

CAPÍTULO 4

LÍNEA BASE AMBIENTAL

ÍNDICE CAPÍTULO 4

4.	LÍNEA BASE AMBIENTAL.....	4-1
4.1	Ambiente físico	4-1
4.1.1	Clima y meteorología.....	4-1
4.1.2	Calidad de aire	4-23
4.1.2.1	Metodología	4-24
4.1.2.2	Estaciones de muestreo	4-24
4.1.2.3	Estándares de calidad ambiental de aire	4-25
4.1.2.4	Evaluación de la calidad de aire	4-26
4.1.3	Niveles de ruido ambiental	4-27
4.1.3.1	Metodología	4-27
4.1.3.2	Estaciones de muestreo	4-28
4.1.3.3	Estándares de niveles de ruido ambiental	4-28
4.1.3.4	Evaluación de los niveles de ruido ambiental	4-29
4.1.4	Radiación no ionizante	4-29
4.1.4.1	Metodología	4-30
4.1.4.2	Estaciones de muestreo	4-30
4.1.4.3	Evaluación de los niveles de radiaciones no ionizantes	4-31
4.1.5	Geología y sismicidad	4-31
4.1.5.1	Geología regional.....	4-31
4.1.5.2	Geología local.....	4-32
4.1.5.3	Estratigrafía	4-32
4.1.5.4	Geología estructural.....	4-35
4.1.5.5	Geodinámica externa.....	4-35
4.1.5.6	Geodinámica interna.....	4-36
4.1.6	Geomorfología.....	4-39
4.1.7	Suelos y capacidad de uso de tierras.....	4-40
4.1.7.1	Clasificación de suelos y descripción de las unidades taxonómicas y cartográficas ..	4-40
4.1.7.2	Clasificación y descripción de los suelos	4-41
4.1.7.3	Descripción de las unidades cartográficas.....	4-43
4.1.7.4	Capacidad de uso mayor de tierras	4-47
4.1.7.5	Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor	4-48
4.1.7.6	Descripción de las unidades de tierra por su capacidad de uso mayor de tierras ..	4-50

4.1.8	Uso actual de tierras.....	4-51
4.1.8.1	Clasificación de uso actual de tierras.....	4-51
4.1.8.2	Terrenos con huertos de frutas y otros cultivos perennes.....	4-52
4.1.8.3	Áreas sin uso o improductivas	4-53
4.1.9	Calidad de suelos.....	4-55
4.1.9.1	Metodología	4-55
4.1.9.2	Estaciones de muestreo	4-56
4.1.9.3	Evaluación de la calidad de suelo.....	4-57
4.1.9.4	Evaluación acorde al D.S. N.° 012-2017-MINAM	4-59
4.1.10	Hidrología.....	4-61
4.1.10.1	Demarcación administrativa.....	4-62
4.1.10.2	Cuenca Ilo-Moquegua.....	4-62
4.1.10.3	Delimitación hidrográfica del área de estudio	4-63
4.1.10.4	Parámetros morfométricos.....	4-64
4.1.10.4.1	Microcuenca Silencio	4-64
4.1.10.4.2	Intercuenca Guaneros	4-65
4.1.10.4.3	Intercuenca Bajo Guaneros	4-65
4.1.10.4.4	Intercuenca Bajo Ilo-Moquegua	4-66
4.1.10.4.5	Intercuenca Bajo Honda	4-66
4.1.11	Calidad de agua superficial	4-70
4.1.11.1	Metodología	4-70
4.1.11.2	Estaciones de muestreo	4-71
4.1.11.3	Estándares de calidad ambiental de agua superficial	4-72
4.1.11.4	Evaluación de la calidad de agua superficial	4-73
4.1.12	Hidrogeología	4-76
4.1.12.1	Caracterización geológica.....	4-77
4.1.12.2	Unidades hidroestratigráficas.....	4-77
4.1.12.3	Nivel Freático.....	4-78
4.1.13	Paisaje.....	4-78
4.1.13.1	Descripción y diagnóstico del paisaje en el área de estudio	4-79
4.1.13.2	Descripción del paisaje asociado a los componentes del proyecto	4-83
4.2	Línea de base del medio biótico	4-90
4.2.1	Ecorregiones	4-91
4.2.2	Zonas de vida	4-92

4.2.3	Unidades de vegetación	4-92
4.2.3.1	Desierto costero.....	4-92
4.2.3.2	Tillandsial.....	4-93
4.2.3.3	Agricultura costera y andina-Vegetación ribereña	4-93
4.2.4	Áreas naturales protegidas.....	4-93
4.2.5	Ecosistemas frágiles.....	4-93
4.2.6	Componente biológico.....	4-94
4.2.7	Flora y Vegetación.....	4-94
4.2.7.1	Introducción	4-94
4.2.7.2	Metodología	4-95
4.2.7.3	Resultados.....	4-96
4.2.7.4	Conclusiones	4-107
4.2.8	Aves	4-107
4.2.8.1	Introducción	4-107
4.2.8.2	Metodología	4-109
4.2.8.3	Resultados.....	4-112
4.2.8.4	Conclusiones	4-126
4.2.9	Mamíferos menores.....	4-126
4.2.9.1	Introducción	4-126
4.2.9.2	Metodología	4-127
4.2.9.3	Resultados.....	4-128
4.2.9.4	Conclusiones	4-133
4.2.10	Mamíferos mayores.....	4-133
4.2.10.1	Introducción	4-133
4.2.10.2	Metodología	4-134
4.2.10.3	Resultados.....	4-135
4.2.10.4	Conclusiones	4-141
4.2.11	Anfibios y reptiles	4-141
4.2.11.1	Introducción	4-141
4.2.11.2	Metodología	4-142
4.2.11.3	Resultados.....	4-144
4.2.11.4	Conclusiones	4-150
4.2.12	Artrópodos.....	4-151
4.2.12.1	Introducción	4-151

4.2.12.2	Metodología	4-151
4.2.12.3	Resultados	4-153
4.2.12.4	Conclusiones	4-162
4.2.13	Hidrobiología	4-163
4.2.13.1	Metodología	4-163
4.2.13.2	Estaciones de muestreo	4-168
4.2.13.3	Resultados	4-168
4.2.13.4	Conclusiones	4-185

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1-1	Ubicación de las estaciones meteorológicas	4-2
Cuadro 4.1-2	Parámetros analizados de las estaciones meteorológicas	4-2
Cuadro 4.1-3	Jerarquías de humedad	4-4
Cuadro 4.1-4	Tipo de distribución de la humedad a través del año	4-4
Cuadro 4.1-5	Jerarquías de temperatura	4-5
Cuadro 4.1-6	Tipos de distribución de la temperatura a través del año	4-5
Cuadro 4.1-7	Clasificación de la humedad relativa	4-6
Cuadro 4.1-8	Temperaturas máximas mensuales (°C)	4-6
Cuadro 4.1-9	Temperaturas mínimas mensuales (°C)	4-8
Cuadro 4.1-10	Temperaturas medias mensuales (°C)	4-9
Cuadro 4.1-11	Registro mensual de precipitación	4-12
Cuadro 4.1-12	Estaciones de precipitaciones máximas en 24 h	4-16
Cuadro 4.1-13	Registro de precipitaciones máximas en 24h (mm)	4-16
Cuadro 4.1-14	Evapotranspiración total anual (mm)	4-18
Cuadro 4.1-15	Evaporación total anual registrada (mm)	4-19
Cuadro 4.1-16	Humedad relativa (%)	4-19
Cuadro 4.1-17	Escala de Beaufort	4-20
Cuadro 4.1-18	Métodos de ensayo	4-24
Cuadro 4.1-19	Estaciones de muestreo de calidad de aire	4-25
Cuadro 4.1-20	Estándares de calidad ambiental para aire	4-25
Cuadro 4.1-21	Resultados de muestreo de calidad de aire	4-26
Cuadro 4.1-22	Metodología aplicada en los muestreos de niveles de ruido ambiental	4-28
Cuadro 4.1-23	Estaciones de muestreo de niveles de ruido ambiental	4-28
Cuadro 4.1-24	Estándares de calidad ambiental de ruido	4-29

Cuadro 4.1-25	Resultados de los muestreos de niveles de ruido ambiental	4-29
Cuadro 4.1-26	Estaciones de muestreo de niveles de radiaciones no ionizantes	4-30
Cuadro 4.1-27	Resultados de los muestreos de radiaciones no ionizantes	4-31
Cuadro 4.1-28	Estratigrafía regional.....	4-32
Cuadro 4.1-29	Unidades geomorfológicas	4-39
Cuadro 4.1-30	Ubicación de calicatas de evaluación	4-41
Cuadro 4.1-31	Unidades taxonómicas de suelos	4-42
Cuadro 4.1-32	Fases por pendiente	4-42
Cuadro 4.1-33	Unidades cartográficas de suelos	4-43
Cuadro 4.1-34	Esquema de clasificación por capacidad de uso mayor de la tierra	4-47
Cuadro 4.1-35	Unidades de tierra por su capacidad de uso mayor.....	4-49
Cuadro 4.1-36	Clasificación de uso actual de tierras	4-51
Cuadro 4.1-37	Clasificación de uso actual de tierras	4-52
Cuadro 4.1-38	Método de ensayo	4-56
Cuadro 4.1-39	Estaciones de muestreo de calidad de suelo	4-57
Cuadro 4.1-40	Estaciones de muestreo de calidad de suelo	4-58
Cuadro 4.1-41	Parámetros morfométricos evaluados	4-68
Cuadro 4.1-42	Métodos de ensayo	4-70
Cuadro 4.1-43	Ubicación de los puntos de muestreo de calidad de agua superficial.....	4-71
Cuadro 4.1-44	Estándares de calidad ambiental de agua superficial.....	4-72
Cuadro 4.1-45	Resultados del muestreo de calidad de agua superficial (parámetros físicoquímicos).....	4-74
Cuadro 4.1-46	Resultados del muestreo de calidad de agua superficial (parámetros orgánicos y plaguicidas).....	4-74
Cuadro 4.1-47	Resultados del muestreo de calidad de agua superficial (parámetros inorgánicos y microbiológicos).....	4-75
Cuadro 4.1-48	Unidades hidroestratigráficas de la zona de estudio	4-78
Cuadro 4.1-49	Unidades de paisaje en la evaluación de calidad de paisaje	4-79
Cuadro 4.1-50	Calidad visual de las unidades del paisaje	4-83
Cuadro 4.1-51	Análisis de fragilidad y capacidad de absorción visual (CAV)	4-83
Cuadro 4.1-52	Ubicación de cuencas visuales.....	4-84
Cuadro 4.2-1	Ubicación de las estaciones de muestreo y parcelas para la evaluación de flora	4-96
Cuadro 4.2-2	Esfuerzo de muestreo para el componente flora y vegetación	4-97
Cuadro 4.2-3	Número de órdenes, familias y especies por clase taxonómica	4-98
Cuadro 4.2-4	Valores de índices de diversidad registradas por estación de muestreo	4-105

Cuadro 4.2-5	Especies de flora categorizadas.....	4-107
Cuadro 4.2-6	Estación de muestreo y puntos de conteo para la evaluación de aves	4-109
Cuadro 4.2-7	Esfuerzo de muestreo para aves de ambientes terrestres	4-112
Cuadro 4.2-8	Lista de especies de aves registradas.....	4-114
Cuadro 4.2-9	Valores de índices de diversidad registradas por estación de muestreo	4-119
Cuadro 4.2-10	Especies de aves categorizadas	4-123
Cuadro 4.2-11	Ubicación de las estaciones y transectos para la evaluación de mamíferos menores terrestres.....	4-128
Cuadro 4.2-12	Ubicación de las estaciones y transectos para la evaluación de mamíferos menores voladores	4-128
Cuadro 4.2-13	Esfuerzo de muestreo realizado para la evaluación de mamíferos menores.....	4-129
Cuadro 4.2-14	Esfuerzo de muestreo realizado para la evaluación de mamíferos menores voladores.....	4-129
Cuadro 4.2-15	Lista de especies de mamíferos menores registrados.....	4-131
Cuadro 4.2-16	Especies de mamíferos menores categorizados	4-133
Cuadro 4.2-17	Ubicación de los transectos para la evaluación de mamíferos mayores	4-134
Cuadro 4.2-18	Esfuerzo de muestreo realizado para la evaluación de mamíferos mayores.....	4-135
Cuadro 4.2-19	Lista de especies de mamíferos mayores registradas.....	4-137
Cuadro 4.2-20	Índices de Boddicker para mamíferos mayores registrados por estación de evaluación	4-139
Cuadro 4.2-21	Especies de mamíferos mayores categorizados	4-140
Cuadro 4.2-22	Ubicación de unidades de muestreo para a evaluación de anfibios y reptiles.....	4-142
Cuadro 4.2-23	Ubicación de muestreo para la evaluación de reptiles terrestres.....	4-144
Cuadro 4.2-24	Especies de anfibios y reptiles registrados durante la evaluación	4-147
Cuadro 4.2-25	Especies de anfibios y reptiles registrados durante la evaluación	4-149
Cuadro 4.2-26	Especies de anfibios y reptiles categorizados	4-150
Cuadro 4.2-27	Estación de muestreo y puntos de conteo para la evaluación de artrópodos.....	4-152
Cuadro 4.2-28	Esfuerzo de muestreo para artrópodos	4-153
Cuadro 4.2-29	Lista de especies de artrópodos registradas	4-154
Cuadro 4.2-30	Lista de familias de artrópodos registradas en Vegetación ribereña	4-158
Cuadro 4.2-31	índice de diversidad de artrópodos por unidad de vegetación y estación....	4-160
Cuadro 4.2-32	Condición de contaminación según el índice de Shannon-Wiener	4-165
Cuadro 4.2-33	Calidad de agua para índices EPT	4-165

Cuadro 4.2-34	Valores de tolerancia de macroinvertebrados bentónicos utilizadas en la determinación del IBF.....	4-166
Cuadro 4.2-35	Sistema de clasificación de la calidad de agua basado en el IBF.....	4-167
Cuadro 4.2-36	Método de evaluación de la calidad del agua con el método BMWP	4-167
Cuadro 4.2-37	Valor del Índice BMWP para las diferentes clases de calidad biológica del agua	4-168
Cuadro 4.2-38	Estaciones de muestreo para la evaluación hidrobiológica	4-168
Cuadro 4.2-39	Índices bióticos indicadores de calidad de agua.....	4-185
Cuadro 4.3-1	Lista de entrevistados: actores sociales y grupos de interés	4-196
Cuadro 4.3-2	Población intercensal en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017.....	4-199
Cuadro 4.3-3	Población según sexo en el ámbito geográfico del distrito del área de Influencia, 2017.....	4-200
Cuadro 4.3-4	Población total y por grupos de edad quinquenales en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-201
Cuadro 4.3-5	Población según área asentada en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-203
Cuadro 4.3-6	Permanencia de la población en el ámbito del distrito del Área de Influencia, 2017.....	4-204
Cuadro 4.3-7	Población que vivía hace 5 años en el ámbito del distrito del área de influencia, 2017.....	4-205
Cuadro 4.3-8	Número de instituciones educativas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2020	4-205
Cuadro 4.3-9	Número de instituciones educativas en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2020	4-206
Cuadro 4.3-10	Número de instituciones educativas en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2019 y 2020.....	4-207
Cuadro 4.3-11	Nivel educativo de la población en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-208
Cuadro 4.3-12	Incidencia del analfabetismo en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-209
Cuadro 4.3-13	Tasa de deserción permanente (% de matrícula final) de la región Moquegua	4-209
Cuadro 4.3-14	Establecimiento de salud microrred Ilo (Minsa), puesto de salud El Algarrobal... ..	4-211
Cuadro 4.3-15	Morbilidad general por etapas de vida, según grupos de categorías en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2019.....	4-212
Cuadro 4.3-16	Número de defunciones del distrito El Algarrobal, 2019 y 2020	4-214
Cuadro 4.3-17	Tipo de vivienda en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017	

		4-216
Cuadro 4.3-18	Condición de ocupación de las viviendas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-217
Cuadro 4.3-19	Régimen de tenencia de las viviendas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-217
Cuadro 4.3-20	Material predominante en las paredes de las viviendas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-218
Cuadro 4.3-21	Material predominante de pisos en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-218
Cuadro 4.3-22	Material predominante de pisos en el área de influencia	4-219
Cuadro 4.3-23	Tipo de abastecimiento de agua de las viviendas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-220
Cuadro 4.3-24	Servicios higiénicos en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-221
Cuadro 4.3-25	Alumbrado eléctrico en el ámbito geográfico distrital del área de influencia, 2017	4-222
Cuadro 4.3-26	Festividades religiosas en distrito El Algarrobal	4-227
Cuadro 4.3-27	Actividad económica de la PEA Ocupada en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017	4-229
Cuadro 4.3-28	Producción agrícola anual en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2019	4-231
Cuadro 4.3-29	Producción agrícola en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2019	4-232
Cuadro 4.3-30	Necesidades Básicas Insatisfechas en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia	4-234
Cuadro 4.3-31	Problemática percibida de los actores entrevistados	4-236
Cuadro 4.3-32	Percepciones de los actores entrevistados sobre el proyecto	4-239

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1-1	Régimen multianual de la temperatura máxima	4-7
Gráfico 4.1-2	Régimen multianual de la temperatura mínima	4-8
Gráfico 4.1-3	Régimen multianual de la temperatura media	4-9
Gráfico 4.1-4	Relación temperatura media vs altitud	4-10
Gráfico 4.1-5	Boxplot de precipitación registrada (mm)	4-11
Gráfico 4.1-6	Serie de precipitación completada	4-12
Gráfico 4.1-7	Precipitación media anual (mm)	4-13
Gráfico 4.1-8	Relación precipitación vs altitud	4-14

