6	6.41E-03	54.9
7	9.12E-03	61.1
8	1.22E-02	66.1

Fuente: Estudio de impacto acústico y vibratorio, Anexo 4.4.

Durante el periodo diurno, el punto 8 presenta el nivel más alto debido a la cercanía con la Av. Jorge Montt, donde transitan frecuentemente camiones y vehículos livianos.

Para el resto de los puntos, los valores registrados se encuentran por debajo del umbral de percepción humana definido en la normativa de referencia aplicada, el cual corresponde a 65 [VdB].

3.4.6 Conclusiones

El 31 de julio de 2017 se realizaron mediciones de ruido y vibraciones en sectores sensibles cercanos al emplazamiento del Proyecto “Saneamiento del Terreno Las Salinas”, el cual se emplazará en la comuna de Viña del Mar, Región de Valparaíso. De lo anterior, se obtuvieron ocho (8) puntos de muestreo de ruido y vibraciones.

La totalidad de los puntos corresponden a receptores sensibles identificados en terreno, en ellos se realizaron mediciones de ruido y vibraciones en el período diurno (7:00 a 21:00), ya que el proyecto no considera actividades en horario nocturno.

Los niveles registrados en los receptores sensibles varían entre 48 y 69 (dB(A)), en período diurno. Siendo las principales fuentes de ruido detectadas al momento de las mediciones corresponden al ruido producido por el tránsito vehicular que circula por calles y avenidas aledañas, también la presencia de aves silvestres y en algunos puntos se percibe el oleaje. Las mediciones en los receptores 1 y 8 indican niveles de presión sonora que comparativamente son más altos que los niveles permitidos en el D.S. N°38/2011 del MMA.

Para las mediciones de vibración, el punto 8 presenta el nivel 66.1 [VdB] debido a la cercanía con la Av. Jorge Montt, donde transitan frecuentemente camiones y vehículos livianos. Para todos los demás puntos, los valores medidos se encuentran por debajo del umbral de percepción humana definido en la normativa FTA-VA—90-1003-06, el cual es de 65 [VdB].

Finalmente, los registros obtenidos representan el entorno sonoro del Proyecto y pueden ser utilizadas en futuros estudios donde se requiera niveles basales de ruido y vibraciones.

3.4.7 Bibliografía

- Decreto Supremo N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente: Norma de Emisión de Ruidos que indica, elaborada a partir de la revisión del Decreto Supremo N° 146/97, de 1997 del Ministerio Secretaría General de la República.
- Resolución 491 Exenta del Ministerio del Medio Ambiente, Superintendencia del Medio Ambiente: “Dicta instrucción de carácter general sobre criterio para homologación de zonas del Decreto Supremo N° 38, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente”, publicado en el Diario Oficial el 8 de junio de 2016
- IEC 61672-1:2002, Electroacoustics – Sound Level Meters – Part 1: Specifications.
- U.S. Federal Transit Administration Report, Transit Noise and Vibration Impact Assessment, Edición Mayo de 2006.

3.5 Geología y geomorfología y áreas de riesgos geológicos y geomorfológicos

3.5.1 Introducción

En la presente sección se describe la componente Geología, Geomorfología y Riesgos Geológicos de la Línea de Base del proyecto “Saneamiento del Terreno Las Salinas”. Esta componente se elaboró conforme a lo establecido en el Artículo 18 letra e.1) del D.S. N°40/2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

Para el desarrollo de este componente se llevó a cabo una revisión bibliográfica de los trabajos disponibles realizados en la zona, la cual incluyó información geológica regional, imágenes satelitales y topografía del sector. Por otra parte, también fueron considerados estudios de impacto ambiental previos de la misma área (Arcadis, 2002; Andalué, 2014) y nuevos antecedentes aportados por Golder (Figura 3-109).

3.5.2 Objetivos

El objetivo general de este capítulo es caracterizar la geología, geomorfología y los riesgos geológicos del área de estudio del Proyecto, para la identificación y evaluación de potenciales efectos ambientales generados por la construcción y operación del Proyecto. En base lo anterior, se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Recopilar y revisar la información geológica del área de estudio, identificando las unidades presentes en ella;
- Caracterizar la geomorfología del área de estudio, delimitando unidades geomorfológicas reconocibles, e
- Identificar los riesgos geológicos que puedan afectar el área de estudio.

3.5.3 Área de Estudio

Se definió como área de estudio la cuenca del Estero Marga-Marga (Viña del Mar), con el objeto de realizar una caracterización del entorno del Proyecto y poder incorporar las unidades geológicas, geomorfológicas y de áreas de riesgo a una escala apropiada.

El área de estudio asociada a la geomorfología y área de riesgos cubre una superficie mayor al Área de Influencia inicial del Proyecto, detallada en el Capítulo 2 - Determinación y Justificación del Área de Influencia del presente EIA.

Mientras que para la geología, tal como se señala en el Capítulo 2 – Determinación y Justificación del Área de Influencia, no se define Área de Influencia inicial, debido a que el Proyecto no contempla obras, partes o actividades que puedan afectar la condición actual de la geología de la zona. Sin perjuicio de lo anterior, en la sección en desarrollo, se realiza la caracterización de este componente, con el objeto de establecer el contexto general del lugar de emplazamiento del Proyecto.

3.5.4 Metodología

La componente Geología, Geomorfología y Riesgos Geológicos se basó principalmente en la revisión de antecedentes bibliográficos e información técnica existente y disponible, antecedentes públicos (bibliotecas) y virtuales, especialmente en lo concerniente la geología y geomorfología a escala regional o distrital en el entorno de la Comuna de Viña del Mar.

La caracterización de la geología regional se realizó a partir de los siguientes mapas geológicos del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin):

- Gana, P., Wall, R., Gutiérrez, A., 1996. Mapa Geológico del área Valparaíso-Curacaví, regiones de Valparaíso y Metropolitana. Servicio Nacional de Geología y Minería. Santiago. Mapa Geológico N°1, escala 1:100.000, 1 anexo.
- Wall, R., Gana, P., Gutiérrez, A., 1996. Mapa Geológico del área San Antonio-Melipilla, regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins. Servicio Nacional de Geología y Minería. Santiago. Mapa Geológico N°2, escala 1:100.000, 1 anexo.