Gráfico 4.1-9	Serie de tiempo de precipitación mensualizada	4-15
Gráfico 4.1-10	Distribución media anual de la evapotranspiración (mm)	4-18
Gráfico 4.1-11	Régimen anual de la humedad relativa	4-19
Gráfico 4.1-12	Rosa de vientos anual de la estación Ilo	4-21
Gráfico 4.1-13	Distribución de frecuencias de la estación Ilo	4-21
Gráfico 4.1-14	Rosa de vientos anual de la estación Moquegua	4-22
Gráfico 4.1-15	Distribución de frecuencias de la estación Moquegua	4-22
Gráfico 4.1-16	Rosa de vientos anual de la estación Yacango	4-23
Gráfico 4.1-17	Distribución de frecuencias de la estación Yacango	4-23
Gráfico 4.2-1	Curvas de acumulación de especies de flora	4-98
Gráfico 4.2-2	Composición porcentual de las especies de flora a nivel de la categoría taxonómica de clase	4-99
Gráfico 4.2-3	Composición porcentual de las especies a nivel de la categoría taxonómica de orden	4-100
Gráfico 4.2-4	Formas de crecimiento de las especies vegetales registradas	4-101
Gráfico 4.2-5	Distribución de estados fenológicos de especies vegetales registradas	4-101
Gráfico 4.2-6	Distribución de la riqueza de flora entre categorías taxonómicas de orden, familia y especies por unidad de vegetación	4-103
Gráfico 4.2-7	Cobertura vegetal en vegetación ribereña (estación PB5-FI1)	4-104
Gráfico 4.2-8	Cobertura vegetal en vegetación ribereña (estación PB5-FI2)	4-104
Gráfico 4.2-9	Similitud de Jaccard entre unidades de vegetación	4-106
Gráfico 4.2-10	Similitud de Jaccard entre estaciones de muestreo	4-106
Gráfico 4.2-11	Curva de acumulación de especies de aves	4-113
Gráfico 4.2-12	Composición porcentual de las especies de aves a nivel orden taxonómico	4-116
Gráfico 4.2-13	Distribución de la riqueza de aves entre categorías taxonómicas de orden, familia y especies por unidad de vegetación	4-117
Gráfico 4.2-14	Distribución de la riqueza de aves entre estaciones de muestreo	4-117
Gráfico 4.2-15	Abundancias de aves según unidad de vegetación	4-118
Gráfico 4.2-16	Abundancias de aves según estación de muestreo	4-118
Gráfico 4.2-17	Similitud de Morisita entre unidades de vegetación	4-120
Gráfico 4.2-18	Similitud de Morisita entre Unidades de Vegetación	4-120
Gráfico 4.2-19	Curva de acumulación de especies de mamíferos menores voladores	4-130
Gráfico 4.2-20	Distribución de la riqueza de mamíferos menores entre categorías taxonómicas de familia y especies por unidad de vegetación	4-132
Gráfico 4.2-21	Curva de acumulación de especies de mamíferos mayores	4-136
Gráfico 4.2-22	Distribución de la riqueza de mamíferos mayores entre categorías taxonómicas	

	de orden, familia y especies por unidad de vegetación.....	4-138
Gráfico 4.2-23	Distribución de la riqueza de mamíferos mayores entre estaciones de muestreo	4-138
Gráfico 4.2-24	Similitud de Jaccard entre comunidades de mamíferos mayores	4-140
Gráfico 4.2-25	Curva de acumulación de especies de anfibios y reptiles	4-145
Gráfico 4.2-26	Riqueza de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden	4-145
Gráfico 4.2-27	Riqueza de especies de anfibios y reptiles a nivel de familia	4-146
Gráfico 4.2-28	Riqueza de especies de anfibios y reptiles por unidad de vegetación	4-146
Gráfico 4.2-29	Abundancia de especies de anfibios y reptiles por unidad de vegetación.....	4-148
Gráfico 4.2-30	Abundancia de especies de anfibios y reptiles por estación de muestreo	4-148
Gráfico 4.2-31	Curva de acumulación de especies de artrópodos.....	4-154
Gráfico 4.2-32	Composición porcentual de las especies de los artrópodos registrados por clase taxonómica en el área de estudio	4-156
Gráfico 4.2-33	Distribución de la riqueza de artrópodos entre categorías taxonómicas de orden, familia y especies por unidad de vegetación	4-157
Gráfico 4.2-34	Distribución de la riqueza de artrópodos entre estaciones de muestreo	4-158
Gráfico 4.2-35	Abundancias de artrópodos según unidad de vegetación.....	4-159
Gráfico 4.2-36	Abundancias de artrópodos según estación de muestreo.....	4-160
Gráfico 4.2-37	Similitud de Morisita entre unidades de vegetación	4-161
Gráfico 4.2-38	Similitud de Morisita entre Unidades de Vegetación	4-162
Gráfico 4.2-39	Composición porcentual del fitoplancton por phylum	4-169
Gráfico 4.2-40	Número de especies de fitoplancton en la estación de muestreo MH-02.....	4-169
Gráfico 4.2-41	Riqueza de fitoplancton por phylum en la estación de muestreo MH-02.....	4-170
Gráfico 4.2-42	Abundancia relativa del fitoplancton por phylum en la estación de muestreo MH-02	4-171
Gráfico 4.2-43	Valores de diversidad para la evaluación de fitoplancton en la estación de muestreo MH-02	4-171
Gráfico 4.2-44	Composición general del zooplancton por phylum.....	4-172
Gráfico 4.2-45	Número de especies de zooplancton en la estación de muestreo MH-02.....	4-173
Gráfico 4.2-46	Número de especies de zooplancton por phylum en la estación de muestreo MH-02	4-173
Gráfico 4.2-47	Abundancia relativa del zooplancton en la estación de muestreo MH-02	4-174
Gráfico 4.2-48	Valores de diversidad en la evaluación de zooplancton para la estación de muestreo MH-02	4-175
Gráfico 4.2-49	Composición general del perifiton vegetal por phylum	4-176
Gráfico 4.2-50	Número de especies de perifiton vegetal en la estación de muestreo MH-02.....	4-176

Gráfico 4.2-51	Riqueza de perifiton vegetal por phylum en la estación de muestreo MH-02	4-177
Gráfico 4.2-52	Abundancia relativa del perifiton vegetal en la estación de muestreo MH-02	4-177
Gráfico 4.2-53	Valores de diversidad en la evaluación de Perifiton vegetal para la estación de muestreo MH-02	4-178
Gráfico 4.2-54	Composición general del perifiton animal por phylum	4-179
Gráfico 4.2-55	Número de especies de perifiton animal en la estación de muestreo MH-02	4-179
Gráfico 4.2-56	Número de especies de perifiton animal por phylum y estación de muestreo	4-180
Gráfico 4.2-57	Abundancia relativa del perifiton animal por estación de muestreo	4-180
Gráfico 4.2-58	Valores de diversidad por estación de muestreo en la evaluación de Perifiton animal	4-181
Gráfico 4.2-59	Composición general del Macroinvertebrados bentónicos por clase	4-182
Gráfico 4.2-60	Número de especies de Macroinvertebrados bentónicos en la estación de muestreo MH-02	4-182
Gráfico 4.2-61	Número de especies de Macroinvertebrados bentónicos por clase en la estación de muestreo MH-02	4-183
Gráfico 4.2-62	Abundancia relativa del macroinvertebrados bentónicos en la estación de muestreo MH-02	4-183
Gráfico 4.2-63	Valores de diversidad en la evaluación de macroinvertebrados bentónicos en la estación de muestreo MH-02	4-184
Gráfico 4.3-1	Pirámide poblacional en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017	4-202
Gráfico 4.3-2	Permanencia de la población en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017	4-203
Gráfico 4.3-3	Población que vivía hace 5 años en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-204
Gráfico 4.3-4	Ocupación de la PEA Ocupada en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-228
Gráfico 4.3-5	Categoría de ocupación de la PEA Ocupada en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017	4-229

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1-1	Mapa regional de distribución de máximas intensidades sísmicas esperadas, según la Escala Modificada de Mercalli (MM)	4-37
Figura 4.1-2	Mapa con las zonas sísmicas	4-38
Figura 4.1-3	Cuenca Ilo-Moquegua	4-63
Figura 4.1-4	Delimitación hidrográfica	4-64

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 4.1-1	Depósito fluvial	4-33
Fotografía 4.1-2	Depósitos aluviales.....	4-34
Fotografía 4.1-3	Depósitos eólicos	4-34
Fotografía 4.1-4	Terrenos con cultivos perennes: olivo	4-52
Fotografía 4.1-5	Tierras sin uso	4-53
Fotografía 4.1-6	Tierras sin uso y degradadas: misceláneo eólico	4-54
Fotografía 4.1-7	Tierras de litoral: lecho de río	4-55
Fotografía 4.1-8	Vista aérea del área de estudio (diciembre de 2009)	4-59
Fotografía 4.1-9	Vista aérea del área de estudio (diciembre de 2016)	4-60
Fotografía 4.1-10	Vista aérea del extremo sureste del área de estudio (agosto de 2020).....	4-60
Fotografía 4.1-11	Vista aérea del extremo noroeste del área de estudio (abril de 2020)	4-61
Fotografía 4.1-12	Presencia de equinos cerca al río Osmore.....	4-76
Fotografía 4.1-13	Vista del paisaje de planicies desérticas ligeramente onduladas	4-80
Fotografía 4.1-14	Vista del paisaje de laderas de montañas fuertemente disectadas	4-81
Fotografía 4.1-15	Vista del paisaje de valles y quebradas secas	4-82
Fotografía 4.1-16	Vista de la Cuenca Visual 01	4-85
Fotografía 4.1-17	Vista de la Cuenca Visual 02.....	4-86
Fotografía 4.1-18	Vista de la Cuenca Visual 03.....	4-87

LISTA DE ANEXOS

Anexo 4.1 Ambiente físico

Anexo 4.1.1 Clima y meteorología

Anexo 4.1.2 Calidad ambiental

Anexo 4.1.3 Suelos

Anexo 4.1.4 Paisaje

Anexo 4.1.5 Mapas

LBF-01 Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas

LBF-02 Mapa de ubicación de estaciones de muestreo de calidad de aire y niveles de ruido ambiental

LBF-03 Mapa de ubicación de estaciones de muestreo de radiaciones no ionizantes

LBF-04 Mapa de geología local

LBF-05 Mapa de unidades geomorfológicas

LBF-06 Mapa de suelos

LBF-07 Mapa de capacidad de uso mayor de tierras

LBF-08 Mapa de uso actual de tierras

LBF-09 Mapa de ubicación de estaciones de muestreo de calidad de suelos

LBF-10 Mapa de hidrografía local

LBF-11 Mapa de ubicación de estaciones de muestreo de calidad de agua superficial

LBF-12 Mapa de unidades de paisaje

Anexo 4.2 Ambiente biológico

Anexo 4.2.1 Lista de especies

Anexo 4.2.2 Panel fotográfico

Anexo 4.2.3 Mapas

LBB-01 Mapa de ecorregiones

LBB-02 Mapa de zonas de vida

LBB-03 Mapa de unidades de vegetación

LBB-04 Mapa de áreas naturales protegidas

LBB-05 Mapa de ecosistemas frágiles

LBB-06 Mapa de ubicación de transectos de evaluación de flora

LBB-07 Mapa de ubicación de transectos de evaluación de aves

- LBB-08 Mapa de ubicación de transectos de evaluación de mamíferos menores terrestres
- LBB-09 Mapa de ubicación de transectos de evaluación de mamíferos menores voladores
- LBB-10 Mapa de ubicación de transectos de mamíferos mayores
- LBB-11 Mapa de ubicación de transectos de evaluación de anfibios y reptiles
- LBB-12 Mapa de ubicación de transectos de evaluación de artrópodos
- LBB-13 Mapa de Ubicación de estaciones de evaluación de hidrobiología
- Anexo 4.2.4 Permiso de colecta
- Anexo 4.2.5 Resultados de Laboratorio
- Anexo 4.3 Línea base del medio social, económico y cultural**
 - Anexo 4.3.1 Mapa de área de influencia del proyecto en el ámbito del distrito
 - Anexo 4.3.2 Mapa de poblados cercanos al área de influencia del proyecto
 - Anexo 4.3.3 Guía entrevista semiestructurada
 - Anexo 4.3.4 Registro de entrevistas
 - Anexo 4.3.5 Sistematización de entrevistas
 - Anexo 4.3.6 Fichas sociales complementarias

4. LÍNEA BASE AMBIENTAL

4.1 Ambiente físico

4.1.1 Clima y meteorología

En este apartado se describirán las diferentes variables climáticas y meteorológicas del área de estudio de la presente Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA), para lo cual se realizó el análisis de los registros históricos de las estaciones meteorológicas Ilo, Moquegua y Yacango, las cuales son de propiedad del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi).

La selección de estas estaciones meteorológicas obedece a su cercanía al área de estudio, altitud y distribución espacial, dentro de la cuenca Ilo-Moquegua, para una mejor caracterización, además de considerar la representatividad de los datos, considerando para ello los criterios de: periodo de registro y homogeneidad de datos. En el Anexo 4.1.4: Mapas, se adjunta el Mapa LBF-01: Mapa de Ubicación de Estaciones Meteorológicas.

Los principales parámetros meteorológicos analizados son: la precipitación media mensual, precipitación máxima, temperatura máxima media mensual, temperatura mínima media mensual, temperatura media mensual, evaporación, evapotranspiración potencial, dirección y velocidad del viento.

La información y datos utilizados provienen de las siguientes instituciones, estudios e instrumentos de gestión ambiental:

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi).

Información meteorológica

El estudio climatológico del área de estudio se ha basado en el análisis de la información meteorológica existente, la cual se obtuvo del portal web del Senamhi (ver Anexo 4.1.1.1 Información meteorológica).

La información utilizada para describir el comportamiento climático de la zona se basa en la gradiente altitudinal del área de estudio, la cual se caracteriza por poseer fuertes masas de aire, en épocas húmedas y a la vez poseer un descenso de temperatura en épocas de invierno, muy aparte de la presencia de los vientos provenientes del pacífico, debido a su cercanía al mar.

Red meteorológica

Se utilizó la información de tres (3) estaciones (Ilo, Moquegua y Yacango) las cuales son de tipo convencional y de propiedad del Senamhi. En el Cuadro 4.1-1 se describen las características y variables geográficas de las estaciones utilizadas en el presente estudio.

Cuadro 4.1-1 Ubicación de las estaciones meteorológicas

Estación	Cuenca	Ubicación			Coordenadas UTM WGS 84 19 sur		Altitud m s. n. m.
		Departamento	Provincia	Distrito	Este	Norte	
Ilo*	Ilo-Moquegua	Moquegua	Ilo	El Algarrobal	258 935	8 049 987	96
Moquegua*	Ilo-Moquegua	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	294 441	8 099 646	1446
Yacango*	Ilo-Moquegua	Moquegua	Mariscal Nieto	Torata	301 337	8 109 451	2053

*Estación administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi)
Elaboración: JCI, 2021.

Parámetros meteorológicos

Los parámetros meteorológicos por analizar son: precipitación, precipitaciones máximas, temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima y evapotranspiración y humedad relativa (ver Anexo 4.1.1.1 Información Meteorológica). La información meteorológica considerada para este análisis corresponde a las estaciones descritas anteriormente (Cuadro 4.1-1). En el Cuadro 4.1-2 se muestran los parámetros meteorológicos analizados correspondientes a dichas estaciones meteorológicas.

Cuadro 4.1-2 Parámetros analizados de las estaciones meteorológicas

Estación	Administración	Parámetros		Período	Años
Ilo	Senamhi	Precipitación	Precipitación Total Mensual	1995-2019	25
			Precipitación Máxima	1995-2019	25
		Temperatura	Temperatura Máxima	1995-2019	25
			Temperatura Mínima	1995-2019	25
			Temperatura Media	1995-2019	25
		Evaporación total media mensual		1995-2010	16
		Evapotranspiración potencial		1995-2019	25
		Dirección y velocidad de viento		2015-2019	5
Moquegua	Senamhi	Precipitación	Precipitación Total Mensual	1995-2019	25
			Precipitación Máxima	1995-2019	25

Cuadro 4.1-2 Parámetros analizados de las estaciones meteorológicas

Estación	Administración	Parámetros		Período	Años
		Temperatura	Temperatura Máxima	1995-2019	25
			Temperatura Mínima	1995-2019	25
			Temperatura Media	1995-2019	25
		Evapotranspiración potencial		1995-2019	25
		Dirección y velocidad de viento		2015-2019	5
Yacango	Senamhi	Precipitación	Precipitación Total Mensual	1995-2019	25
		Temperatura	Temperatura Máxima	1995-2019	25
			Temperatura Mínima	1995-2019	25
			Temperatura Media	1995-2019	25
		Evapotranspiración potencial		1995-2019	25
		Dirección y velocidad de viento		2014-2018	5

Fuente:

- Senamhi, Portal web (<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>)

En el Anexo 4.1.1 Información Meteorológica, se adjunta la data histórica de las estaciones administradas por el Senamhi.

Caracterización climática

Con las variables meteorológicas establecidas para el área de estudio se procede a realizar la caracterización climática, usando como base el sistema de clasificación propuesto por Thornthwaite (1949). Este sistema contempla como fundamento teórico al grado de eficiencia de humedad y de temperatura ambiental para el desarrollo de vegetación.

Como estación representativa, para la caracterización climática se ha analizado la estación Ilo debido a su mayor cercanía al área de estudio, muy aparte de poseer los registros completos en las variables analizadas (ver Anexo 4.1.1.2 Clasificación climática)

Grado de eficiencia de humedad (I)

Este índice guarda relación con la humedad mensual producto de las precipitaciones ocurridas en el área de estudio y la temperatura del ambiente. Para la estación Ilo, el valor de eficiencia de humedad es de 0.04 (E(d)), dándonos un carácter de clima muy seco. Y su identificación climática

para ambos casos es de deficiente de lluvias.

$$I = \sum_{i=1}^{12} i ; i = 1.64 \times \left(\frac{P}{T + 12.2} \right)^{10/9}$$

Donde:

I = índice anual de jerarquía de humedad.

i = índice mensual de jerarquía de humedad.

P = precipitación promedio mensual.

T = temperatura promedio mensual.

Para establecer el grado de eficiencia de humedad se utilizan los Cuadro 4.1-3 y Cuadro 4.1-4.

Cuadro 4.1-3 Jerarquías de humedad

Valores del índice I	Símbolo	Carácter del Clima
128 o mayor	A	Muy húmedo
64 a 127	B	Húmedo
32 a 63	C	Sub Húmedo
16 a 31	D	Seco
Menor de 16	E	Muy Seco

Fuente: Thornthwaite, 1949

Elaboración: JCI, 2021.

Cuadro 4.1-4 Tipo de distribución de la humedad a través del año

Símbolo	Significado
R	Sin estación seca bien definida
I	Deficiente de lluvias en el invierno
P	Deficiente de lluvias en la primavera
B	Deficiente de lluvias en el verano
O	Deficiente de lluvias en el otoño
D	Deficiente de lluvias en todas las estaciones

Fuente: Thornthwaite, 1949

Elaboración: JCI, 2021.