Por otra parte, la caracterización de la geología local se realizó principalmente en base a los mapas geológicos presentados en "El Suelo de Fundación de Valparaíso y Viña del Mar" de Grimme y Álvarez (1964).

Respecto a la caracterización geomorfológica, la identificación de unidades a escala regional se basó en el mapa geomorfológico de Chile de Börgel (1983), mientras que a escala local se basó en la interpretación de imágenes satelitales disponibles de los softwares ArcGis® 10.4.1 y Google Earth®. En esta interpretación, se segmentaron los rasgos geomorfológicos principales del área estudiada a partir de altos topográficos, cambios de pendiente, tendencias de quebradas, entre otros.

3.5.5 Resultados

3.5.5.1 Geología

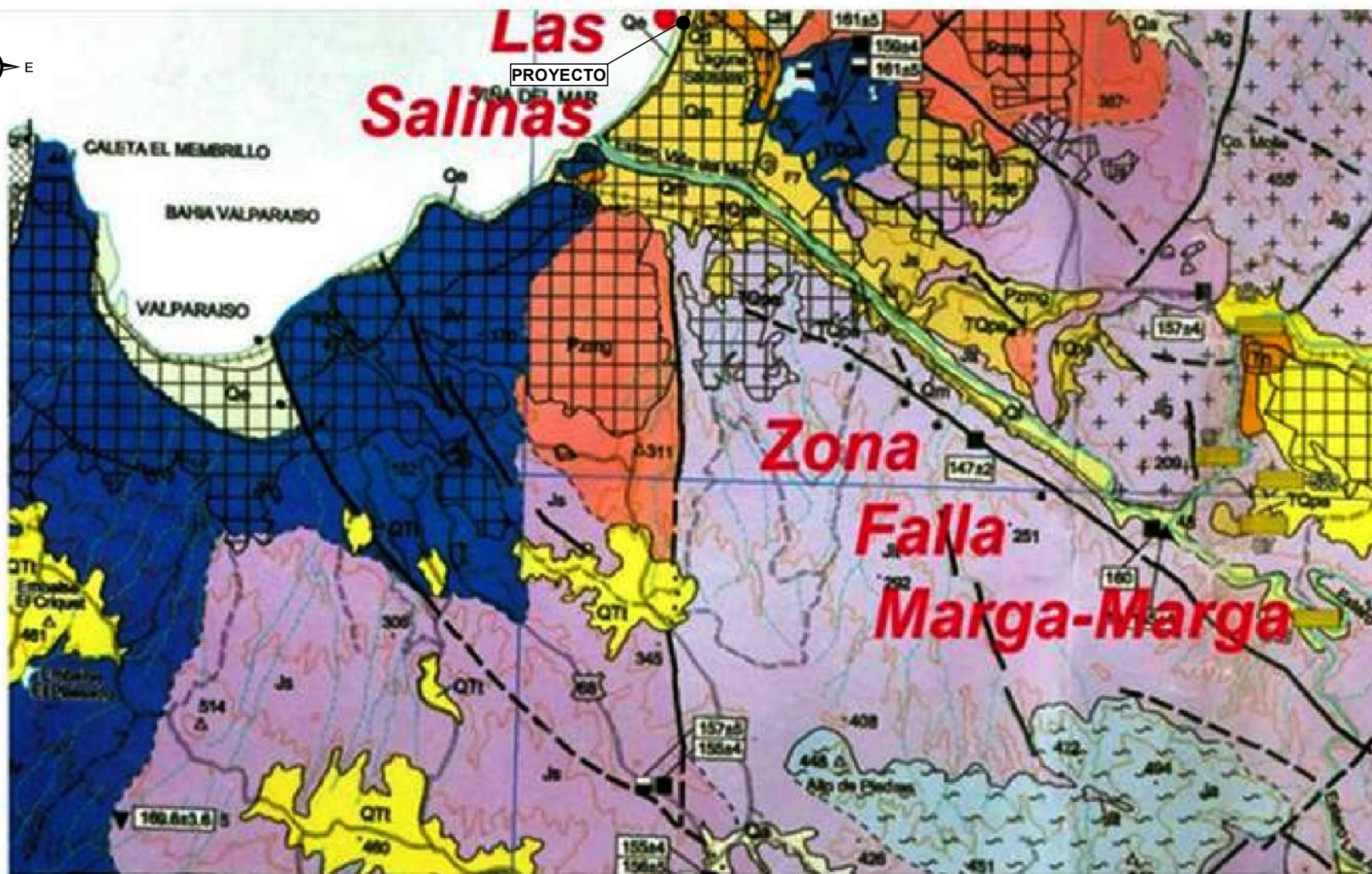
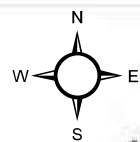
3.5.5.1.1 Antecedentes Generales

A escala regional, el área de estudio se localiza en el margen oriental de la unidad fisiográfica Cordillera de la Costa. En dicha área afloran principalmente extensos cuerpos intrusivos del arco magmático jurásico, emplazados en cuerpos plutónicos paleozoicos, correspondiente al basamento rocoso de la cordillera costera (Figura 3-108). Los afloramientos de los cuerpos paleozoicos se distribuyen mayormente en el borde costero y tienen una envergadura considerablemente menor que los cuerpos jurásicos.

Yaciendo en forma horizontal a subhorizontal sobre el basamento paleozoicos y plutones jurásicos, las unidades sedimentarias marinas y continentales bien estratificadas del Neógeno-Pleistoceno afloran localmente en torno al Estero Viña del Mar (hacia el sureste, también llamado Estero Marga-Marga) (Figura 3-108). Con igual relación estratigráfica que estas unidades, depósitos sedimentarios cuaternarios no consolidados cubren a las unidades más antiguas y se les encuentra rellenando la costa, esteros y quebradas, como también formando terrazas de abrasión en la cordillera costera.

Estructuralmente, en el área de estudio se ha distinguido extensas fallas con desplazamientos normales y orientadas noroeste-sureste, además de fallas secundarias con menores longitudes y orientaciones diversas (Figura 3-108). De todas estas fallas, se ha reconocido una importante estructura relacionada a una zona de falla en torno al Estero Viña del Mar, la cual ha denominada Zona de Falla Marga-Marga (Álvarez, 1964, Gana et al., 1996; Galdámez et al., 2002; Muñoz et al., 2012). Esta zona presenta una falla con una longitud de 55 km y se distingue desde la zona costa hasta el valle del Puangue (fuera del área de estudio), aunque se encuentra cubierta y se infiere su continuidad hacia el centro urbano de Viña del Mar (Muñoz et al., 2012).

A continuación, se describen las unidades geológicas presentes en el área de estudio



SIMBOLOGÍA

Jlv	Unidad Laguna Verde	QTI	Terraza de Abrasión	Qe	Depositos Litorales y Eólicos actuales	Jlg	Jurásico Rocas Intrusivas
Pzmg	Rocas Intrusivas Paleozoicas	TQpa	Estratos de Potrero Alto	Qd	Depósitos Eólicos Subactuales	Jlt	Rocas Intrusivas Limache
Pzmv	Complejo Metamórfico Valparaíso	Tn	Formación Navidad	Qm	Sedimentos Marinos		Geología Regional Valparaíso, Gana 1996

Fuente: Mapa geológico del área de Valparaíso-Curacavi, regiones de Valparaíso y Metropolitana, Escala 1:100.000. Gana, et al, 1996. Tomada del EIA Protocolo de Excavaciones y Condiciones para Edificar en Terreno Las Salinas

REFERENCIA:
PROYECCIÓN/HUSO: UTM / 19 sur
DATUM: WGS 84

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO "SANEAMIENTO DEL TERRENO LAS SALINAS"

GEOLOGÍA REGIONAL DEL ÁREA DEL PROYECTO



N° PROYECTO: 179 216 2901

ESCALA:

REVISIÓN: 0

FIGURA 3-108

3.5.5.1.2 Geología Regional

En el Área de Estudio se identifican tres unidades de suelo (Qe, Qm, QTt), dos unidades sedimentarias estratificadas (TQpa, Tn) y cuatro unidades intrusivas (Jlt, Js, Jlv, Pzgm). La distribución espacial de estas unidades se muestra en la Figura 3-108.

3.5.5.1.2.1 Unidades de Suelo:

- Depósitos litorales y eólicos actuales (Qe). Holoceno. Depósitos sedimentarios no consolidados de playa. Arenas y gravas bien redondeadas, con estratificación plana horizontal predominante y cruzada de bajo ángulo. Dentro del área de estudio, estos depósitos se pueden encontrar en todo el borde costero, desde el puerto de Valparaíso por el sur, hasta la playa Las Salinas por el borde norte;
- Depósitos eólicos subactuales (Qd). Holoceno. Depósitos sedimentarios no consolidados de paleodunas inactivas. Arenas bien seleccionadas con estratificación cruzada, cubiertas por vegetación y desarrollo urbano. Se localizan al norte del Estero Viña del Mar y al oeste de la Laguna Sausalillo;
- Depósitos marinos (Qm). Pleistoceno - Holoceno. Depósitos sedimentarios no consolidados marinos a transicionales. Limos, arenas y gravas con niveles coquinoideos. Hospedan yacimientos de sal común. Dentro del área de estudio estos depósitos se encuentran en la microcuenca del Estero Viña del Mar y en toda la plataforma que corresponde al área del Terreno Las Salinas, y
- Terrazas de Abrasión (QTt). Plioceno (?) - Pleistoceno. Depósitos sedimentarios no consolidados, compuesto por arenas cuarzosas de origen marino, arenas negras con acumulaciones de minerales pesados, de origen litoral. Esta unidad esta labrada sobre intrusivos paleozoicos y jurásicos (Pzgm, Js, Jlv), y unidades sedimentarias y volcánicas terciarias (Tn, TQpa), preservadas en la zona costera, a cotas variables entre los 60 y 290 m s.n.m.. Dentro del área de estudio se presentan principalmente en el sector sur y oeste, principalmente sobre intrusivos jurásicos.

3.5.5.1.2.2 Unidades Estratificadas:

- Estratos de Potrero Alto (TQpa). Mioceno (?) - Plioceno-Pleistoceno (?). Depósitos sedimentarios medianamente a bien consolidados, compuesto por conglomerados, areniscas, limolitas, arcillolitas con restos vegetales, y niveles de diatomitas. Esta unidad presenta una disposición subhorizontal, con potencias variables que pueden alcanzar los 140 metros. En el área de estudio se presenta exclusivamente limitada a la microcuenca del estero Marga-Marga, cubriendo a intrusivos paleozoicos y jurásicos (Pzgm, Jlt), y
- Formación Navidad (Tn). Mioceno - Plioceno. Secuencia sedimentaria marina fosilífera medianamente consolidada, constituida por limonitas, areniscas arcillosas, areniscas de grano muy fino a muy grueso, bancos de conglomerados, areniscas muy finas grises y bancos de coquinas y calizas. De carácter litoral en la base, evidencia una tendencia transgresiva. Se dispone sobre los intrusivos paleozoicos y jurásicos (Pzgm, Jlt) y, a su vez, está cubierta por depósitos eólicos, aluviales y suelos cuaternarios. Esta unidad aflora al norte del Estero Viña del Mar.

3.5.5.1.2.3 Unidades Intrusivas:

- Unidad Limache (Jlt). Jurásico Medio. Complejo intrusivo de composición intermedia, compuesto principalmente por Tonalitas y granodioritas de anfíbola-biotita. Afloran en una franja continua norte-noroeste

de 55 km de largo desde Valparaíso hasta Curacaví. En el área de estudio, se presenta al sur del estero Marga-Marga, hacia el oeste está en contacto por falla con la unidad paleozoica y Sauce (Pzmg y Js);

- Unidad Sauce (Js). Jurásico Inferior. Complejo intrusivo de composición básica a intermedia, compuesto predominantemente por dioritas cuarcíferas de piroxeno-hornblenda-biotita, con tonalitas de hornblenda-biotita y gabros subordinados, que en ciertos afloramientos se presentan en forma de bandas alternadas de 1 a 3 metros de espesor. Esta unidad presenta contactos graduales con la Unidad Laguna Verde (Jlv). En la zona de estudio esta unidad se presenta en la parte suroeste;
- Unidad Laguna Verde (Jlv). Jurásico Inferior. Anfibolitas, ortoanfibolitas, gneises anfibolíticos, dioritas y monzodioritas foliadas y gabros. Frecuente foliación magmática y en parte dinámica. Estas rocas constituyen plutones compuestos, de tamaño inferior a 16 km de largo, restringidos a la costa entre Laguna Verde y Punta Gallo, al sur de Valparaíso. En el área de estudio, esta unidad se presenta al norte y al suroeste del Estero Marga-Marga. En la parte norte se presenta subyaciendo a las unidades sedimentarias estratificadas y depósitos marinos (Tn, TQpa y Qm), y
- Unidad Mirasol (Pzmg). Paleozoico Superior. Tonalitas y granodioritas de anfibolita y biotita, sienogranitos y granitos de microclina, con inclusiones dioríticas. Esta unidad corresponde a un plutón compuesto, que presenta una extensión de 36 km en sentido noroeste. En el área de estudio aflora inmediatamente al suroeste y al noreste del estero Marga-Marga.