Grados de eficiencia de temperatura ambiental (I')

Este índice relaciona la temperatura del ambiente producto de la radiación solar en el día, con el desarrollo fenológico de las plantas. Para la estación Ilo, la eficiencia de temperatura ambiental asciende a 182.3 (A') que indica que el carácter del clima es de tipo cálido de zona tropical.

$$I' = \sum_{i=1}^{12} i ; i = 1.64 \times \left(\frac{9 \times T}{20} \right)$$

Donde:

I' = índice anual de jerarquía de temperatura.

i = índice mensual de jerarquía de temperatura.

T = temperatura promedio mensual.

Para establecer el grado de eficiencia de temperatura ambiental se utiliza el Cuadro 4.1-5.

Cuadro 4.1-5 Jerarquías de temperatura

Valores del índice I'	Símbolo	Carácter del Clima	Zonas
128 o mayor	A'	Cálido	Tropical
101 a 127	$B\ 1'$	Semicálido	
80 a 100	$B\ 2'$	Templado	Mesotermal
64 a 79	$B\ 3'$	Semifrío	
32 a 63	C'	Frío	Microtermal
16 a 31	D'	Semifrío	
1 a 15	E'	Frío	
0	F'	Polar o gélido	Hielo Perpetuo

Fuente: Thornthwaite, 1949

Elaboración: JCI, 2021.

Distribución de la temperatura a través del año

En la determinación climática por el método de Thornthwaite se incluye una clasificación sobre la distribución de la temperatura a través del año, que mide el grado de incidencia térmica sobre las estaciones de verano permitiendo definir si el cambio térmico es brusco o leve. La distribución de temperatura para la estación Ilo presenta un valor de 29.9 (b') indicando un invierno benigno. Esta distribución se muestra en el Cuadro 4.1-6.

$$\left[\frac{\sum_{i=1}^3 i'(\text{enero, febrero y marzo})}{I'} \right] \times 100$$

Donde:

I' = índice anual de jerarquía de temperatura.

Cuadro 4.1-6 Tipos de distribución de la temperatura a través del año

Símbolo	Porcentaje (%)	Carácter del clima
a'	De 25 a 29	Sin cambio térmico invernal bien definido
b'	De 30 a 34	Con invierno benigno
c'	De 35 a 49	Con invierno extremoso
d'	De 50 a 69	Con invierno muy extremoso
e'	De 70 a 100	Con invierno extremadísimo

Fuente: Thornthwaite, 1949

Elaboración: JCI, 2021.

Clasificación de la humedad

Así mismo, es necesario el uso de humedad relativa, para la estación Ilo, su valor promedio mensual es de 94.2 % (H4), representando una característica descrita como muy húmeda, esto es debido a su cercanía al litoral e influencia de los vientos provenientes del pacífico. De esta manera su clasificación se expresa en el Cuadro 4.1-7.

Cuadro 4.1-7 Clasificación de la humedad relativa

Valores medios anuales (H)	Característica climática	Símbolo
25 % - 44 %	Muy Seco	H1
45 % - 64 %	Seco	H2
65 % - 84 %	Húmedo	H3
85 % - 100 %	Muy Húmedo	H4

Fuente: Thornthwaite
Elaboración: JCI, 2021.

De acuerdo con los valores obtenidos de la caracterización climática, el área de estudio corresponde al Clima E(d)A'b'H4, este se caracteriza por ser un clima muy seco, con deficiencias de lluvias en todas las estaciones, con una jerarquía de temperatura cálida e invierno benigno con leves cambios; registrando una temperatura media de 20.6 °C, precipitación media anual de 1.4 mm y una humedad relativa calificada como muy húmeda de 94.2 %.

Temperatura máxima

La información de la temperatura máxima se obtuvo de las estaciones meteorológicas administradas por el Senamhi, encontrándose a nivel regional y local del área de estudio. La información fue procesada y completada (método de correlación múltiple) en el periodo 1995-2019. En el Cuadro 4.1-8 se presenta el análisis del promedio de las temperaturas máximas para las estaciones meteorológicas.

El promedio mínimo de las temperaturas máximas mensuales es el correspondiente al mes de julio con 23.8 °C, mientras que el promedio máximo de las temperaturas medias mensuales es de 27.5 °C para el mes de febrero y finalmente, el promedio total de las temperaturas máximas mensuales es de 25.8 °C. En la estación Moquegua se presenta el mayor valor de temperatura máxima media anual de 27 °C, mientras que en la estación Yacango se registra el menor valor de temperatura máxima media anual de 24.7 °C. (ver Anexo 4.1.1.1 Información meteorológica).

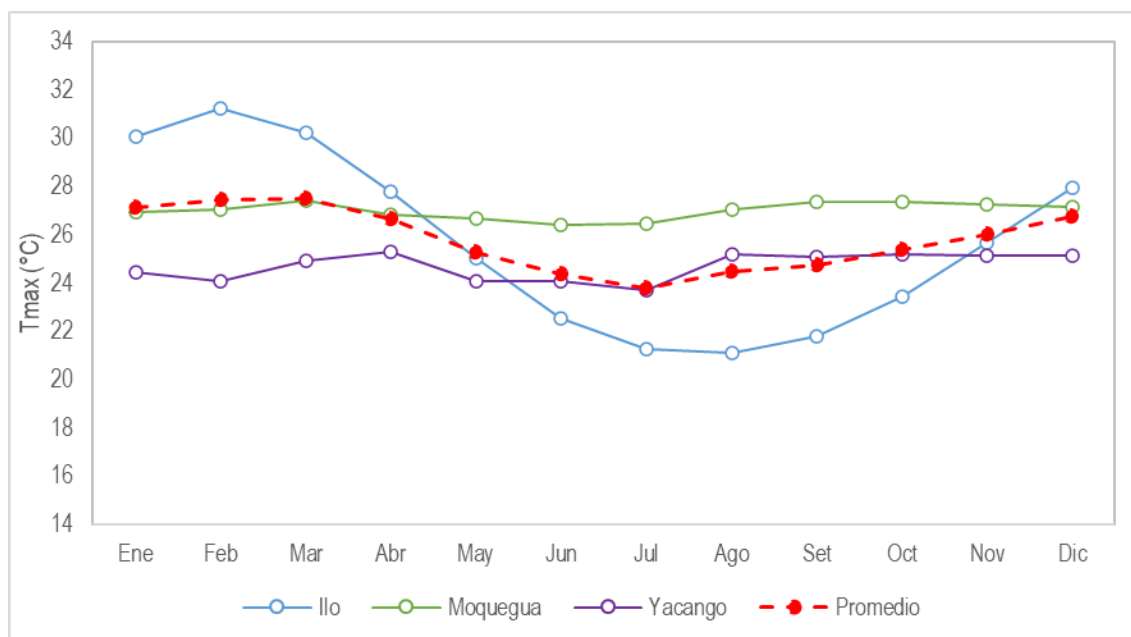
Cuadro 4.1-8 Temperaturas máximas mensuales (°C)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media	Altitud
Ilo*	30.1	31.3	30.3	27.8	25.0	22.6	21.3	21.1	21.8	23.5	25.7	28.0	25.7	96
Moquegua*	26.9	27.1	27.4	26.8	26.7	26.4	26.5	27.1	27.4	27.4	27.3	27.2	27.0	1446
Yacango*	24.4	24.1	24.9	25.3	24.1	24.1	23.7	25.2	25.1	25.2	25.2	25.2	24.7	2053
Promedio	27.2	27.5	27.5	26.6	25.3	24.4	23.8	24.5	24.8	25.4	26.1	26.8	25.8	

Fuente: (*) Senamhi
Elaboración: JCI, 2021.

En el Gráfico 4.1-1 se presenta el régimen de las temperaturas máximas registradas para las estaciones a nivel anual, en donde se puede apreciar que la temperatura máxima varía entre el rango de 20 °C y 32 °C, notándose claramente que la estación Ilo presenta un régimen mucho más marcado en comparación a la estación Moquegua y Yacango, debido al régimen altitudinal e influencia de los vientos del Pacífico, teniendo un verano con temperaturas mucho más altas y un invierno marcado debido al descenso de temperaturas.

Gráfico 4.1-1 Régimen multianual de la temperatura máxima



Elaboración: JCI, 2021.

Temperatura mínima

La información de la temperatura mínima se obtuvo de las estaciones meteorológicas administradas por el Senamhi; las cuales rodean a los componentes del presente estudio y se encuentran a nivel regional y local del área de estudio. La información fue procesada y completada (método de correlación múltiple) para el periodo 1995-2020 para la información regional y local.

En el Cuadro 4.1-9 se presenta el análisis del promedio de las temperaturas mínimas para las estaciones meteorológicas.

El menor promedio de las temperaturas mínimas mensuales es el correspondiente al mes de julio con 10.6 °C, mientras que el promedio máximo de las temperaturas mínimas mensuales es de 14.9 °C para el mes de febrero y finalmente, el promedio total de las temperaturas medias mensuales es de 12.5 °C. En la estación Ilo se presenta el mayor valor de temperatura mínima media anual de 15.5 °C, mientras que en la estación Yacango se registra el menor valor de temperatura mínima media anual de 10.9 °C. Los registros de temperaturas mínimas se pueden encontrar en el Anexo 4.1.1.1 Información meteorológica.

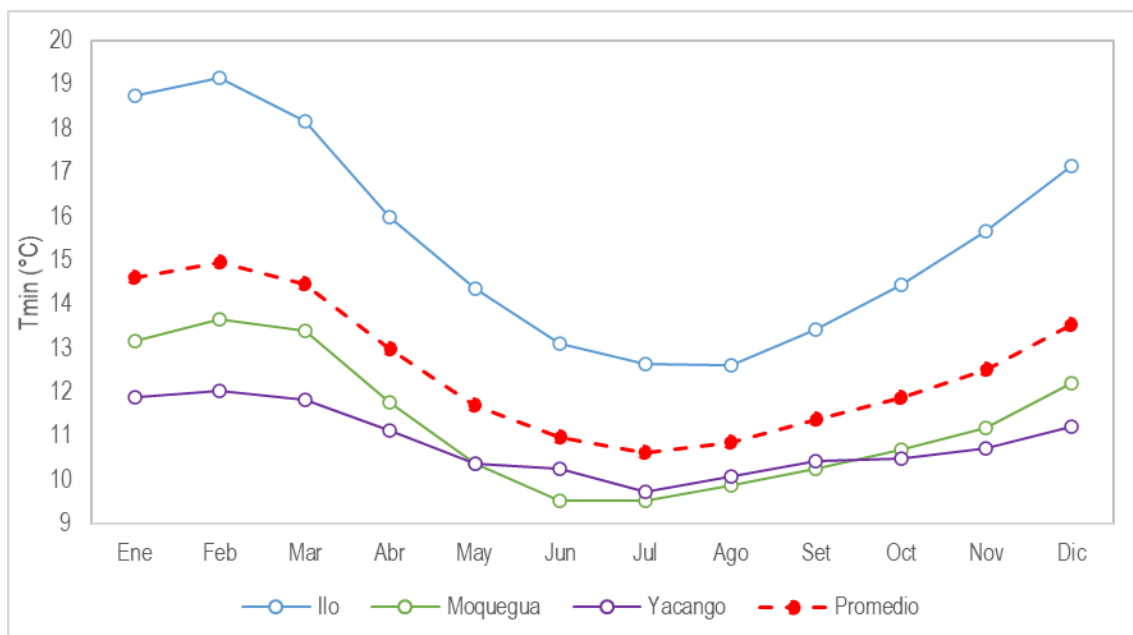
Cuadro 4.1-9 Temperaturas mínimas mensuales (°C)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media	Altitud
Ilo*	18.8	19.2	18.2	16.0	14.4	13.1	12.7	12.6	13.4	14.5	15.7	17.2	15.5	96
Moquegua*	13.2	13.7	13.4	11.8	10.4	9.5	9.5	9.9	10.3	10.7	11.2	12.2	11.3	1446
Yacango*	11.9	12.0	11.8	11.1	10.4	10.3	9.7	10.1	10.4	10.5	10.7	11.2	10.9	2053
Promedio	14.6	14.9	14.5	13.0	11.7	11.0	10.6	10.9	11.4	11.9	12.5	13.5	12.5	

Fuente: (*) Senamhi.

Elaboración: JCI, 2021.

En el Gráfico 4.1-2 se presenta el régimen de las temperaturas mínimas registradas para las estaciones a nivel anual donde se puede apreciar que la temperatura mínima varía entre el rango de 9 °C y 20 °C, además, se muestra la presencia de un descenso de temperaturas para los meses de mayo a setiembre, y aumento para los meses de diciembre a marzo.

Gráfico 4.1-2 Régimen multianual de la temperatura mínima

Elaboración: JCI, 2021.

Temperatura media

La información de la temperatura media se obtuvo de las estaciones meteorológicas administradas por el Senamhi. La información fue procesada y completada (método de correlación múltiple) el periodo 1995-2019 para la información regional, mientras que para la información a nivel local fueron obtenidas para periodos diferentes, debido a la disponibilidad de datos.

En el Cuadro 4.1-10 se presenta el análisis del promedio de las temperaturas medias para las estaciones meteorológicas.

El menor promedio de las temperaturas medias mensuales es el correspondiente al mes de julio con 17.2 °C, mientras que el promedio máximo de las temperaturas medias mensuales es de 21.2 °C para el mes de febrero, el promedio total de las temperaturas medias mensuales es de

19.2 °C. En la estación Ilo se presenta el mayor valor de temperatura media anual de 20.6 °C, mientras que en la estación Yacango se registra el menor valor de temperatura media anual de 17.8 °C. Los registros de temperaturas medias se pueden encontrar en el Anexo 4.1.1.1 Información meteorológica.

Cuadro 4.1-10 Temperaturas medias mensuales (°C)

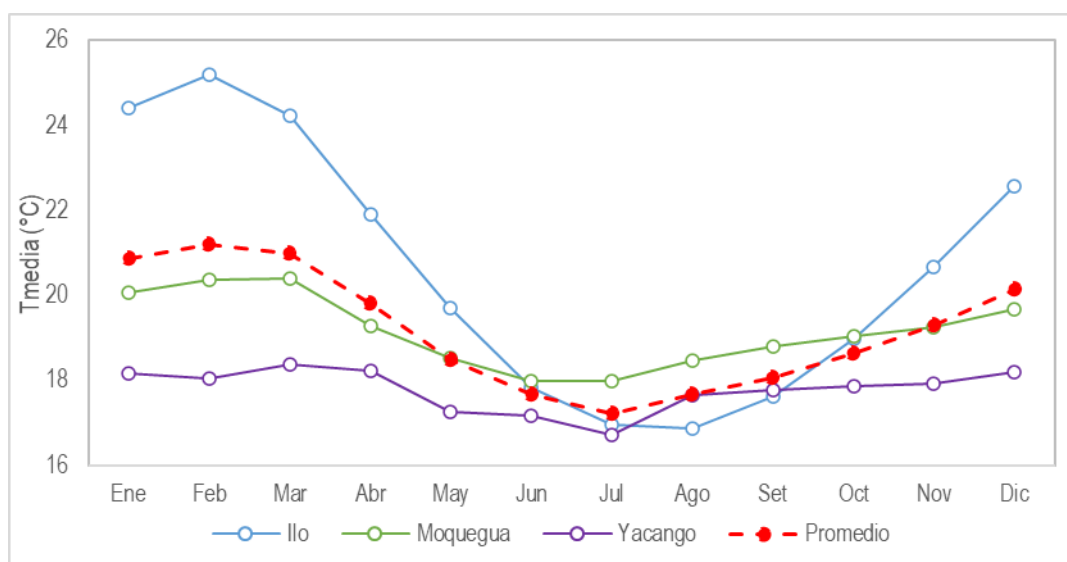
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media	Altitud
Ilo*	24.4	25.2	24.2	21.9	19.7	17.8	17.0	16.9	17.6	19.0	20.7	22.6	20.6	96
Moquegua*	20.1	20.4	20.4	19.3	18.5	18.0	18.0	18.5	18.8	19.0	19.2	19.7	19.2	1446
Yacango*	18.2	18.1	18.4	18.2	17.3	17.2	16.7	17.7	17.8	17.9	17.9	18.2	17.8	2053
Promedio	20.9	21.2	21.0	19.8	18.5	17.7	17.2	17.7	18.1	18.6	19.3	20.1	19.2	
Max	24.4	25.2	24.2	21.9	19.7	18.0	18.0	18.5	18.8	19.0	20.7	22.6	20.6	
Min	18.2	18.1	18.4	18.2	17.3	17.2	16.7	16.9	17.6	17.9	17.9	18.2	17.8	

Fuente: (*) Senamhi.

Elaboración: JCI, 2021.

En el Gráfico 4.1-3 se presenta el régimen de las temperaturas medias registradas para las estaciones a nivel anual donde se puede apreciar que la temperatura media varía entre el rango de 16 °C y 26 °C, notándose el descenso de temperaturas para los meses de mayo a setiembre y aumento en el resto de los meses del año.

Gráfico 4.1-3 Régimen multianual de la temperatura media

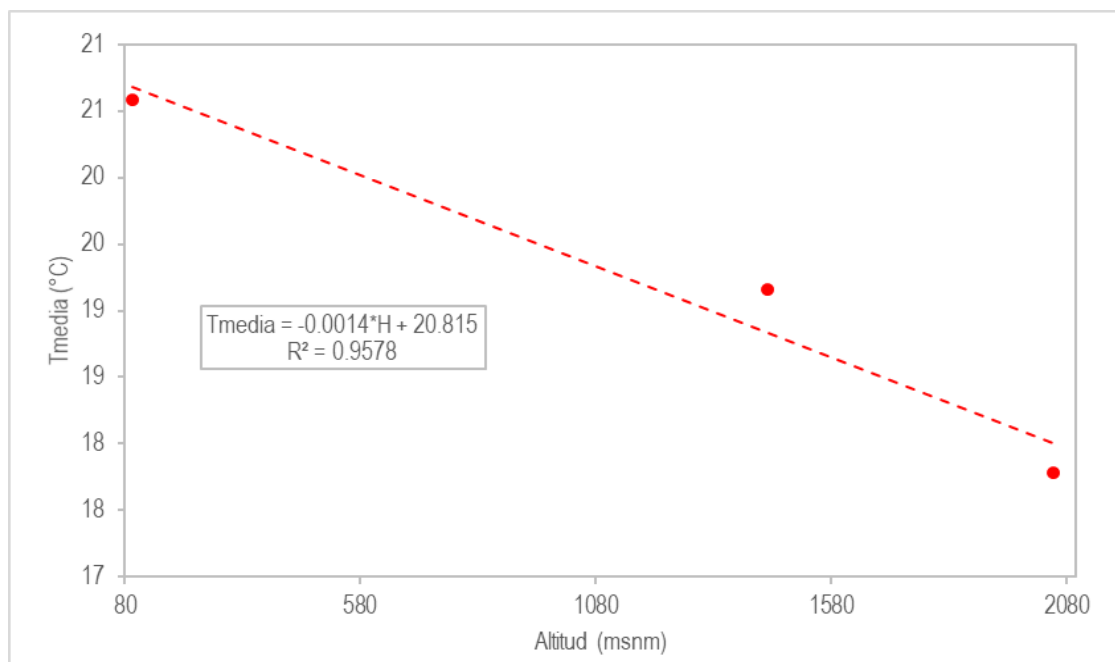


Elaboración: JCI, 2021.