3.5.5.1.3 Geología Local

- Localmente, en el Área de Estudio se identifican tres unidades de suelo (Qa, Qe, Qm), una unidad sedimentaria estratificada (Tn) y una unidad intrusiva (Pzgm). La distribución espacial de estas unidades se muestra en la Figura 3-109.
- Depósitos antropogénicos (Qa). Holoceno. Relleno sedimentario artificial no consolidado, mal seleccionado y compactado, constituido de arenas y aglomerados. Estos depósitos están relacionados a la actividad humana, particularmente al periodo de urbanización que comenzó a partir de 1912. En el Terreno Las Salinas este depósito tiene un espesor entre 0,1 y 1 m (Arcadis, 2002).
- Depósitos litorales y eólicos actuales (Qe). Holoceno. Estos depósitos se encuentran desde el nivel del mar hasta la franja de relleno antropogénico que limita la playa hacia el este. Esta unidad está cubriendo directamente al basamento intrusivo paleozoico (Pzmg) y subyace al relleno artificial del Terreno Las Salinas. Se constituye principalmente de arenas de playa, de grano medio a grueso, no consolidadas, de color amarillo a gris y en menor proporción de limo-arcilla.
- Depósitos marinos (Qm). Pleistoceno-Holoceno. Esta unidad está cubriendo al basamento intrusivo paleozoico (Pzmg), y en el sector oeste esta unidad está cubierta por depósitos antropogénicos (Qa).
- Formación Navidad (Tn). Mioceno-Plioceno. Se presenta en la meseta dentro del Área de Estudio. En terreno se observó un conglomerado basal de bolones de hasta 30 cm en el acantilado, arriba del área Shell Combustibles. Corresponde a la unidad llamada “arenas y gravas cementadas, con bolones” por Grimme y Álvarez (1964).
- Unidad Mirasol (Pzmg). Paleozoico Superior. En el área de estudio esta unidad intrusiva granítica está cubierta por depósitos marinos (Qm), con espesores que van desde 0,1 a 1 m de acuerdo con la información levantada en terreno.

3.5.5.2 Geomorfología

3.5.5.2.1 Geomorfología Regional

De acuerdo con Börgel (1983), la V Región de Valparaíso está inscrita en la Región de las cuencas y del llano central fluvio-glaciovolcánico. La región es subdividida en seis zonas morfológicas, las cuales a su vez en total comprenden ocho unidades fisiográficas o morfológicas, llamadas de oeste a este: Farellón Costero, Planicie marina y/o fluvio-marina, Cordillera de la Costa, Llanos de sedimentación fluvial y/o aluvional, Cordones transversales, Sierras Transversales del tronco maestro andino y Cordillera andina de retención crionival (Figura 3-110). En general, estas unidades son disectadas por complejas redes de drenajes, compuestas por esteros, quebradas y extensos ríos que desembocan hacia el océano pacífico (e.g. ríos Petorca, Aconcagua y Maipo).

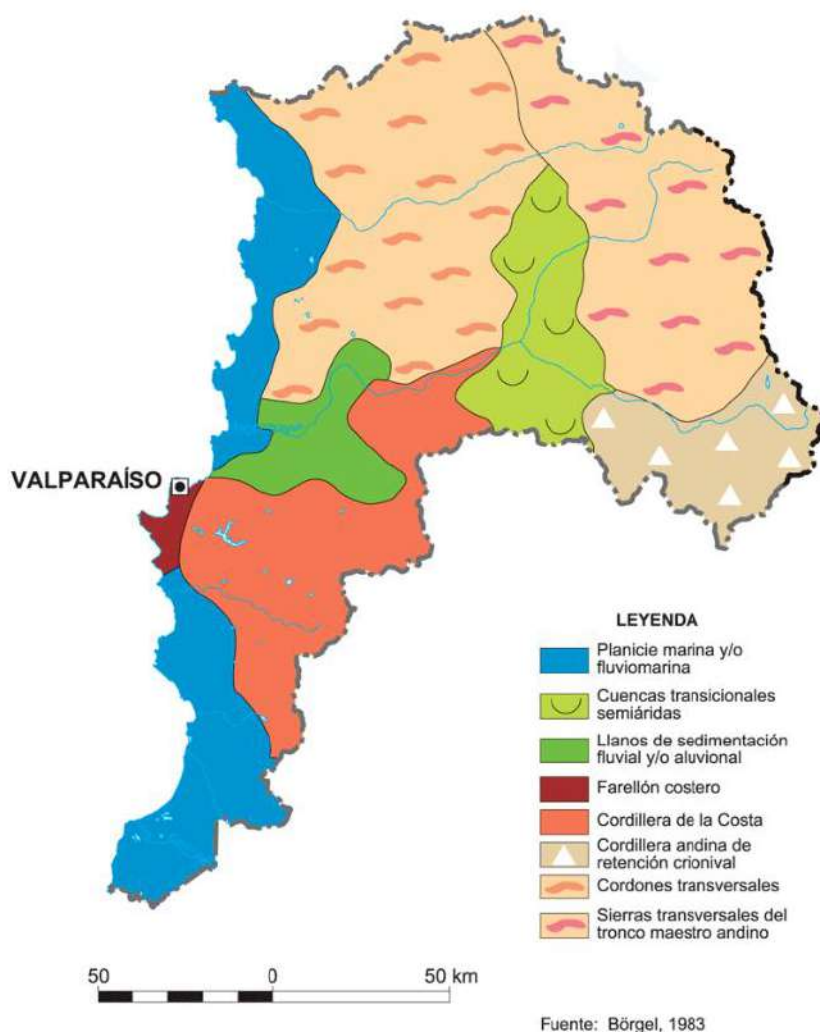


Figura 3-110: Mapa geomorfológico de la V Región de Valparaíso.

Fuente: Börgel, 1983. Cuadro naranja indica el Área de Estudio y la estrella roja el Área del Proyecto.

El Área de Estudio (Figura 3-110) abarca las siguientes unidades:

- **Farellón Costero:** Corresponde espacialmente con la comuna de Valparaíso. Se constituye por el acantilado costero y promontorios rocosos ubicados en la línea de costa, originados por la erosión de las olas sobre el acantilado;
- **Llanos de sedimentación fluvial y/o aluvional:** Llanos relacionados con la desembocadura del Estero Viña del Mar. La erosión o la sedimentación de esta unidad es dependiente de las precipitaciones en la zona y del régimen de las aguas provenientes de la alta cordillera, y
- **Planicie marina y/o fluviomarina.** Comprende a las planicies litorales ubicadas en la comuna de Viña del Mar. Entre estas planicies se encuentran las terrazas marinas de abrasión, inscritas en los cuerpos ígneos mesozoicos y paleozoicos y construyendo sistemas escalonados de hasta cuatro niveles. Las planicies marinas y/o fluviomarinas se encuentran cercanas a la línea de costa y constituyen bolsones sedimentarios adyacentes a la desembocadura del Estero Viña del Mar.

3.5.5.2.2 Geomorfología Local

El Proyecto se encuentra inserto en una zona de planicies marinas y/o fluviomarinas, en consecuencia, se debe entender que la geomorfología actual del área ha sido desarrollada por procesos naturales dinámicos y evolutivos (e.g. eutatismo, cambio climático, tectonismo, etc.). También, las constantes alteraciones humanas del medio litoral, tales como la extracción o rellenos sedimentarios, muchas veces implican modificaciones al paisaje y, por lo tanto, a estos procesos (i.e. erosión v/s acreción).

El terreno Las Salinas se caracteriza por ser una zona mayoritariamente plana, la cual se encuentra a 15 m s.n.m. en promedio y corresponde a una antigua terraza marina. Directamente al este del terreno se observa la presencia de un acantilado con afloramiento rocoso y sobre este se presentan terrazas marinas de abrasión descritas por Álvarez (1964). La ladera mencionada posee una extensión de 600 m, aproximadamente, y alcanza una altura de 61 m s.n.m. en su parte más alta.

A continuación, se presenta una descripción de las unidades geomorfológicas identificadas a escala local y se relacionan con el mapa de pendiente del área de estudio del Proyecto (Figura 3-111 y Figura 3-112).

■ Planicie Litoral (Playa)

Corresponde al área frente a la costa, al este de la Avenida Jorge Montt, y presenta aproximadamente un ancho de 70 m y un largo de 2500 m. Se caracteriza por presentar una pendiente variable entre 7% y 15% y se constituye por depósitos marinos más actuales.

■ Terraza Marina

Corresponde a la planicie de origen marino que está limitada tanto al norte como al sur por el acantilado costero y se encuentra disectada por el Estero Viña del Mar. Se caracteriza por presentar cotas por sobre los 15 m s.n.m. y pendientes menores al 7%. Es importante destacar que el terreno Las Salinas forma parte de esta unidad geomorfológica. Es de terrazas marinas.



SIMBOLOGÍA

Unidades Geomorfológicas

■ Acantilado Costero	■ Terraza Marina
■ Llano de sedimentación fluvial y/o aluvial	■ Terraza de Abrasión
■ Planicie Litoral (Playa)	■ Terreno Las Salinas

REFERENCIA:
PROYECCIÓN/HUSO: UTM / 19 sur
DATUM: WGS 84

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO "SANEAMIENTO DEL TERRENO LAS SALINAS"

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO



N° PROYECTO: 179 216 2901

ESCALA:

REVISIÓN: 0

FIGURA 3-111



SIMBOLOGÍA

- Área de proyecto (Paño)
- Vias (Bienes Nacionales de Uso Público establecidas en PRC Viña del Mar)

Rango de pendientes

- 0 - 3
- 4 - 15
- 16 - 26
- 27 - 35
- >35



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO "SANEAMIENTO DEL
TERRENO LAS SALINAS"

MAPA DE PENDIENTES EN EL
ÁREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO

DISEÑO	P.M.	NOV 18	N° PROY: 159 216 3058
GIS	J.R.	NOV 18	ESCALA: REV 0
REVISO	B.A.	NOV 18	FIGURA 3-112

■ Acantilado Costero

Corresponde al margen occidental de la Cordillera de la Costa que formada por la abrasión marina. Se presenta al este de la unidad geomorfológica Terraza Marina y se caracteriza por tener una abrupta pendiente (>35%) y una diferencia de altitud de 60 m en promedio.

■ Terraza de Abrasión

Corresponden a las planicies de origen marino que se encuentran labradas sobre el acantilado costero y que cubren los afloramientos rocosos de las unidades ígneas paleozoicas y mesozoicas. Se caracteriza por situarse entre los 70 m y 290 m s.n.m. y presentan pendientes promedios menores al 7%.

■ Llanura de sedimentación fluvial y/o aluvial

Corresponde a la planicie formada por el Estero Viña del Mar. Tanto la planicie como los sectores aledaños al curso del estero pueden ser erosionados o ser sedimentados por la crecida o descenso del flujo en el estero, el cual es dependiente de las precipitaciones en la región y las precipitaciones y deglaciación en el borde occidental de la cordillera de los Andes.

3.5.5.3 **Riesgos geológicos**

3.5.5.3.1 **Remoción en Masa**

Este fenómeno corresponde a la caída individual o conjunta, en forma de agregados separados, de fragmentos de rocas mayores que gravas y que puedan alcanzar algunos metros cúbicos de volumen. En este fenómeno intervienen: la calidad del macizo rocoso (fracturamiento), la intensidad de intemperización, la simple inestabilidad gravitacional de los fragmentos de rocas y el agua que, al debilitar o fluidizar el sustrato de apoyo de estos, contribuye a la pérdida de estabilidad. Algunos bloques en equilibrio metaestable pueden ser también desestabilizados como consecuencia de un sismo de magnitud mayor a 6. La ocurrencia de este tipo de fenómenos está relacionada a zonas de fuerte pendiente, siendo más probables durante épocas de lluvias anómalas y/o sismos de gran intensidad.