Temperatura media anual para el área de estudio

Para obtener temperaturas medias anuales en cualquier punto de interés con solamente la altitud, se ha seguido el siguiente procedimiento, se realizó la relación temperatura media vs altitud, en la cual se plantean los datos siguiendo el índice de regresión estadístico.

Gráfico 4.1-4 Relación temperatura media vs altitud



Elaboración: JCI, 2021.

A partir de la recta planteada en el Gráfico 4.1-4, se ha obtenido la expresión matemática resultante de dicha regresión, la misma que expresa una relación inversamente proporcional de la temperatura respecto a la altitud:

$$T_{media} = -0.0014 \cdot H + 20.815$$

$$R^2 = 0.9578$$

Dónde:

T_{media} = Temperatura media anual (°C)

H = Altitud con respecto al nivel del mar (m s.n.m.)

R = Coeficiente de correlación (este índice estadístico mide la relación lineal entre dos variables).

Esta expresión señala que la temperatura media y la altitud guardan una relación inversa muy aceptable estadísticamente; con un coeficiente de correlación de 0.95.

En base a la ecuación generada, se estimó un valor de temperatura media anual del área de estudio de 19 °C, considerando una altitud media de 1292 m s. n. m.

Precipitación media

La precipitación es una variable meteorológica que influye en los aportes hídricos de las microcuencas del área de estudio, la cual se encuentran en la región hidrográfica del Pacífico denominada por el ANA como UH Ilo-Moquegua, donde el régimen de precipitaciones está principalmente gobernado por la influencia de ciclones provenientes del Pacífico.

El régimen de precipitaciones en el área de estudio es estacional (siendo la mayor parte del año seco), esta afirmación se puede evidenciar porque en los meses lluviosos (época de avenidas) se presenta la mayor cantidad de precipitación, lo cual coincide con el verano. A su vez a medida que

se acerca el invierno se dan los meses menos lluviosos (época de estiaje). La variación del volumen e intensidad de períodos lluviosos y secos es notable, lo cual se aprecia en el Gráfico 4.1-6.

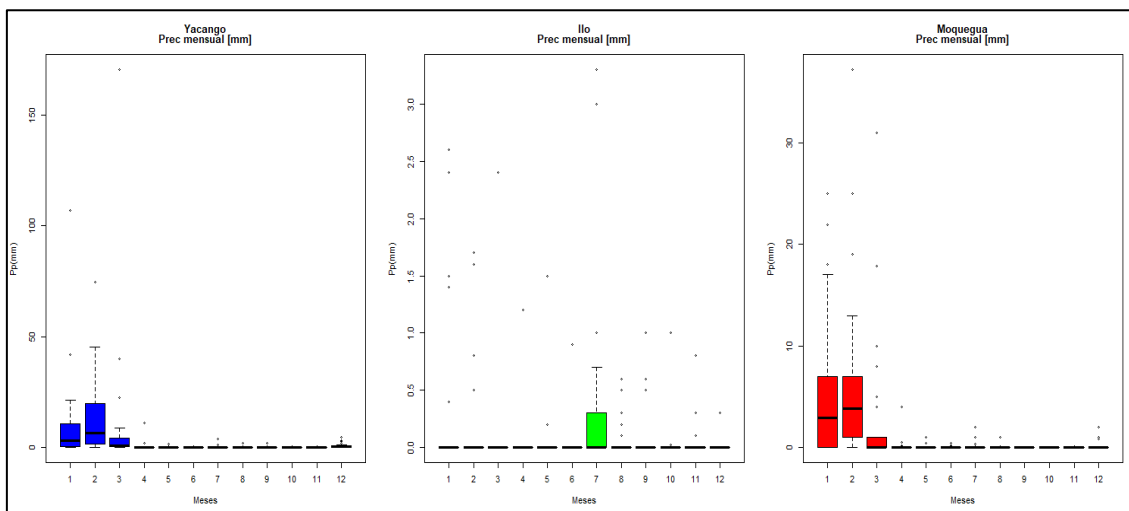
La información de precipitación mensual y anual ha sido obtenida de las estaciones meteorológicas regionales del Senamhi, siendo procesada en el lenguaje R y realizando el análisis estadístico gráfico mediante Boxplots. Respecto a las estaciones meteorológicas regionales, se seleccionaron todas aquellas que se encuentran dentro de un radio de 50 kilómetros desde los límites del área de interés.

Análisis y tratamiento de datos

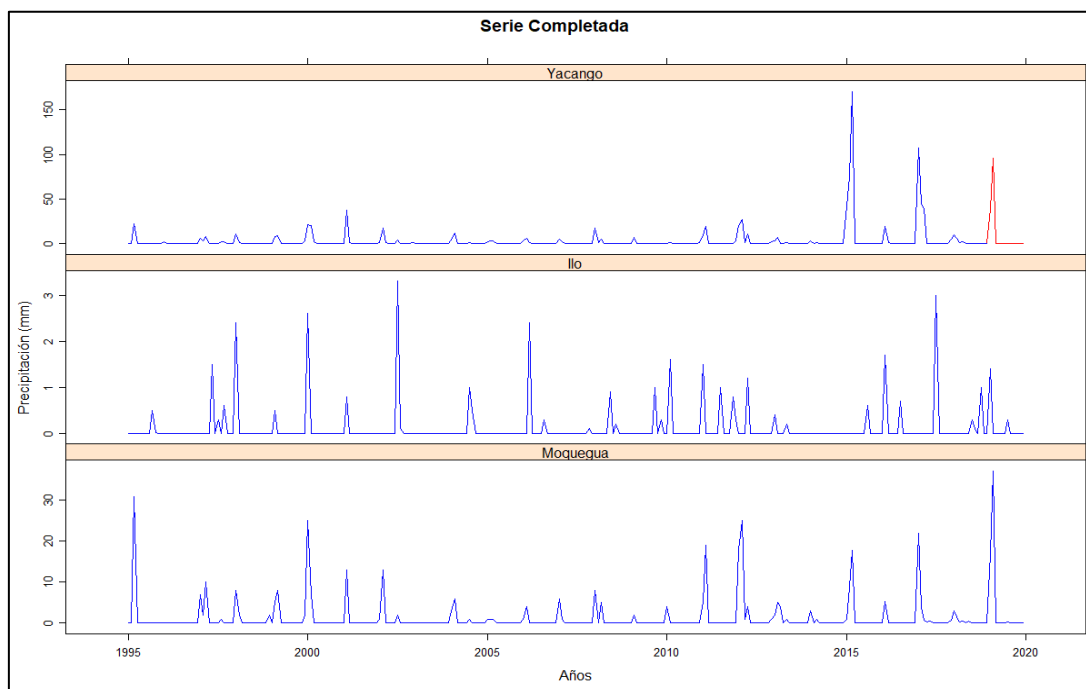
El análisis de registros de precipitación se realizó en base a las estaciones administradas por el Senamhi, las cuales son: Ilo, Moquegua y Yacango; estas tienen un registro de precipitación a nivel multianual y con pocos vacíos en su registro. En general el periodo de análisis fue realizado desde los años 1995 hasta el 2019.

La información fue adquirida del portal web del Senamhi y complementada con información del ANA. La completación de datos faltantes fue realizada solo si no existieran datos disponibles, mediante el algoritmo de Cutoff (Feng et al., 2014) el cual se basa en un método de correlación múltiple entre las estaciones mencionadas.

Gráfico 4.1-5 Boxplot de precipitación registrada (mm)



Elaboración: JCI, 2021.

Gráfico 4.1-6 Serie de precipitación completada

Elaboración: JCI, 2021.

Registro mensualizado de precipitación

Se realizó el análisis de consistencia mediante los boxplots, tratamiento de quiebres y roturas en la serie examinada, lo cual nos dio como resultado una información consistente y estable en la serie de tiempo examinada. Se calcularon las medias mensuales del registro de precipitación de las estaciones, obteniendo como resultado un promedio mínimo de precipitación para ciertos meses en el año, lo cual demuestra la característica climática de poseer un clima seco en el año, mientras que el promedio máximo acumulado de precipitación se registró para el mes de febrero con 7.8 mm. Se puede notar claramente la influencia de la precipitación con respecto a la altitud, siendo la estación Ilo la cual registra menor precipitación con un total anual de 1.4 mm, producto de su ubicación altitudinal y cercanía al litoral, mientras la estación Yacango registra la mayor precipitación acumulada con 41.6 mm (ver Cuadro 4.1-11). Los registros de precipitación se pueden encontrar en el Anexo 4.1.1.1 Información meteorológica.

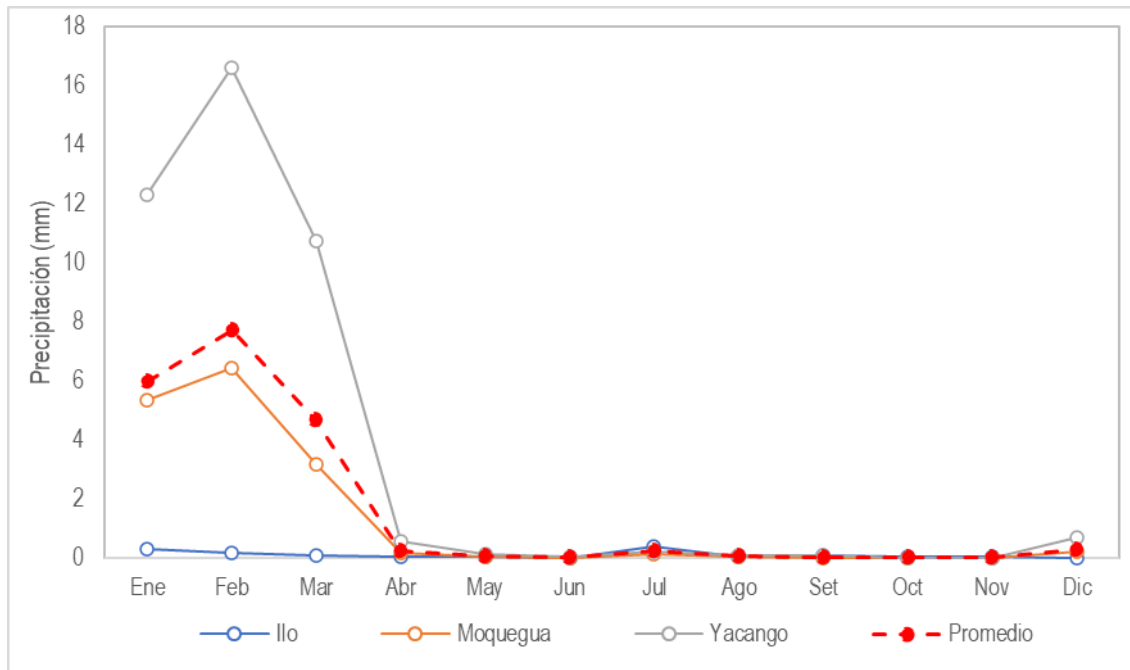
Cuadro 4.1-11 Registro mensual de precipitación

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Altitud
Ilo	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.4	96
Moquegua	5.4	6.5	3.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	15.7	1446
Yacango	12.3	16.6	10.7	0.6	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.7	41.6	2053
Promedio	6.0	7.8	4.7	0.3	0.1	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	19.6	
Max	12.3	16.6	10.7	0.6	0.1	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.7	41.6	
Min	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	

Fuente: Senamhi,
Elaboración: JCI, 2021.

En el Gráfico 4.1-7, la mayor precipitación total media mensual se presenta durante los meses de enero a marzo, seguido por la época seca durante los meses de mayo a setiembre. El mayor volumen se presenta en los meses de verano con valores de 85 % y 90 % del volumen total del año.

Gráfico 4.1-7 Precipitación media anual (mm)



Elaboración: JCI, 2021.

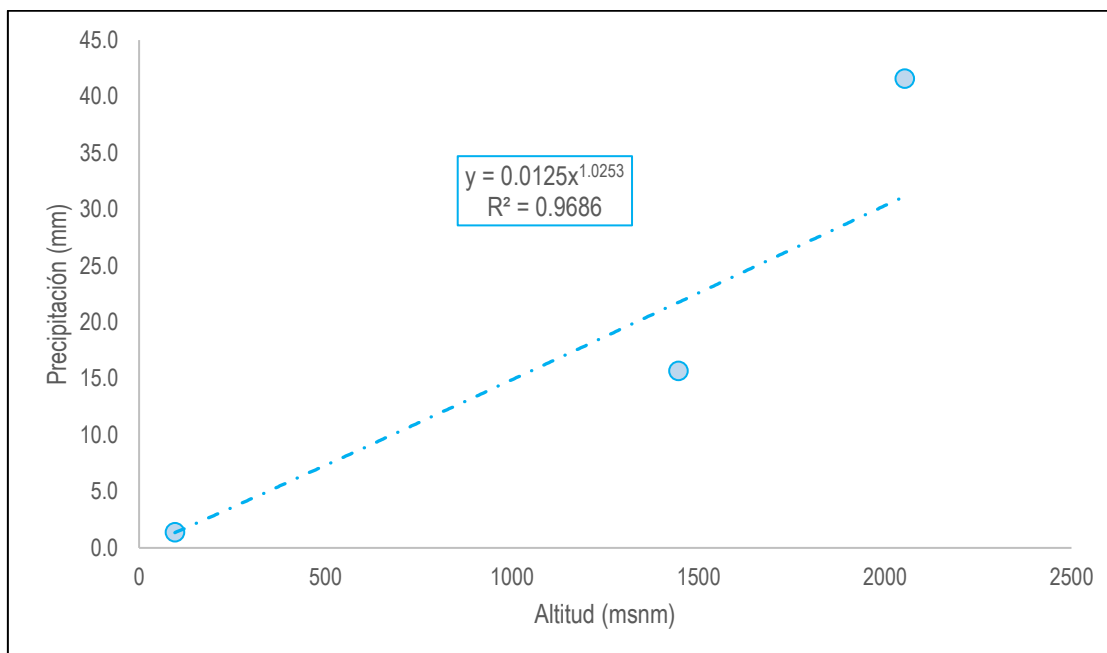
Relación precipitación-altitud

La relación precipitación-altitud se estimó a partir de las estaciones seleccionadas usando el método de regresión. La ecuación de mejor ajuste fue del tipo potencial y el coeficiente de correlación obtenido fue de 0.96, el cual se considera aceptable para este tipo de análisis (ver Gráfico 4.1-8). La ecuación obtenida es:

$$PMA (mm) = 0.0125H^{(1.0253)} \dots (R^2 = 0.96)$$

En el Gráfico 4.1-8 se observa que la estación Moquegua posee menores valores de registro a los esperados por la ecuación, esto debido a que la estación Moquegua se encuentra a una altitud de 1446 m s. n. m., lo cual se considera una zona de transición.

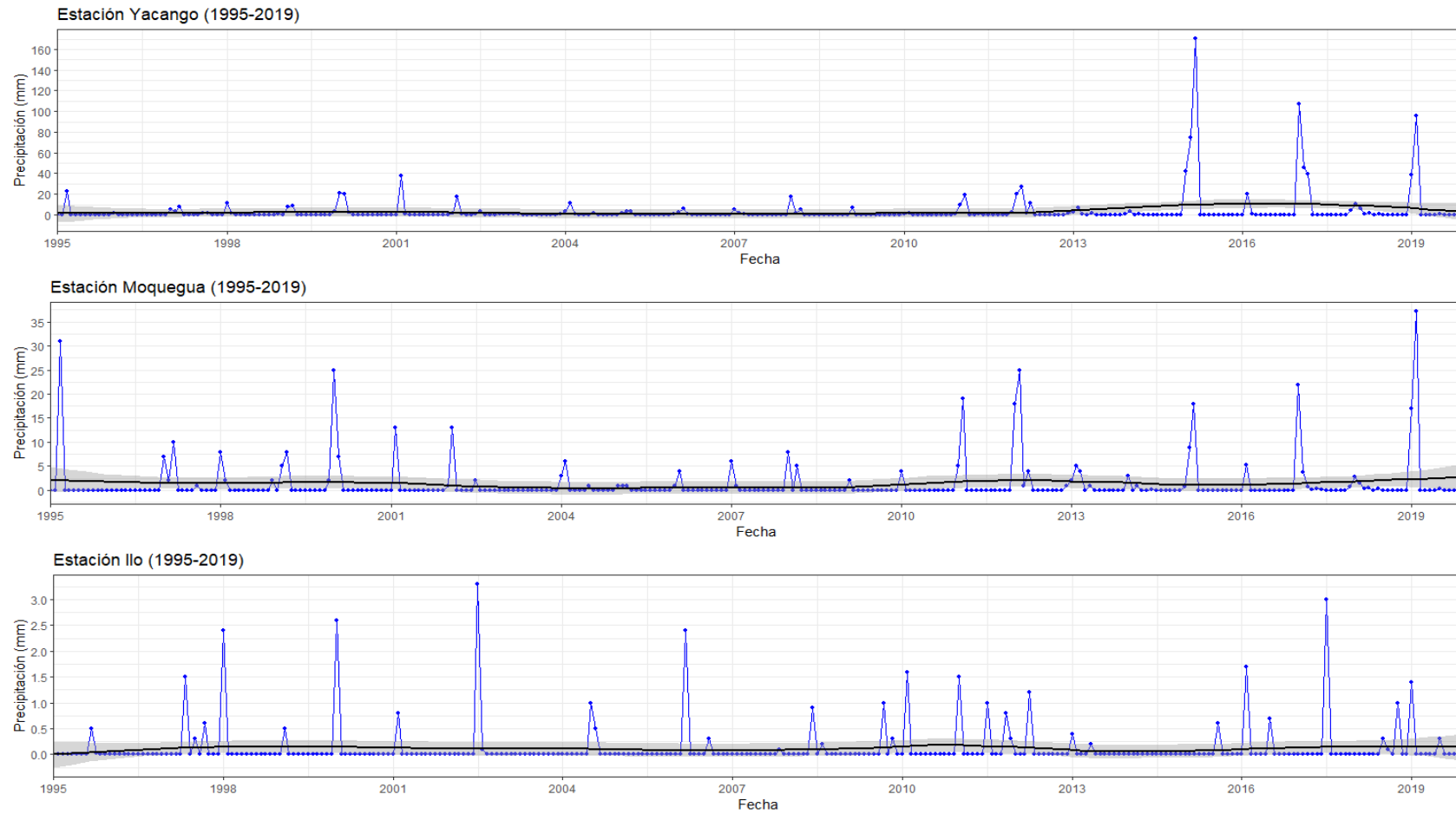
Gráfico 4.1-8 Relación precipitación vs altitud



Elaboración: JCI, 2021.

En base a la ecuación generada, se estimó un valor de precipitación media anual del área de estudio de 19.36 mm, considerando una altitud media de 1292 m s. n. m.

Gráfico 4.1-9 Serie de tiempo de precipitación mensualizada



Elaboración: JCI, 2021.

Precipitaciones máximas

La estimación se realizó en base a los registros diarios de las precipitaciones máximas ocurridas en un intervalo de 24 horas, considerándose las horas de mediciones a las 7:00 y 19:00 horas respectivamente, en la cual se obtuvo la máxima diaria, seguido del máximo valor a nivel mensual y finalmente el máximo valor anual.

Se consideraron vacías las fechas donde la ocurrencia de precipitación es casi nula, así mismo se consideraron primordiales las épocas húmedas. Los valores registrados varían dependiendo de la estación examinada, las cuales se muestran en el Cuadro 4.1-12 y Cuadro 4.1-13.

Cuadro 4.1-12 Estaciones de precipitaciones máximas en 24 h

Estación	Cuenca	Ubicación			Coordenadas UTM WGS 84 19 Sur		Altitud m s. n. m.
		Departamento	Provincia	Distrito	Este	Norte	
Ilo	Ilo-Moquegua	Moquegua	Ilo	El Algarrobal	258 935	8 049 987	96
Moquegua	Ilo-Moquegua	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	294 441	8 099 646	1446

Fuente: (*) Senamhi.
Elaboración: JCI, 2021.

Cuadro 4.1-13 Registro de precipitaciones máximas en 24h (mm)

Años	Ilo*	Moquegua*
1995	0.3	21
1996	0	0
1997	0.6	9
1998	1.8	3
1999	0.5	4
2000	1.2	6
2001	0.8	9
2002	1.4	8
2003	0	0
2004	0.8	5
2005	0	1
2006	2.2	2
2007	0.1	6
2008	0.8	5
2009	1	1
2010	1.6	4
2011	1.5	5

Cuadro 4.1-13 Registro de precipitaciones máximas en 24h (mm)

Años	Ilo*	Moquegua*
2012	1.2	11
2013	0.4	4
2014	0	2
2015	0.6	0
2016	1	3
2017	0.7	7.9
2018	1	2.2
2019	1.4	23.6

Fuente: (*) Senamhi.
 (-) Sin Datos.
 Elaboración: JCI, 2021.

Evapotranspiración

La evapotranspiración potencial (ETP) integra los fenómenos de evaporación a través y desde la superficie del suelo y de la transpiración de las plantas. Está referido a la cantidad máxima posible de agua que perdería el suelo por evaporación y transpiración, suponiendo que este estuviera saturado y que la vegetación se encontrara en las condiciones óptimas.

El cálculo de la evapotranspiración se realizó en base a la metodología de Thornthwaite, el cual consiste en la estimación para cada mes de la evapotranspiración y a partir de su suma calcular el valor anual. Está en función de la temperatura media anual y la latitud, que implícitamente introduce la duración teórica de la insolación. El método consta de los siguientes pasos:

Cálculo del índice térmico “i” de cada mes:

$$i(t) = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514}$$

T = temperatura media mensual en °C.

Cálculo del índice anual:

$$I = \sum_{t=1}^{12} i(t)$$

Cálculo de la evapotranspiración mensual:

$$ET_m = c \times T^a$$

Siendo:

$$a = 675 \times 10^{-9} \times I^3 \times - 771 \times 10^{-7} \times I^2 + 1,79 \times 10^{-2} \times I + 0,492$$

$$c = 16 \times \left[\frac{10}{I}\right]$$

Luego, la evapotranspiración total anual se calcula sumando los valores calculados para cada mes, resultando la tasa de evapotranspiración promedio total anual es de 857.4 mm, alcanzando

valores promedio altos en los meses de verano, de enero a marzo y valores promedio bajos en los meses de invierno, de mayo a setiembre (ver Cuadro 4.1-14 y Gráfico 4.1-10).

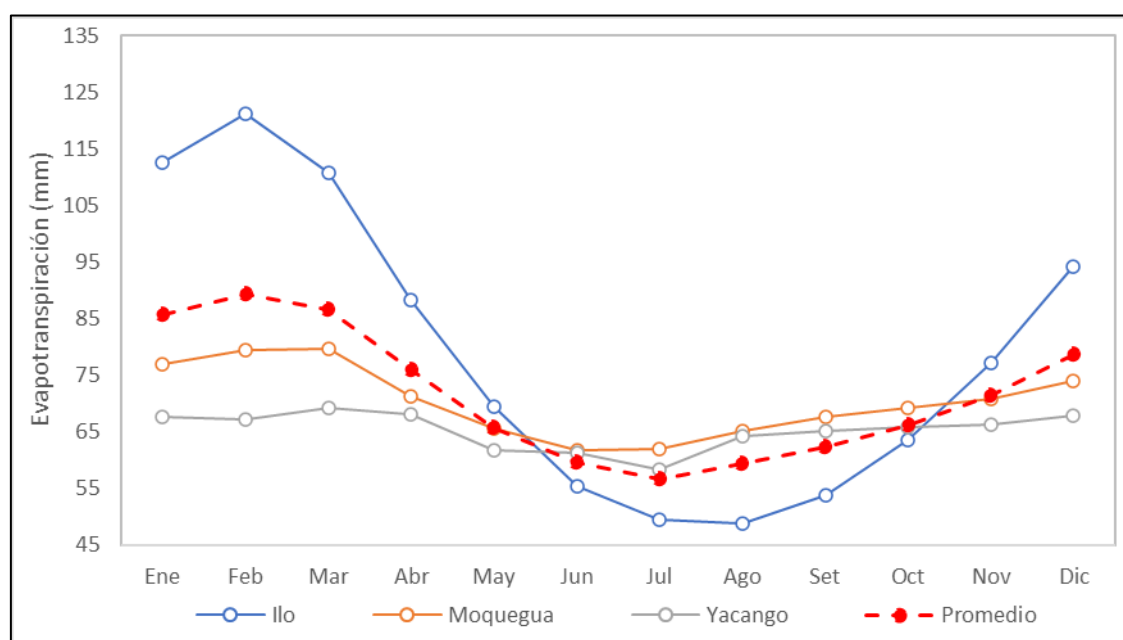
Cuadro 4.1-14 Evapotranspiración total anual (mm)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Altitud
Ilo	112.6	121.2	110.8	88.3	69.5	55.4	49.4	48.9	53.9	63.6	77.3	94.2	945.1	96
Moquegua	77.1	79.5	79.7	71.2	65.7	61.9	61.9	65.2	67.7	69.3	70.8	74.1	844.0	1446
Yacango	67.8	67.1	69.2	68.2	61.7	61.2	58.3	64.3	65.1	65.8	66.3	67.9	783.0	2053
Promedio	85.8	89.3	86.6	75.9	65.6	59.5	56.6	59.5	62.2	66.2	71.4	78.7	857.4	
Max	112.6	121.2	110.8	88.3	69.5	61.9	61.9	65.2	67.7	69.3	77.3	94.2	945.1	
Min	67.8	67.1	69.2	68.2	61.7	55.4	49.4	48.9	53.9	63.6	66.3	67.9	783.0	

Elaboración: JCI, 2021.

En el Gráfico 4.1-10, la mayor evapotranspiración total anual se presenta durante los meses de diciembre a marzo, seguido por la época seca durante los meses de mayo a setiembre, en la cual registra su menor valor en el mes de agosto.

Gráfico 4.1-10 Distribución media anual de la evapotranspiración (mm)



Elaboración: JCI, 2021.

Evaporación

El registro de evaporación fue obtenido de la estación Ilo, para el periodo (1995-2010), la cual se ubica próxima al área de estudio, resultando una tasa de evaporación de 730.9 mm a nivel medio multianual, lo cual refleja la alta cantidad de evaporación que se produce en la zona debido a la incidencia solar, muy aparte de ser una zona con clima muy seco, sin presencia de precipitación en casi todo el año. A continuación, en el Cuadro 4.1-15 se muestran los registros obtenidos para

la estación Ilo.

Cuadro 4.1-15 Evaporación total anual registrada (mm)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Ilo	77.7	77.3	77.7	61.2	55.8	48.4	48.0	45.7	48.0	59.7	62.4	68.9	730.9

Fuente: Senamhi.
Elaboración: JCI, 2021.

Humedad relativa

Los valores de humedad relativa en el área de estudio coinciden con el aumento de temperatura y precipitación en los meses de verano (enero, febrero, marzo), en donde las precipitaciones aportan humedad al aire como resultado de la advección de masa de aire que provienen desde el océano Pacífico, la condición descrita se muestra en el Cuadro 4.1-16. Para su análisis se ha considerado el registro de humedad relativa de la estación Ilo como estación representativa.

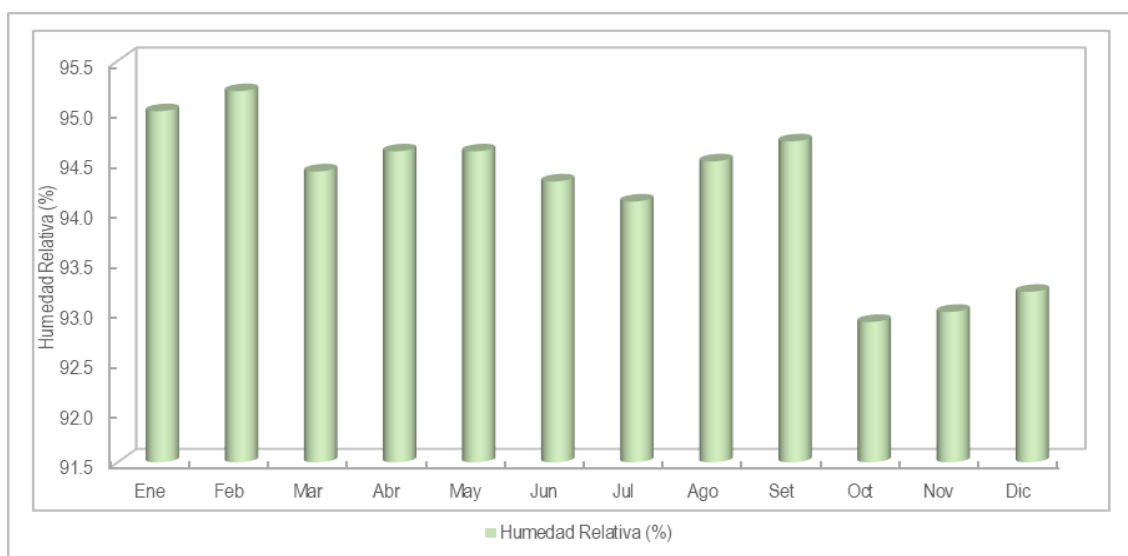
Cuadro 4.1-16 Humedad relativa (%)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
Ilo	95.0	95.2	94.4	94.6	94.6	94.3	94.1	94.5	94.7	92.9	93	93.2	94.2

Fuente: Senamhi.
Elaboración: JCI, 2021.

En el Gráfico 4.1-11 se muestra la variación mensual de la humedad relativa promedio del aire con un valor promedio mensual de 94.2 %. La humedad relativa del aire más baja se registró en el mes de julio con 94.1 % y la más alta en el mes de febrero con 95.2 %.

Gráfico 4.1-11 Régimen anual de la humedad relativa



Elaboración: JCI, 2021.

Dirección y velocidad de viento

La caracterización de este parámetro climático está dada por las variables de velocidad y dirección de los vientos, éstas se ven afectadas por la topografía local principalmente. La información utilizada ha sido registrada en las estaciones de Ilo, Moquegua y Yacango. La información fue procesada en el software WRPLOT View en su versión 8.0.2. Para la clasificación de la velocidad del viento se utilizó la escala de Beaufort, sus valores se muestran en el Cuadro 4.1-17.

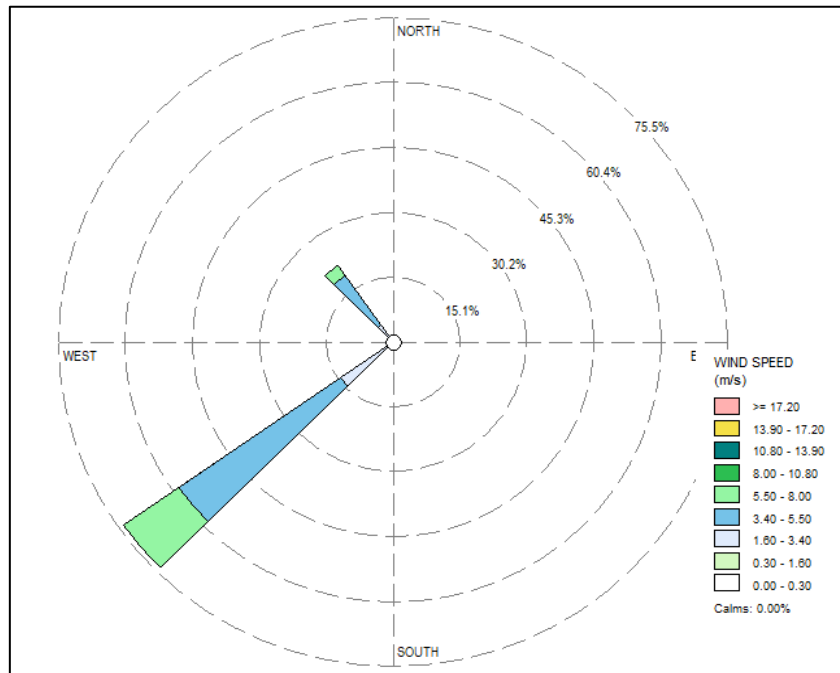
Cuadro 4.1-17 Escala de Beaufort

Grado	Denominación	Velocidad del viento		Efecto en la tierra
		Nudos	m/s	
0	Calma	<1	0 - 0.2	Calma, el humo asciende verticalmente
1	Ventolina	1 - 3	0.3 - 1.5	El humo indica la dirección del viento
2	Flojito (brisa muy débil)	4 - 6	1.6 - 3.3	Se caen las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos de los campos
3	Flojo (brisa débil)	7 - 10	3.4 - 5.4	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	Bonancible (brisa moderada)	11 - 16	5.5 - 7.9	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	Fresquito (brisa fresca)	17 - 21	8 - 10.7	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	Fresco (brisa fuerte)	22 - 27	10.8 - 13.8	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas
7	Frescachón (viento fuerte)	28 - 33	13.9 - 17.1	Se mueven los árboles grandes, dificultad para caminar contra el viento
8	Temporal (viento duro)	34 - 40	17.2 - 20.7	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas muy dificultosa
9	Temporal fuerte (muy duro)	41 - 47	20.8 - 24.4	Daños en árboles, imposible andar contra el viento
10	Temporal duro (temporal)	48 - 55	24.5 - 28.4	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	Temporal muy duro (borrasca)	56 - 63	28.5 - 32.6	Destrucción en todas partes, lluvias muy intensas, inundaciones muy altas
12	Temporal huracanado (huracán)	64 o más	32.7 o más	Voladura de autos, árboles, casas, techos y personas. Puede generar un huracano un tifón

Fuente: OMM, 2010

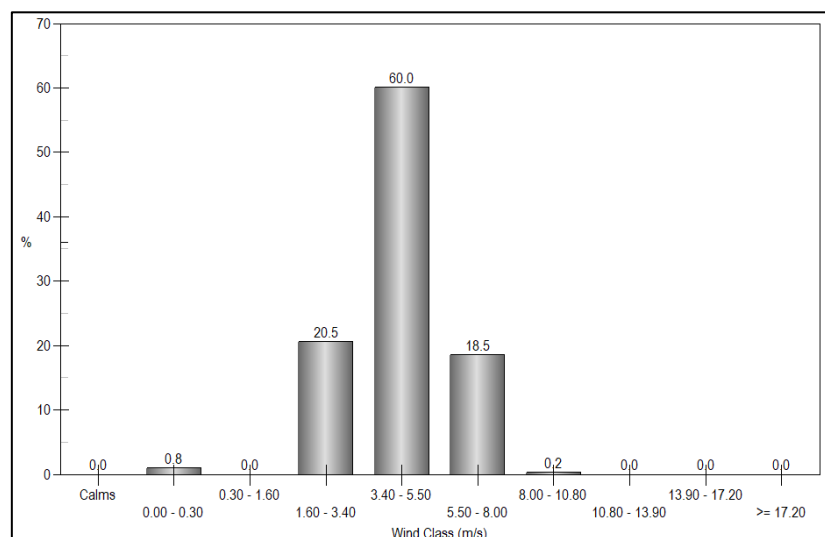
Elaboración: JCI, 2020.

Gráfico 4.1-12 Rosa de vientos anual de la estación Ilo



Elaboración: JCI, 2020.

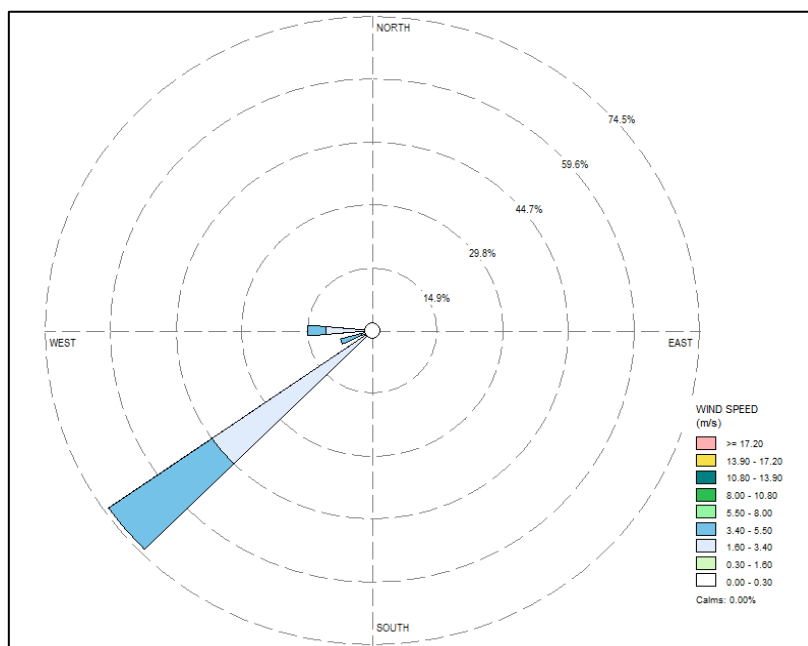
Gráfico 4.1-13 Distribución de frecuencias de la estación Ilo



Elaboración: JCI, 2020.