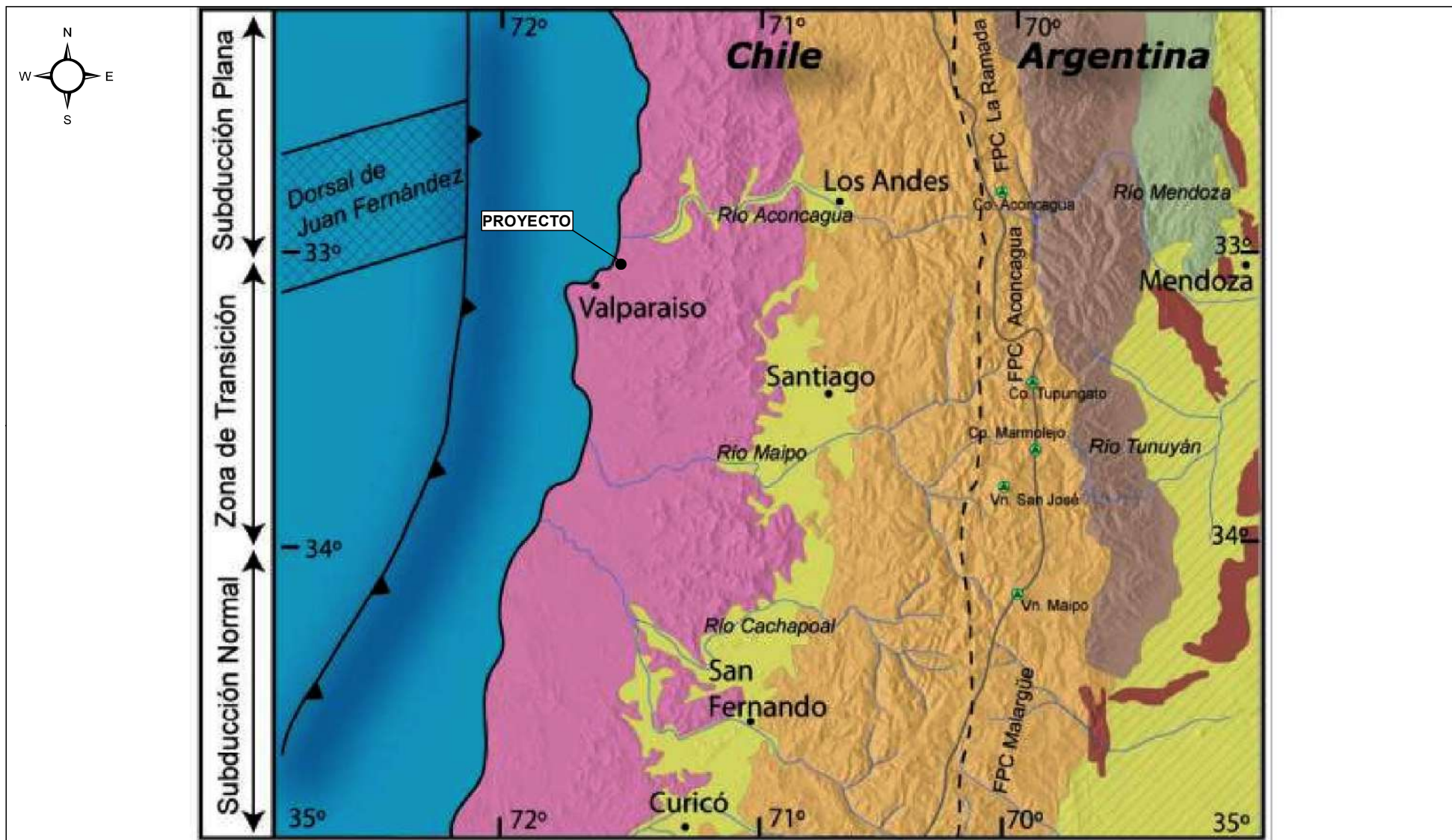
Los riesgos geológicos asociados a remociones en masa y caída de bloques presentes en el área de estudio se relacionan, específicamente con la zona este del terreno de las salinas, en el acantilado costero (Figura 3-112), que presenta pendientes mayores a 35% (Figura 3-112) y alturas medias de 60 metros.

En la Figura 3-112, polígono blanco, se observa la zona identificada con riesgo potencial de remociones en masa o caída de bloques. Esta zona corresponde a un acantilado con afloramientos de rocas de la formación Navidad constituida por limonitas, areniscas, estratos de conglomerados, y bancos de coquinas. Esta área se encuentra desprovista de vegetación y muestra indicios de antiguos procesos de remoción, identificándose en la zona baja de la pendiente escurrimientos actuales correspondientes a rocas de pequeño tamaño.

El riesgo es de Alta probabilidad en la zona debido a lo abrupto del relieve, sobre todo en la mitad oriental del área.

3.5.5.3.2 Riesgo sísmico

De acuerdo con Gana et al. (1996), a nivel local en la geología estructural, “predomina un sistema de estructuras en bloques, limitados por fallas noroeste y noreste, de desplazamiento vertical post-Plioceno sobreimpuesto a un movimiento de rumbo, con rotación de bloques, que, en parte, afectan a las rocas cretácicas de la Cordillera de la Costa”. A una escala regional, el área de Proyecto se ubica al lado norte de la zona de transición entre subducción plana al norte y subducción normal al sur de la Placa Nazca debajo la Placa Sudamérica, y a la locación de subducción del dorsal de Juan Fernández (Figura 3-113). La deformación neógena, incluso el levantamiento de la costa, se puede atribuir a este último fenómeno (Andalucía, 2014).



SIMBOLOGÍA

	Cordillera de la Costa		Depresión Central		Limite entre Cordillera Principal Oriental y Occidental
	Cordillera Principal		Antepaís		Limite Internacional
	Cordillera Frontal		Depósitos Neógenos de Antepaís		
	Precordillera				

Fuente: EIA Protocolo de Excavaciones y Condiciones para Edificar en Terreno Las Salinas. Capítulo Línea de Base. Andalué, junio 2014.