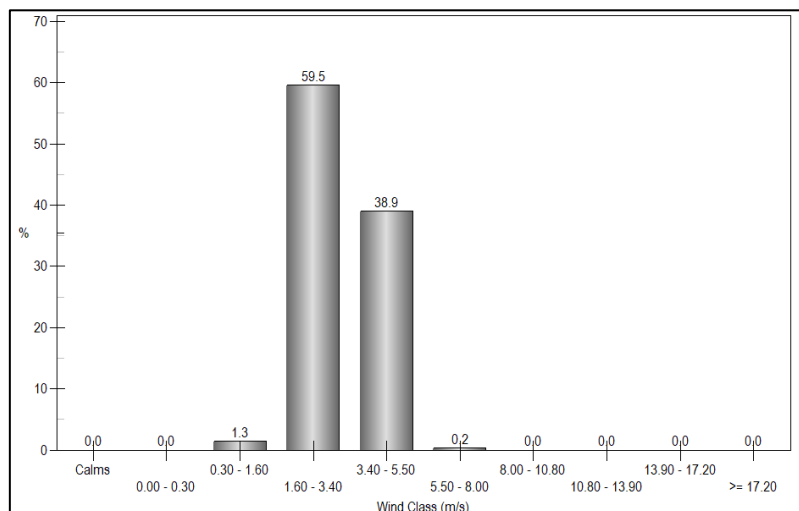
En el Gráfico 4.1-12 se muestra que la velocidad máxima del viento en la estación Ilo alcanza valores de 6.75 m/s en promedio, con una dirección predominante desde el suroeste. Según la escala de Beaufort (ver Cuadro 4.1-17), se le calificó como bonancible (brisa moderada). Por otra parte, los vientos predominantes tienen dos direcciones las cuales son: SW y NW cuyas velocidades se muestran en el Gráfico 4.1-13, y se presentan con mayor frecuencia en el rango de 3.4 a 5.5 m/s (60.0 %), seguida de 1.6 a 3.4 m/s (20.5 %).

Gráfico 4.1-14 Rosa de vientos anual de la estación Moquegua



Elaboración: JCI, 2020.

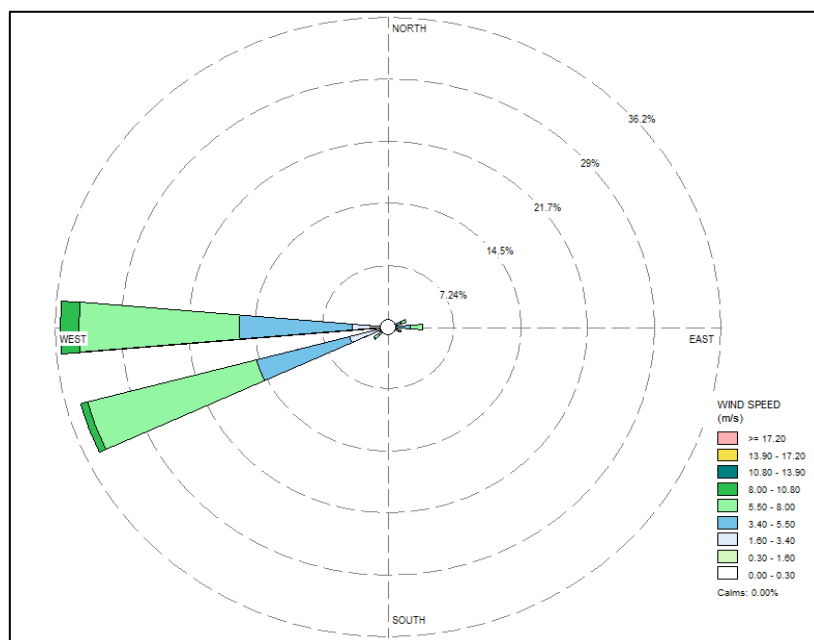
Gráfico 4.1-15 Distribución de frecuencias de la estación Moquegua



Elaboración: JCI, 2020.

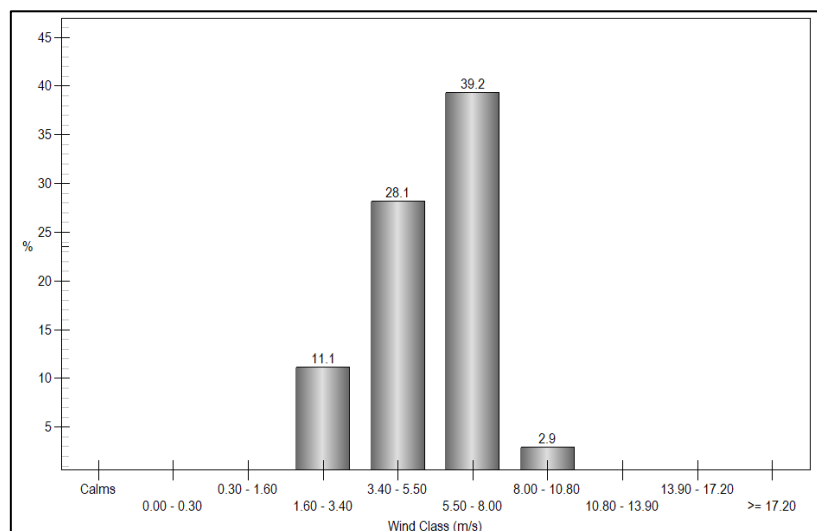
En el Gráfico 4.1-14 se muestra que la velocidad máxima del viento en la estación Moquegua alcanza valores de 5.4 m/s en promedio, con una dirección predominante desde el suroeste. Según la escala de Beaufort (ver Cuadro 4.1-17), se le calificó como flojo (brisa débil). Por otra parte, los vientos predominantes tienen dos direcciones las cuales son: SW y W cuyas velocidades se muestran en el Gráfico 4.1-15, y se presentan con mayor frecuencia en el rango de 1.6 a 3.4 m/s (59.5 %), seguida de 3.4 a 5.5 m/s (38.9 %).

Gráfico 4.1-16 Rosa de vientos anual de la estación Yacango



Elaboración: JCI, 2020.

Gráfico 4.1-17 Distribución de frecuencias de la estación Yacango



Elaboración: JCI, 2020.

En el Gráfico 4.1-16 se muestra que la velocidad máxima del viento en la estación Yacango alcanza valores de 7.5 m/s en promedio, con una dirección predominante desde el oeste. Según la escala de Beaufort (ver Cuadro 4.1-17), se le calificó como bonancible (brisa moderada). Por otra parte, los vientos predominantes tienen dos direcciones las cuales son: W y WSW cuyas velocidades se muestran en el Gráfico 4.1-17, y se presentan con mayor frecuencia en el rango de 5.5 a 8.0 m/s (39.2 %), seguida de 3.4 a 5.5 m/s (28.1 %).

4.1.2 Calidad de aire

La caracterización de la calidad de aire del área de estudio se basó en el informe del laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L, el cual se encuentra debidamente acreditado por el Instituto Nacional

de Calidad (Inacal). La acreditación del laboratorio, así como su alcance se presenta en el Anexo 4.1.2.6. Cabe mencionar que, el registro analizado corresponde a la información recolectada durante la campaña de campo en octubre de 2020.

4.1.2.1 Metodología

La evaluación de la calidad de aire se realizó mediante la comparación de los resultados obtenidos en el muestreo con los valores establecidos en los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y disposiciones complementarias” (MINAM, 2017), llamado en adelante como ECA Aire; el que fue aprobado mediante el D.S. N.º 003-2017-MINAM.

Los métodos de ensayo utilizados por el laboratorio se presentan en el Cuadro 4.1-18.

Cuadro 4.1-18 Métodos de ensayo

Tipo de ensayo	Norma de referencia
Material particulado PM 10 Alto volumen ¹	EPA-Compendium Method IO - 2.1-1999
Material Particulado PM 2.5. Bajo volumen ¹	EPA CFR 40, Part 50, Appendix L. 2014
Benceno ¹	ASTM D3687 - 07 (Reapproved 2012) 2007
Dióxido de Azufre ¹	EPA CFR 40. Appendix A-2 to part 50. 2012
Dióxido de Nitrógeno ¹	ASTM D1607-91 – 2011
Monóxido de Carbono ¹	Peter O. Warner "Analysis of Air Pollutants". Ed. Española 1981, Cap.3, Pág. 121-122 (Validado-Modificado). 2015
Ozono ¹	ALAB-LAB-08 (Basado en Methods of Air Sampling and Analysis-411. (Validado) 2015
Metales totales – Aire HV icp-oes ²	EPA Compendium Method IO-3.2 1999
Sulfuro de Hidrógeno ¹	ALAB-LAB-07 (Basado en Norma COVENIN 3571: 2000. (Validado) 2015
Meteorología ²	ASTM D5741-96(2017)
Mercurio ²	ALAB-LAB-12 Basado en NIOSH Method 6009 (Validado) 2018

¹ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL-DA

² Métodos de ensayo acreditados por el IAS

"EPA": U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis.

"ASTM": American Society for Testing Materials.

"NIOSH": National Institute of Occupational Safety and Health.

Fuente: Analytical Laboratory E.I.R.L.

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.2.2 Estaciones de muestreo

Para la evaluación de calidad de aire, se consideró tres (3) estaciones, cuyas coordenadas se muestran en el Cuadro 4.1-19.

Entre los criterios para la ubicación de las estaciones de muestreo de calidad de aire para caracterizar las condiciones actuales del área de estudio, se consideró lo siguiente:

- Ubicación de los componentes existentes y proyectados del proyecto.
- Dirección del viento del área de estudio (vientos provenientes del suroeste y del oeste).
- Presencia de receptores sensibles inmersos en el área de estudio. La zona en donde se desarrollará el proyecto no cuenta con poblaciones próximas.

En el Anexo 4.1.4 Mapas (Mapa LBF-02 Mapa de ubicación de estaciones de muestreo de calidad de aire y niveles de ruido ambiental), se representa la ubicación de las estaciones de muestreo de calidad de aire; y la identificación de cada una de ellas se presenta en las respectivas fichas técnicas.

Cuadro 4.1-19 Estaciones de muestreo de calidad de aire

Estaciones de muestreo	Descripción	Coordenadas WGS 84 Zona 19 Sur		Altitud m s. n. m.
		Este	Norte	
Caire-01	Ubicado al sur de los paneles solares del proyecto (barlovento del área de estudio)	261 263	8 065 573	1265
Caire-02	Ubicado al norte de los paneles solares del proyecto (sotavento del área de estudio)	262 273	8 069 482	1296
Caire-03	Ubicado al este de los paneles solares del proyecto, cercano al campamento (barlovento del área de estudio).	260 242	8 067 698	1294

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.2.3 Estándares de calidad ambiental de aire

En el Cuadro 4.1-20, se presenta los valores fijados en el ECA Aire de los parámetros considerados en la presente evaluación.

Cuadro 4.1-20 Estándares de calidad ambiental para aire

Parámetros	Periodo	Límite µg/m ³	Criterios de evaluación	Método de análisis
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial / filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
Dióxido de nitrógeno	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método

Cuadro 4.1-20 Estándares de calidad ambiental para aire

Parámetros	Periodo	Límite $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Criterios de evaluación	Método de análisis
(NO ₂)	Anual	100	Media aritmética anual	automático)
Monóxido de carbono	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Sulfuro de hidrogeno	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (método automático)
Mercurio gaseoso total	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)

NE: No exceder

Fuente: D.S N.º 003-2017-MINAM

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.2.4 Evaluación de la calidad de aire

En el Cuadro 4.1-21, se presenta los resultados de los análisis realizados a las muestras recolectadas durante el muestreo de octubre de 2020, además en el Anexo 4.1.2 se adjunta los informes de ensayos emitidos por el laboratorio que tuvo a cargo dichos análisis.

Cuadro 4.1-21 Resultados de muestreo de calidad de aire

Ensayo	Unidad	ECA Aire D.S. N.º 003- 2017-MINAM	Resultados		
			Caire-01	Caire-02	Caire-03
Material particulado PM ₁₀ ^(a)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	20.07	18.15	22.81
Material Particulado PM _{2.5} ^(a)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50	12.88	12.84	10.32
Benceno (C ₆ H ₆) ^(d)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	< 1.670	< 1.670	< 1.670
Dióxido de Azufre (SO ₂) ^(a)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	250	< 13.0	< 13.0	< 13.0
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) ^(b)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	< 104.17	< 104.17	< 104.17
Monóxido de Carbono (CO) ^(c)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 000	< 1250	< 1250	< 1250

Cuadro 4.1-21 Resultados de muestreo de calidad de aire

Ensayo	Unidad	ECA Aire D.S. N.º 003- 2017-MINAM	Resultados		
			Caire-01	Caire-02	Caire-03
Ozono (O ₃) ^(c)	µg/m ³	100	< 8.20	< 8.20	< 8.20
Plomo (Pb) ^(a)	µg/m ³	1.5	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) ^(a)	µg/m ³	150	< 0.7	< 0.7	< 0.7
Mercurio gaseoso total (Hg) ^(a)	µg/m ³	2	< 1.160	< 1.160	< 1.160

^(a) Tiempo de muestreo 24 horas^(b) Tiempo de muestreo 1 hora^(c) Tiempo de muestreo 8 horas^(d) Tiempo de muestreo 4 horas

Fuente: Analytical Laboratory E.I.R.L.

Elaboración: JCI, 2021.

En los resultados del muestreo no se observan parámetros que excedan los valores establecidos en el ECA Aire (D.S. N.º 003-2017 MINAM). La mayoría de los resultados se encuentran por debajo del límite de detección del método de ensayo empleado por el laboratorio durante su análisis. En este sentido, el registro reportado indica que se está cumpliendo con el ECA Aire.

4.1.3 Niveles de ruido ambiental

En esta sección se describe los niveles de ruido ambiental que caracterizan el área donde se ubicará el Proyecto. El muestreo de ruido ambiental fue realizado por el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L., el cual se encuentra debidamente acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (Inacal). La acreditación del laboratorio, así como su alcance se presenta en el Anexo 4.1.2.6. Cabe mencionar que, el registro analizado corresponde a la información recolectada durante la campaña de campo en octubre de 2020.

4.1.3.1 Metodología

La evaluación de los niveles de ruido se desarrolló mediante la comparación de los resultados obtenidos en los muestreos con los valores de los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido” (PCM, 2003), denominado en adelante como ECA Ruido; el cual fue aprobado mediante D.S. N.º 085-2003-PCM. De acuerdo con lo establecido en el ECA Ruido, las estaciones de muestreo fueron evaluadas con la categoría “zona industrial”.

La metodología aplicada en los muestreos de ruido ambiental, se presentan en el Cuadro 4.1-22

Cuadro 4.1-22 Metodología aplicada en los muestreos de niveles de ruido ambiental

Parámetro	Normas	Descripción
Nivel de Ruido Ambiental	NTP-ISO 1996-1:2007: ACÚSTICA	Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación.
	NTP-ISO 1996-2:2008: ACÚSTICA	Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.3.2 Estaciones de muestreo

Para la evaluación de los niveles de ruido ambiental se consideró tres (3) estaciones cuyas coordenadas se muestran en el Cuadro 4.1-23. En el Mapa LBF-03 Mapa de Ubicación de Estaciones de Muestreo de Calidad de Aire y Niveles de Ruido Ambiental, se representa gráficamente la ubicación de las estaciones de muestreo de ruido; y la identificación de cada una de ellas se presenta en las respectivas fichas técnicas (Anexo 4.1.2 Calidad Ambiental).

Entre los criterios para la ubicación de las estaciones de muestreo de niveles de ruido ambiental para caracterizar las condiciones actuales del área de estudio, se consideró lo siguiente:

- Ubicación de los componentes existentes y proyectados del proyecto.
- Dirección del viento del área de estudio (vientos provenientes del suroeste y del oeste).
- Presencia de receptores sensibles inmersos en el área de estudio. La zona en donde se desarrollará el proyecto no cuenta con la presencia de poblaciones.

Cuadro 4.1-23 Estaciones de muestreo de niveles de ruido ambiental

Estaciones de muestreo	Descripción	Coordenadas WGS 84 Zona 19 Sur		Altitud m s. n. m.
		Este	Norte	
Nrui-01	Ubicado al sur de los paneles solares del proyecto (barlovento del área de estudio)	261 263	8 065 573	1265
Nrui-02	Ubicado al norte de los paneles solares del proyecto (sotavento del área de estudio)	262 273	8 069 482	1296
Nrui-03	Ubicado al este de los paneles solares del proyecto, cercano al campamento (barlovento del área de estudio).	260 242	8 067 698	1294

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.3.3 Estándares de niveles de ruido ambiental

En el Cuadro 4.1-24, se presentan los valores establecidos en el ECA Ruido para las categorías de zona industrial, con los que se realizó la evaluación de los resultados del muestreo de niveles de ruido ambiental. Se categoriza como industrial ya que se trata de un área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales.

Cuadro 4.1-24 Estándares de calidad ambiental de ruido

Zonas de aplicación	Valores expresados en L_{AeqT}^1 dB(A)	
	Horario Diurno ²	Horario Nocturno ³
Zona industrial	80	70

¹ Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A, expresado en decibeles A-dB(A).

² Periodo comprendido desde las 7:01 horas hasta las 22:00 horas

³ Periodo comprendido desde las 22:01 horas hasta las 7:00 horas

Fuente: D.S. N.º 085-2003-PCM

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.3.4 Evaluación de los niveles de ruido ambiental

En el Cuadro 4.1-25, se detallan los resultados de los valores obtenidos durante el muestreo de niveles de ruido ambiental realizados en octubre de 2020, además en el Anexo 4.1.2 Calidad Ambiental, se adjuntan los informes de ensayo emitidos por el laboratorio.