REFERENCIA:
PROYECCIÓN/HUSO: UTM / 19 sur
DATUM: WGS 84

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO "SANEAMIENTO DEL TERRENO LAS SALINAS"

PRINCIPALES MORFOESTRUCTURAS DE LA SEGMENTACIÓN ANDINA ENTRE LOS PARALELOS 32° Y 35°



N° PROYECTO: 179 216 2901

ESCALA:

REVISIÓN: 0

FIGURA 3-113

Entre las fallas noroestes, el mapa de Gana et al. (1996) incluye la Zona de Falla Marga-Marga, a pesar de que no la identifica con ese nombre, ya que la denominación “falla Marga-Marga” fue impuesta por Álvarez (1964). Álvarez interpretó que la falla Marga-Marga tiene desplazamiento principalmente horizontal, de unos 4 km, con el bloque ubicado al norte de la falla moviendo al sureste respecto al bloque opuesto; es decir, movimiento dextral. Además, se determinó un componente vertical con alzamiento del bloque sur, evidenciado por la no concordancia de terrazas marinas en los dos lados.

Según lo descrito por Sabaj (2008), en la zona de falla Marga-Marga se identifican 5 segmentos de la zona de falla. Estudios más detallados, interpretaron el riesgo sísmico en base de sus largos superficiales y otros parámetros. Cada segmento fue estimado de ser capaz de generar un sismo con magnitud de 6,08 a 6,82, con hipocentros someros, en el rango de 5,0 a 7,4 km, en general. Se calculó que un sismo en esta falla podría alcanzar una magnitud de 6,8 y aceleraciones horizontales en roca de hasta 49,5%g.

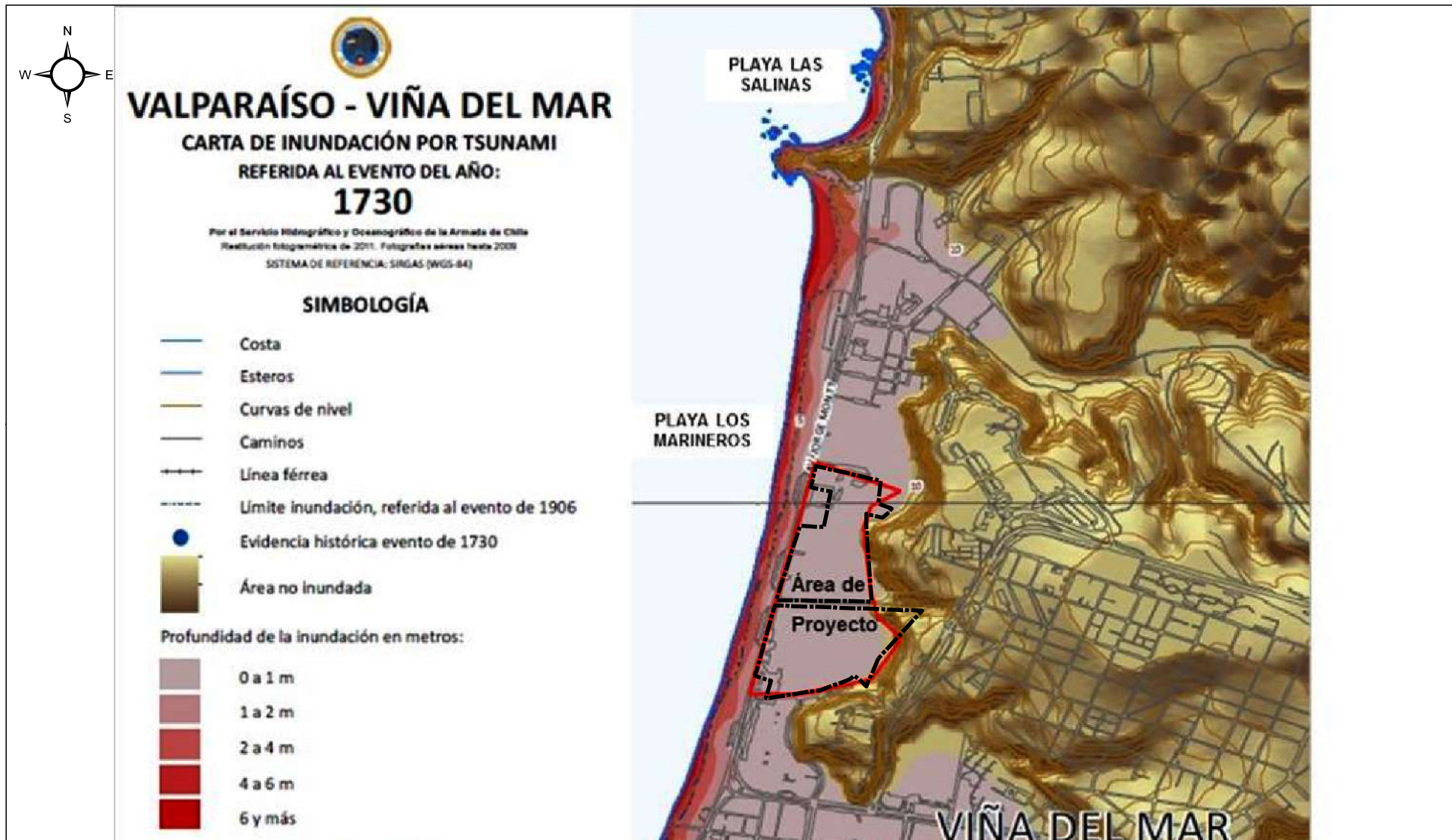
El riesgo sísmico general en la Región de Valparaíso es principalmente debido a terremotos de subducción, como el del año 1906 que destruyó gran parte de la ciudad. Los sismos estimados por Sabaj (2008) tendrían efectos mucho más locales, aunque pueden ser fuertes en áreas restringidas.

3.5.5.3.3 Riesgo de Inundación por Tsunami

En Chile se conocen cinco grandes terremotos que han afectado a la zona centro y sur del país, los cuales generaron ondas de tsunami en el puerto de Valparaíso. Los eventos registrados corresponden: 13 de mayo de 1647, 08 de julio de 1730, 19 de noviembre de 1822, 16 de agosto de 1906 y el 03 de marzo de 1985.

El riesgo de que eventos telúricos de magnitud generen tsunamis es una situación que debe ser considerada en toda la zona costera de nuestro país. Por tanto, el Servicio Hidrográfico Militar ha desarrollado la Carta de Inundación por Tsunami Valparaíso-Viña del Mar, la cual define aquellas áreas que potencialmente podrían inundarse en caso de que ocurriera un tsunami (Figura 3-114). Para la elaboración de este análisis se consideró las características dinámicas del sismo desarrollado en el año 1730, lo cual se transforma en un caso “extremo” ya que este evento se caracterizó por alcanzar una magnitud 9.

A partir de lo definido en Carta de Inundación por Tsunami Valparaíso-Viña del Mar (SHOA, 2011), el área de estudio se localiza sobre la zona que se vería afectada por una profundidad de inundación somera entre 0 y 1 m, en el caso que se desarrollara un evento de tsunami (Figura 3-114).



SIMBOLOGÍA

Fuente: http://www.shoa.cl/servicios/citsu/pdf/citsu_valparaiso_vinna.pdf. Consultado 05.08.2015

REFERENCIA:
PROYECCIÓN/HUSO: UTM / 19 sur
DATUM: WGS 84

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO "SANEAMIENTO DEL TERRENO LAS SALINAS"

CARTA DE INUNDACIÓN POR TSUNAMIS ÁREA DE PROYECTO



N° PROYECTO: 179 216 2901

ESCALA:

REVISIÓN: 0

FIGURA 3-114

3.5.6 Conclusiones

Geológicamente, el Área de Estudio del Proyecto “Saneamiento del Terreno Las Salinas”, se describe con denominación Qm (sedimentos no consolidados, marinos a transicionales del Pleistoceno-Holoceno) en la parte baja y Pgmz (Tonalitas y granodioritas de anfibolita y biotita, sienogranitos y granitos del Paleozoico Superior) en la meseta.

Estructuralmente, en el Área de Estudio se ha distinguido extensas fallas con desplazamientos normales y orientadas noroeste-sureste, además de fallas secundarias con menores longitudes y orientaciones diversas. De todas estas fallas, se ha reconocido una importante estructura relacionada a una zona de falla en torno al Estero Viña del Mar, la cual ha denominada zona de Falla Marga-Marga. Esta zona presenta una falla con una longitud de 55 km y se distingue desde la zona costa hasta el valle del Puangue (fuera del área de estudio), aunque se encuentra cubierta y se infiere su continuidad hacia el centro urbano de Viña del Mar.

Con respecto a la geomorfología, el Terreno Las Salinas se caracteriza por ser una zona mayoritariamente plana, la cual se encuentra a 15 m s.n.m. en promedio y corresponde a una antigua terraza marina. Directamente al este del terreno se observa la presencia de un acantilado con afloramiento rocoso y sobre este se presentan terrazas marinas de abrasión. La ladera mencionada posee una extensión de 600 m, aproximadamente, y alcanza una altura de 61 m s.n.m. en su parte más alta.

En relación con los riesgos geológicos se identifican los siguientes:

- Remoción en Masa: se relacionan específicamente con la ladera este del terreno, ya que a lo largo de todo el frente indicado se observa una pronunciada pendiente. Esta área se encuentra mayormente desprovista de vegetación y muestra indicios de antiguos procesos de remoción, identificándose en la zona baja de la pendiente escurrimientos actuales correspondientes a rocas de pequeño tamaño;
- Riesgo Sísmico: se relacionan con terremotos de subducción, como el del año 1906 que destruyó gran parte de la ciudad. Los sismos estimados tendrían efectos mucho más locales, aunque pueden ser fuertes en áreas restringidas, y
- Riesgo de inundación por Tsunami: a partir de lo definido en la Carta de Inundación por Tsunami Valparaíso-Viña del Mar del SHOA, el área de estudio se localiza sobre la zona que se vería afectada por una profundidad de inundación somera entre 0 y 1 m, en el caso que se desarrollara un evento de tsunami.

3.5.7 Bibliografía

- Álvarez, L., 1964. Geología del área de Valparaíso-Viña del Mar. Boletín. Instituto de Investigaciones Geológicas, 16, 1-58.
- Andalué, 2014. Estudio de Impacto Ambiental “Protocolo de Excavaciones y Condiciones para Edificar en Terreno Las Salinas”. Capítulo 3 Línea de Base.
- Arcadis, 2002. Estudio de Impacto Ambiental “Proyecto de Recuperación Terreno Las Salinas”. Capítulo 3 Línea de Base.
- Börgel R., 1983. Mapa geomorfológico de Chile: descripción geomorfológica del territorio. Instituto Geográfico Militar, 106 p., 2 mapas.
- Galdámez, G., Saragoni, R., 2002. Influencia del posible movimiento de la falla Marga-Marga en el daño de edificios altos de Viña del Mar en el terremoto de Chile de 1985. VIII Jornadas Chiles de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Abril 2002. UTSFM Valparaíso: 6p.
- Gana, P., Wall, R., Gutiérrez, A., 1996. Mapa Geológico del área Valparaíso-Curacaví, regiones de Valparaíso y Metropolitana. Servicio Nacional de Geología y Minería. Santiago. Mapa Geológico N°1, escala 1:100.000, 1 anexo.
- Grimme y Álvarez, 1964. El Suelo de Fundación de Valparaíso y Viña del Mar.
- Muñoz, E., Sepulveda, S., Rebolledo, S., 2012. Nuevos antecedentes sobre la falla Marga-Marga y sus implicancias en el peligro sísmico. XIII Congreso Geológico Chileno, Antofagasta, Chile, p. 857-859.
- Sabaj, R., 2008. Identificación y caracterización de estructuras potencialmente activas en la cordillera de la costa, entre los 33° y 33°45' Sur. Memoria para optar al título de Geólogo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Geología.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 2011. Carta Inundación por Tsunami, referida al evento año 1730. Enlace: http://www.shoa.cl/servicios/citsu/pdf/citsu_valparaiso_vinna.pdf.
- Wall, R., Gana, P., Gutierrez, A., 1996. Mapa Geológico del área San Antonio-Melipilla, regiones de Valparaíso, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins. Servicio Nacional de Geología y Minería. Santiago. Mapa Geológico N°2, escala 1:100.000, 1 anexo.