Cuadro 4.1-25 Resultados de los muestreos de niveles de ruido ambiental

Estación de Muestreo	Nrui-01		Nrui-02		Nrui-03	
ECA-Ruido D.S. N.º 085 - 2003 – PCM	Zona de Aplicación					
	Zona Industrial		Zona Industrial		Zona Industrial	
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
	dB(A)*	dB(A)*	dB(A)*	dB(A)*	dB(A)*	dB(A)*
	80	70	80	70	80	70
Resultados	54.5	51.7	55.6	50.2	57.2	51.1

Elaboración: JCI, 2021.

• Ruido diurno

Durante el muestreo de octubre de 2020, los niveles de ruido ambiental diurno registrados en las estaciones Nrui-01, Nrui-02 y Nrui-03; cumplen con el valor establecido en el ECA Ruido - categoría Zona industrial.

• Ruido nocturno

Durante el muestreo de octubre de 2020, los niveles de ruido ambiental nocturno registrados en las estaciones Nrui-01, Nrui-02 y Nrui-03; cumplen con el valor establecido en el ECA Ruido - categoría Zona industrial.

En este sentido, el registro de valores de niveles de ruido ambiental en horario diurno y nocturno, indica que se está cumpliendo con el ECA Ruido.

4.1.4 Radiación no ionizante

Como parte del presente estudio se realizó la medición de campo magnético en el área de estudio. La Intensidad de Campo Magnético y el valor de Flujo Magnético del área donde se ubicará el parque solar. El muestreo de radiaciones no ionizantes fue realizado por el laboratorio Analytical

Laboratory E.I.R.L., el cual se encuentra debidamente acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (Inacal). Cabe mencionar que, el registro analizado corresponde a la información recolectada durante la campaña de campo en octubre de 2020.

4.1.4.1 Metodología

El muestreo de radiaciones no ionizantes se llevó a cabo sobre la base de los lineamientos técnicos establecidos en la publicación realizada por el Minam en junio de 2014, denominada “Evaluación de radiaciones no ionizantes producidas por los servicios de telecomunicaciones y redes eléctricas en la provincia de Lima”.

Los resultados obtenidos fueron evaluados con los Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes promulgado mediante D.S. N.º 010-2005-PCM el 3 de febrero de 2005.

4.1.4.2 Estaciones de muestreo

Para la caracterización de las radiaciones no ionizantes en el área de estudio, se ha considerado el análisis de tres (3) estaciones de muestreo cuyas coordenadas UTM WGS-84 se muestran en el Cuadro 4.1-26.

Entre los criterios para la ubicación de las estaciones de muestreo de radiaciones no ionizantes para caracterizar las condiciones actuales del área de estudio, se consideró lo siguiente:

- Ubicación de los componentes existentes del proyecto (S.E. Hanaq Pampa y Líneas de transmisión).
- No existen poblaciones cercanas al área de estudio, por lo cual, la caracterización se basó en las condiciones actuales del lugar.

En el Anexo 4.1.4 Mapas (Mapa LBF-03 Mapa de ubicación de estaciones de muestreo de radiaciones no ionizantes), se representa la ubicación de las estaciones de muestreo; y la identificación de cada una de ellas se presenta en las respectivas fichas técnicas (ver Anexo 4.1.2).

Cuadro 4.1-26 Estaciones de muestreo de niveles de radiaciones no ionizantes

Estaciones de muestreo	Descripción	Coordenadas WGS 84 Zona 19 Sur		Altitud m s. n. m.
		Este	Norte	
RNI-01	Ubicado al noreste de la subestación proyectada, aproximadamente a 1200 metros y entre los paneles solares proyectados.	261 831	8 067 182	1279
RNI-02	Ubicado al suroeste de las parcelas de cultivos de olivo (contiguas al río Osmore), aproximadamente a 300 metros.	268 175	8 057 730	372
RNI-03	Ubicado a 50 metros al este de la torre de la línea de tensión 500 kV ILO - S.E. Montalvo	271 749	8 053 574	736

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.4.3 Evaluación de los niveles de radiaciones no ionizantes

En el Cuadro 4.1-27 se presenta los resultados obtenidos del muestreo de radiaciones no ionizantes en el mes de octubre de 2020. En el 4.1.2, se adjunta el informe de ensayo.

Cabe señalar que los valores presentados corresponden al rango de frecuencia de 0.025-0.8 kHz siendo este aplicado para redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes y monitores de video; se consideró este rango, debido a que las líneas eléctricas en el Perú emplean aproximadamente una frecuencia de 60 Hz.

Cuadro 4.1-27 Resultados de los muestreos de radiaciones no ionizantes

Parámetros	Unidades	ECA RNI D.S. 010-2005-PCM		Estaciones de muestreo		
		Exposición poblacional (público en general)	Exposición ocupacional	RNI-01	RNI-02	RNI-03
Intensidad de Campo Eléctrico (E)	V/m	4.2	8.3	0.1339	0.0455	0.1920
Intensidad de Campo Magnético (H)	A/m	66.7	333.3	6.7567	0.7802	13.8996
Densidad de Flujo Magnético (B)	μT	83.3	416.7	50.4707	17.1507	72.3889
Densidad de Potencia	W/m ²	-	-	0.1700	0.0578	0.2439

Elaboración: JCI, 2021.

Los valores reportados en los informes de ensayo se encuentran por debajo del límite de exposición (poblacional y ocupacional) establecido en el ECA RNI; en este sentido, los tres puntos de muestreo evaluados se encuentran cumpliendo la normativa de evaluación.

4.1.5 Geología y sismicidad

Para la descripción geológica del área de estudio, se recopiló información publicada en los boletines geológicos A5 y A7 (Ingemmet); además de lo reconocido en campo.

4.1.5.1 Geología regional

El área de estudio está comprendida dentro de los cuadrángulos geológico de Locumba (36-u) y Clesmesí (35-t) de la Carta Geológica del Perú y presenta las siguientes unidades geológicas: depósito aluvial (Qpl-al) y los depósitos eólicos (Qh-e). a continuación, se describe cada uno de ellos:

Depósitos aluviales

Las Pampas costaneras (una gruesa cobertura de depósitos aluviales de piedemonte) sobreyacen a los Tufos Sencca.

Depósitos eólicos

En los valles fluviales se presenta conglomerados inconsolidados con intercalaciones de gravas, arenas, arcillas y a veces tufos. Los elementos de conglomerado consisten principalmente de

rocas volcánicas, de rocas intrusivas, cuarcitas, algo de calizas, etc. En matriz areno arcillosas. En ciertos lugares estos depósitos muestran una vaga estratificación, donde los bancos de gravas y arcillas se presentan de forma lenticular.

4.1.5.2 Geología local

La geología local de la zona del proyecto se encuentra caracterizada por la presencia de depósitos del cuaternario; así también afloramientos de formaciones del terciario y devónico, las cuales se describen a continuación:

4.1.5.3 Estratigrafía

La estratigrafía de la zona de estudio muestra depósitos cuaternarios, representada por los depósitos eólicos, aluviales y fluviales; formaciones del terciario y devónico representada por la Formación Milo y Grupo Cabanillas; así mismo el intrusivo denominado Super unidad Ilo (ver Cuadro 4.1-28). En el Anexo 4.1.4 Mapas, se adjunta el Mapa LBF-04 Mapa de Geología local.

Cuadro 4.1-28 Estratigrafía regional

Era tema	Sistema	Serie	Unidades estratigráficas	Intrusivo
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos Eólicos (Qh-e)	Super Unidad ILO
		PLEISTOCENO	Depósitos Aluviales (Qpl-al)	
			Deposito Fluvial	
	TERCIARIO		Formación Milo (T-mi)	
PALEOZOICO	DEVÓNICO		Grupo Cabanillas (D-ca)	

Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet). Carta Geológica Nacional 35t2, 35t3, 36t4 y 36t3.

Elaboración: JCI, 2021.

A) Paleozoico

- **Devónico**

Grupo Cabanillas

Presenta una morfología de bajo relieve, de superficie suave y monótona, La base de la secuencia está constituida por estratos delgados de arenisca cuarzosa de grano medio a fino, cuyos grosores son inferiores a 10 cm interestratificados con limoarcillitas marrones. Dentro de los estratos de arenisca, también se encuentran clastos redondeados y dispersos de cuarcitas de 1 a 3 cm de diámetro. La potencia del Grupo Cabanillas debido a la dispersa ubicación de los afloramientos límites tanto inferior como el superior ha causado discrepancias en las investigaciones realizadas en su valor numérico, llegando a la conclusión de un grosor estimado de 200 m.

B) Cenozoico

- Terciario

La Formación Milo

La formación Milo aflora en la zona norte del estudio, suprayaciendo en discordancia y erosiva a la formación Moquegua; en algunos casos marca el límite de escarpas secuenciales de movimientos en masa antiguos. Litológicamente está constituida por conglomerados moderadamente consolidados con clastos medianamente redondeados de intrusivos y volcánicos andesíticos.

- Cuaternario

Depósitos fluviales

Con esta denominación se considera a los depósitos actuales de los fondos de los valles principales. El material consiste en gravas subredondeadas con lentes de arenas y capas de arcillas que son aprovechados como terrenos de cultivo (ver Fotografía 4.1-1).

Fotografía 4.1-1 Depósito fluvial



Fuente: JCI, 2021

Depósitos aluviales

Estos depósitos se han acumulado en forma de amplios conos aluviales de piedemonte a la salida de las quebradas al terreno llano, situado entre el frente andino y la cordillera de la Costa. Posteriormente nuevas corrientes cortaron estos depósitos formando en algunos sitios gargantas, así como terrazas en sus flancos, algunas de estas últimas son extensas.

La extensa planicie aluvial, corresponde al antiguo cono de deyección, que ha sido posteriormente cortada dejando a ambos lados extensas pampas, que quedan a una altura considerable con respecto a su lecho actual.

En el flanco derecho de la quebrada Guaneros existen terrazas suavemente inclinadas hacia el sur; en las paredes de algunas quebradas labradas en estos depósitos, se nota que la parte más baja de las gravas están compactadas e incipientemente cementadas por arenas y arcillas, que muestran en general una vaga estratificación.

En el mismo flanco derecho de la quebrada Guaneros existe los restos de una terraza aluvial

colgada a 680 m.s.n.m., que, como una franja interrumpida por trechos, llega hasta la desembocadura de esta quebrada en el río Moquegua, luego continúa por el flanco derecho de este río hasta cerca de su desembocadura, donde se confunde con la superficie de la terraza más alta que hay cerca de Ilo (ver Fotografía 4.1-2).

Fotografía 4.1-2 Depósitos aluviales

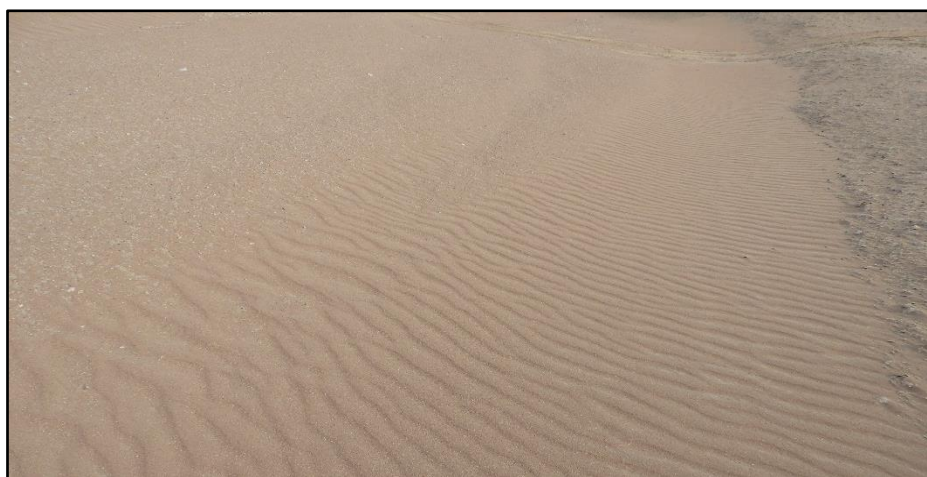


Fuente: JCI, 2021

Depósitos eólicos

Los depósitos eólicos consisten en acumulaciones de arena y arcilla en forma de pequeños montículos o delgados mantos; una pequeña colina de arena y se halla cubierta por un delgado manto de arcillas rojizas en la cual crece una escasa vegetación (ver Fotografía 4.1-3).

Fotografía 4.1-3 Depósitos eólicos



Fuente: JCI, 2021

C) Rocas ígneas

• Super Unidad Ilo

Granito Granodiorita

Agrupamos con este nombre a rocas intrusivas cuya composición varía entre granodiorita y granito, con gradación hasta monzonitas. Esta clase de rocas afloran al sur del proyecto.

La roca es de color gris, algo rosada hasta rojiza, holocristalina, equigranular, grano grueso a medio. Entre sus componentes se distinguen plagioclasas de color gris a gris blanquecino, a veces teñido de rojizo por la limonita proveniente de la descomposición de los minerales de fierro; ortosa rosada en cristales de 2 y 3 mm. De tamaño e irregularmente distribuidos en la masa; cuarzo en granos pequeños y en proporciones variables; entre los ferromagnesianos se encuentra la hornblenda en granos y como manchas irregulares, escasa proporción de biotita con secciones hexagonales; magnetita diseminada en granos pequeños y masas irregulares, que a veces aumenta en proporciones considerables hasta volver a la roca magnética, generalmente la magnetita se halla alterada a limonita la que se nota como finas pigmentaciones rojizas.

4.1.5.4 Geología estructural

El rasgo estructural de importancia en el área de estudio son las fallas. La mayor parte de estas fallas son consideradas como probables, pues se han anotado sólo a base de evidencias fisiográficas como escarpas bien delineadas, que corren por distancias considerables o por los bruscos flexuramientos de las capas. Evidentemente se tratan de fallas, pero sus características esenciales como fragmentación, zonas de brecha, desplazamientos, etc., no son observables en la superficie de las escarpas por estar fuertemente modificadas por la erosión y en algunos casos encapadas por depósitos aluviales del Cuaternario, que hacen difícil o imposible cualquier análisis sobre sus movimientos o magnitud de sus desplazamientos.

Por su orientación las fallas pueden agruparse en dos sistemas:

- a. Fallas de rumbo NE-SW o sistema de fallas transversales
- b. Fallas de rumbo NW-SE o sistema de fallas longitudinales

Para establecer la época del fallamiento de la región no hay evidencias suficientes, pero es seguro que es posterior al emplazamiento de las rocas intrusivas y anterior a la deposición de la formación Moquegua.

4.1.5.5 Geodinámica externa

Los procesos morfodinámicos son aquellos que por su mismo accionar contribuyen a modelar el relieve. En su tipología e intensidad están condicionados por el medio ambiente, fisiografía, altitud, litologías superficiales, estructuras tectónicas y clima. Cabe resaltar, que las instalaciones del Proyecto se hallan mayoritariamente en planicies, con presencia de quebradas secas, sin presencia de cursos de agua que puedan provocar inundabilidad, ni flujos torrenciales.

En la actualidad la geodinámica externa que se presenta en el área de estudio son los vientos, estos procesos no revisten mayor riesgo y se encuentran en relativa estabilidad, pudiendo mencionarse sólo la evidencia de drenaje superficial insipiente que ha generados cursos pequeños estacionales. En la parte sur las colinas y cerros constituidos por formaciones rocosas, presentan caídas de rocas.

4.1.5.6 Geodinámica interna

A) Sismicidad

La evaluación se establece sobre la base de información secundaria obtenida de fuentes especializadas, particularmente de los trabajos que dispone el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (Cismid).

El territorio peruano se ubica en el “cinturón de Fuego del Pacífico (también llamado Anillo de Fuego del Pacífico)”, una de las regiones de más alta actividad sísmica y tectónica del planeta.

La elevada sismicidad se debe a la proximidad de la zona de subducción de la placa oceánica (Placa de Nazca) que se hunde a razón de 7 a 9 cm/año por debajo de la placa continental Sudamericana y cuya interacción da lugar a intensas fricciones corticales con acumulación de energía en el plano de contacto (plano de Benioff), que luego se libera mediante los movimientos sísmicos, los que en general son más violentos cuanto menos profundo se halla su foco (hipocentro). Por ello, los sismos más destructivos son los superficiales, es decir aquellos cuyos hipocentros se localizan a menos de 30 km de profundidad.

B) Riesgo sísmico

Para evaluar el riesgo sísmico, se tomará en cuenta el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas, publicado en 2003 (CMRRD¹), como actualización del mapa publicado inicialmente en 1974 por Alva. Este mapa grafica a nivel nacional la zonificación de las máximas intensidades sísmicas observadas, tomando en consideración la escala modificada de Mercalli (MM), la cual clasifica los terremotos por el nivel de daño que causa en la infraestructura y, por ende, en las personas.

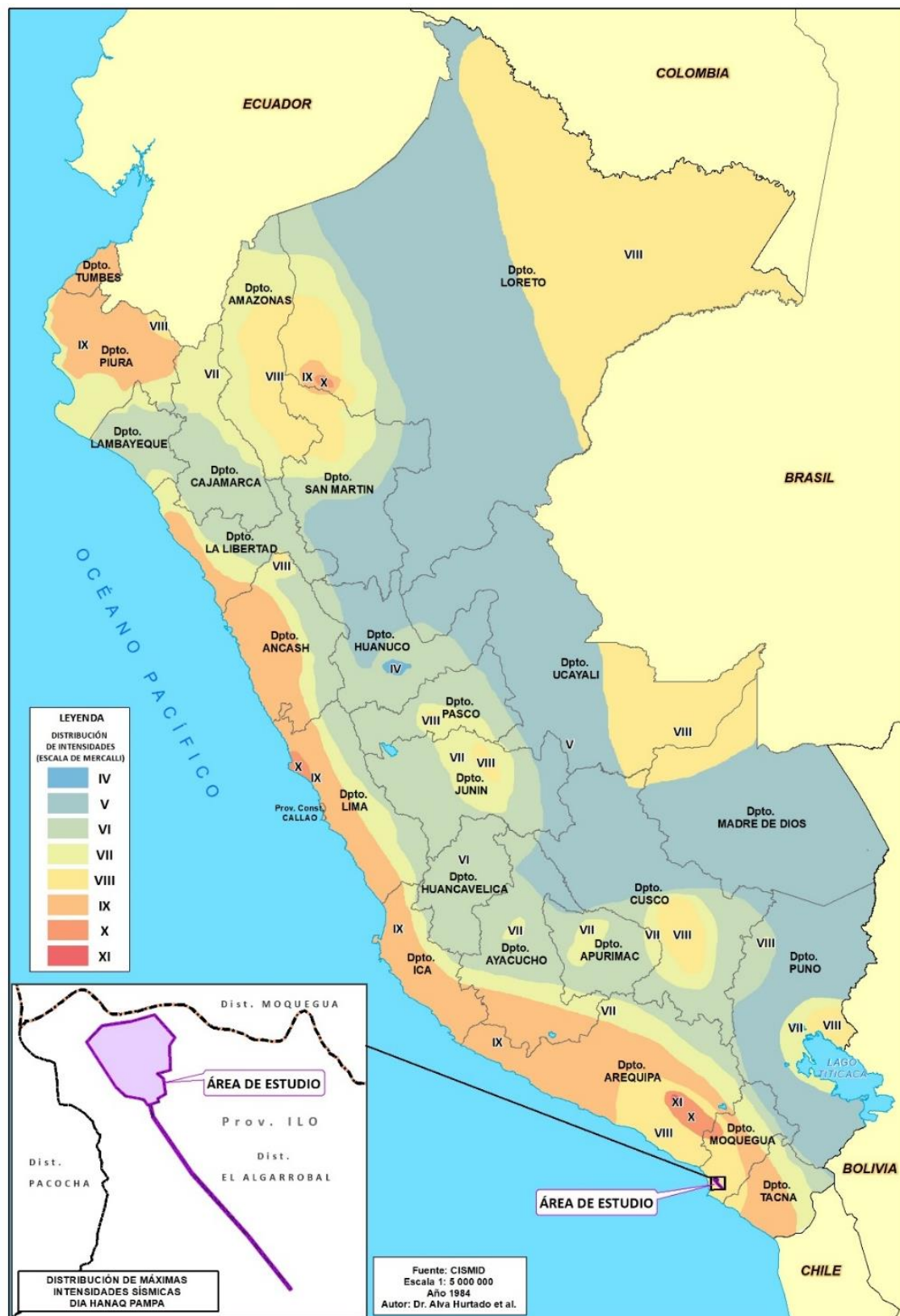
En la Figura 4.1-1, se representa el mapa regional de distribución de máximas intensidades sísmicas esperadas. En este mapa se observa que en el área se señala la intensidad VIII MM como la máxima esperada. Esta intensidad expresa el siguiente daño²:

VIII: Daños leves en estructuras especializadas. Daños considerables en estructuras ordinarias bien construidas, posibles derrumbes. Fuertes daños en estructuras pobremente construidas. Mampostería seriamente dañada o destruida. Muebles completamente sacados de lugar.

¹ Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos en el Desarrollo.

² Instituto Geofísico del Perú (IGP).

Figura 4.1-1 Mapa regional de distribución de máximas intensidades sísmicas esperadas, según la Escala Modificada de Mercalli (MM)



Elaboración: JCI, 2021.

C) Zonificación sísmica

El territorio peruano se encuentra dividido en cuatro (4) zonas, estas zonas se basan en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El área de estudio se encuentra sobre la zona 4 con un factor Z igual a 0.45 (ver la Figura 4.1-2)

Figura 4.1-2 Mapa con las zonas sísmicas



Fuente: Norma E. 0.30 Diseño Sismorresistente.

4.1.6 Geomorfología

Las diferentes unidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio son el resultado de la interacción de factores climáticos y litológicos, así como procesos erosivos y deposicionales que modifican constantemente el relieve. En el área de estudio se observan rasgos geomorfológicos predominantes correspondientes a zonas desérticas.

Las unidades geomorfológicas identificadas presentan como característica predominante una topografía de carácter homogénea, en donde predominan las superficies con pendientes menores a 8 %. Sin embargo, en menor extensión presenta superficies de 20-35 % esto presente en laderas de cauces aluviales y fluviales, zona de montañas.

Dentro del área de estudio se han identificado cuatro (4) unidades geomorfológicas, las cuales se muestran en el Cuadro 4.1-29. La representación cartográfica de las unidades geomorfológicas se evidencia en el Mapa LBF-05: Mapa de unidades geomorfológicas (ver Anexo 4.1.4).

Cuadro 4.1-29 Unidades geomorfológicas

Simbología	Forma de Relieve	Unidad	Pendiente (%)
P-al	Planicie	Planicie Eólico - Aluvial	0-4
M-fr	Montaña	Montaña y colina en formación Rocosa	20-35
M-la		Laderas aluviales	20-35
M-af		Terrazas aluviales -fluviales	3-10

Elaboración: JCI, 2021.

A) Planicie eólico- aluvial (P-al)

Esta geoforma está constituida por un relieve plano a ligeramente inclinado que presenta una pendiente de 0-4 %. Esta planicie se encuentra compuesta por depósitos aluviales, sobre su superficie se aprecia una capa de arena, la cual se ha formado por los vientos que son el agente erosivo predominante en la zona de estudio.

Esta unidad fisiográfica representa el 79 % el área de estudio y a lo largo de ella se observan evidencias de rasgos geomorfológicos propios de las zonas desérticas como son las dunas aisladas en forma de media luna, también conocida como barjanes, esta geoforma evidencia que dicha unidad corresponde a zonas de transporte de arena y por ende sometida a procesos de erosión eólica.

Se presenta como una zona libre de peligros geomorfológicos, debido a los escasos procesos de geodinámica externa que esta presenta. No obstante, los mayores procesos de geodinámica son de origen eólico superficial, favorecido por los fuertes vientos de la zona.

B) Terrazas Aluviales - Fluviales (M-af)

Adyacente a la ribera existe una faja angosta y discontinua de tierra más o menos llanas, que se levanta suavemente hasta una altura de alrededor de 400 metros del flanco de la Cadena Costanera. Generalmente está constituida por depósitos inconsolidados del Cuaternario que se presenta formando planicies y terrazas costeras.

El mejor desarrollo de estas tierras bajas se encuentra en la quebrada Guaneros, donde forman pampas. Al noroeste y sureste del valle del Moquegua la faja de terrenos bajos adyacentes al litoral es angosta y discontinua debido a las estribaciones de la Cadena Costanera que mueren en

el mar.

C) Montaña y Colinas en formaciones rocosas (M-fr)

Las planicies aluviales pasan irregularmente al este, a una zona formada de cerros alargados o redondeados de perfiles agrestes que rápidamente se elevan hacia el flanco de los Andes. Evidentemente, esta sección corresponde a las partes más bajas de las estribaciones andinas y se caracterizan por su topografía áspera y ambiente desértico.

La unidad geomorfológica se encuentra bien distribuido por el área del proyecto, presentándose en su totalidad en la parte central del área del proyecto.

D) Laderas aluviales (M-la)

Que como su nombre indica, aglutina fisiografías que también reúne topografías de pendiente mayormente suave o alta, pero no en fondos de valle sino como superficies bastante abiertas, a veces a medias laderas o en su parte superior.

4.1.7 Suelos y capacidad de uso de tierras

El presente capítulo desarrolla la evaluación y descripción del componente edáfico del área de estudio del Proyecto Hanaq Pampa. Para el estudio de los suelos se empleó el *Soil Survey Manual* (Manual de Levantamiento de Suelos de la USDA, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (*United States Department of Agriculture*, 1993) y para la clasificación de suelos, a nivel de Subgrupo el *Keys to Soil Taxonomy 12 th edition* (Sistema para la Taxonomía de Suelos (*United States Department of Agriculture*, 2014).

Los procedimientos seguidos para la interpretación del potencial edáfico (capacidad de uso mayor de las tierras), se ciñen a los lineamientos especificados en Decreto Supremo N.º 017-2009-AG: Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor del Ministerio de Agricultura (Minagri, 2009). Así mismo, para la delimitación de las unidades de uso actual de tierras, se usó la metodología de la Unión Internacional de Geografía (UGI).

Para la descripción de los suelos se utilizó los perfiles modales y los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras obtenidas en campo de los horizontes identificados de cada calicata. (ver Anexo 4.1.3 Suelos).

4.1.7.1 Clasificación de suelos y descripción de las unidades taxonómicas y cartográficas

En la determinación de los regímenes de temperatura y humedad del suelo se consideró la guía explicativa del Mapa ecológico del Perú (ONERN, 1975); este documento establece las características bioclimáticas de las zonas de vida. El área de estudio se encuentra comprendido dentro de la zona de vida denominada desierto desecado-Templado cálido (dd-Tc). A lo que se le sumo las características climáticas descritas en el presente informe. A continuación, se detallan los regímenes de temperatura y humedad identificados:

- **Régimen de temperatura**

El régimen de temperatura de un suelo se mide a 50 cm de profundidad. Se considera que es igual a la temperatura del aire más 1 °C (*United States Department of Agriculture*, 1993). En la formación de los suelos evaluados, se identificó el régimen Isotérmico, en el que la temperatura media anual del suelo es menor a 22 °C y mayor a 15 °C; y la diferencia media del verano e invierno difieren en menos de 6 °C, a 50 cm de profundidad o a un contacto dénsico, lítico o paralítico.

• Régimen de humedad

El régimen de humedad de un suelo se mide en una zona conocida como sección de control, la cual depende de la clase textural. El área de estudio presenta una textura gruesa a media, por lo que la sección de control se encontraría entre los 30 a 90 cm, lo cual nos brinda un régimen de humedad arídico (tórrico), es decir, la sección de control de humedad está seca en todas partes por más de la mitad de los días acumulativos por año normales.

En el Cuadro 4.1-30 se muestra las siete calicatas realizadas en la campaña de campo llevada a cabo los días 6 al 10 de octubre de 2020. En estas se tomaron muestras por horizonte identificado, para su posterior análisis en el laboratorio de Análisis de suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Cuadro 4.1-30 Ubicación de calicatas de evaluación

Código de la calicata	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 19 Sur		Altura (m s. n. m)
	Este	Norte	
Csue-01	262 354	8 065 684	1270
Csue-02	266 924	8 058 993	309
Csue-03	268 061	8 057 805	310
Csue-04	267 983	8 057 893	255
Csue-05	271 029	8 054 502	900
Csue-06	271 306	8 054 068	711
Csue-07	267 861	8 057 966	215

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.7.2 Clasificación y descripción de los suelos

Según los lineamientos establecidos por el departamento de Agricultura de los Estados Unidos (*Soil Survey Staff, 2014*) para la clasificación natural de los suelos, el área de estudio presenta un orden: *Aridisols*, sus características se detallan a continuación:

- *Aridisols*: Son suelos que presentan un régimen de humedad del suelo arídico (tórrico), con epipedón ócrico o antrópico y/o tienen un horizonte de diagnóstico subsuperficial que presenta acumulación de sales más solubles que el yeso en agua fría, denominado Horizonte Sálico. Estas características lo clasifican dentro de los suelos que pertenecen a los subórdenes *Salids* y *Cambids*.
- *Entisols*: corresponden a suelos que presentan un régimen de humedad del suelo arídico (tórrico), tienen escasa o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogénicos y/o presentan clase textural gruesa a moderadamente gruesa y presencia de fragmentos rocosos en el perfil. Debido a estas características se les asigna los subórdenes *Psamments* y *Orthents*.
- *Inceptisols*: Incluyen a los suelos de escaso desarrollo genético con horizonte de diagnóstico denominado Fragipan que le brinda una combinación de firmeza y fragilidad, restringiendo el paso de las raíces; así como mayor densidad aparente que las capas adyacentes en el perfil. El suelo del área de estudio se le asigno el suborden *Udepts*.

- **Clasificación de los suelos existentes**

Unidades taxonómicas

Dentro del área de estudio se ha identificado tres (3) ordenes, cinco (5) subórdenes, seis (6) grandes grupos y seis (6) subgrupos de suelos. Para mayor facilidad, a los subgrupos se les ha asignado un nombre local. El Cuadro 4.1-31 presenta las unidades taxonómicas identificadas, organizadas jerárquicamente.

Cuadro 4.1-31 Unidades taxonómicas de suelos

<i>Soil Taxonomy (2014)</i>				Nombre Común de Suelos
Orden	Sub orden	Gran grupo	Sub grupo	
<i>Aridisols</i>	<i>Salids</i>	<i>Haplosalids</i>	<i>Typic Haplosalids</i>	Hanaq Pampa (Hp)
	<i>Cambids</i>	<i>Petrocambids</i>	<i>Sodic Petrocambids</i>	Honda (Ho)
		<i>Haplocambids</i>	<i>Anthropic Haplocambids</i>	Olivo (O)
<i>Entisols</i>	<i>Psamments</i>	<i>Torripsamments</i>	<i>Typic Torripsamments</i>	Osmore (Os)
	<i>Orthents</i>	<i>Torriorthents</i>	<i>Typic Torriorthents</i>	Guaneros (Gu)
<i>Inceptisols</i>	<i>Udepts</i>	<i>Fragiudepts</i>	<i>Typic Fragiudepts</i>	Pampa del Palo (Pp)

Elaboración: JCI, 2021.

Unidades cartográficas

A partir del subgrupo identificado se ha definido seis (6) consociaciones y, las cuales están representadas considerando sus fases por pendiente. Los suelos del área de estudio se distribuyen en pendientes plana a ligeramente inclinada (0-4 %), moderadamente inclinada (4-8 %) y fuertemente inclinada (8-15 %), a estas pendientes se le asigna una letra, tal como se indica en el Cuadro 4.1-32. Las unidades cartográficas identificadas se presentan en el Cuadro 4.1-33 y su representación se visualiza en el Mapa LBF-06: Mapa de suelos (ver Anexo 4.1.4).

Cuadro 4.1-32 Fases por pendiente

Término Descriptivo	Rango (%)	Símbolo
Plana a ligeramente inclinada	0 - 4	A
Moderadamente inclinada	4 - 8	B
Fuertemente inclinada	8 - 15	C
Moderadamente empinada	15 - 25	D
Empinada	25 - 50	E
Muy empinada	50 - 75	F
Extremadamente empinada	> 75	G

Fuente: D.S. N.º 017-2009-AG

Elaboración: JCI, 2021.

Cuadro 4.1-33 Unidades cartográficas de suelos

Tipo	Nombre	Fase por pendiente	Proporción	Símbolo
Consociación	Guaneros	E	100	Gu/E
		F		Gu/F
	Honda	A		Ho/A
		C		Ho/C
	Hanaq pampa	A		Hp/A
		B		Hp/B
		C		Hp/C
		D		Hp/D
	Olivo	A		O/A
	Osmore	C		Os/C
	Pampa del palo	A		Pp/A
		B		Pp/B
		C		Pp/C
Áreas Misceláneas	Misceláneo cárcava (Mca)			Mca/D
				Mca/E
				Mca/F
	Misceláneo eólico (Meo)			Meo/A
				Meo/B
				Meo/C
	Misceláneo erosional (Mer)			Mer/B
				Mer/C
				Mer/D
				Mer/E
Mer/F				
Misceláneo lecho de río (Mlr)			Mlr	

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.7.3 Descripción de las unidades cartográficas

• Consociación Guaneros

Pertenece al subgrupo *Typic Torriorthents*. Presenta un perfil de horizonte C y no cuenta con horizonte de diagnóstico. Esta consociación agrupa a los suelos originados a partir de materiales aluviales, con pendientes entre 25 % y 75 %, y con relieves empinados a muy empinados. El régimen de temperatura es isotérmico y el de humedad es árido (tórico). En el mapa de suelos se presenta en fases por pendiente E y F.

Suelo Guaneros (Gu)

Es un suelo superficial con textura franco-arenosa, de estructura migajosa débil en superficie a granular fina en profundidad, de color marrón amarillento ligeramente amarillento (10YR 5/4) a marrón (7.5YR 5/4). Presentan pedregosidad superficial de clase ligeramente pedregoso, de consistencia suave en seco, con una proporción de fragmentos rocosos muy frecuentes,

principalmente grava fina de forma subangular esferoidal. La permeabilidad es moderadamente rápida y el drenaje es bueno. No presentan raíces en el perfil. Presentan un grado de erosión hídrica ligera a muy ligera.

Presenta una reacción neutra (pH: 6.53) en superficie a ligeramente ácido (pH: 6.11) en profundidad, muy fuertemente salino (49.68 a 107.4 dS/m) y sin presencia de carbonatos (0.0 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0.07 %), el nivel de fósforo disponible es medio a alto (10.7 a 30.6 ppm) y el nivel de potasio disponible (801 a 752 ppm) es alto. La CIC efectiva es muy baja (< 4.80 meq/100 g) debido a la escasa presencia de los coloides arcilla y humus, el calcio (2.83 meq/100 g) es el catión que muestran las mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico. El PSB representa el 100 % de la CIC efectiva. El riesgo de sodificación es bajo (RAS menor a 10) y el porcentaje de sodio intercambiable es menor a 10 %, lo que le asigna una clasificación de suelo salino. La fertilidad natural del suelo en la capa arable es baja.

- **Consociación Honda**

Pertenece al subgrupo *Sodic Petrocambids*. Presenta un perfil de horizonte E-B, con epipedón ócrico y horizonte de diagnóstico denominado duripan. Esta consociación agrupa a los suelos originados a partir de materiales aluviales, con pendientes entre 0 % y 15 %, y con relieves planos a fuertemente inclinados. El régimen de temperatura es isotérmico y el de humedad es árido (tórico). En el mapa de suelos se presenta en fases por pendiente A y C.

Suelo Honda (Ho)

Es un suelo superficial con textura arena franca a franco arenosa, de estructura granular fina a muy fina de grado moderado en superficie y estructura masiva en profundidad, de color marrón pálido (10YR 6/3) a marrón muy pálido (10YR 8/3). Presentan pedregosidad superficial de clase ligeramente pedregoso, de consistencia suave a ligeramente duro en seco, con una proporción de fragmentos rocosos muy poco, de tamaño fino y de forma redondeado tabular. La permeabilidad es rápida a moderadamente rápida y el drenaje es algo excesivo a bueno. No presentan raíces en el perfil. Presentan un grado de erosión hídrica muy ligera. La presencia de sílice ha ocasionado que los suelos se tornen con cierto grado de cementación y dureza.

Presenta una reacción neutra (pH: 6.70) en superficie a ligeramente alcalina (pH: 7.50) en profundidad, muy fuertemente salino (45.50 a 96.33 dS/m) y sin presencia de carbonatos (0.0 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0.07 %), el nivel de fósforo disponible es alto a bajo (14.9 a 1.7 ppm) y el nivel de potasio disponible (726 a 754 ppm) es alto. La CIC efectiva es muy baja (< 5.60 meq/100 g) debido a la escasa presencia de los coloides arcilla y humus, el calcio (2.94 meq/100 g) es el catión que muestran las mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico. El PSB representa el 100 % de la CIC efectiva. El riesgo de sodificación es bajo (RAS menor a 10) y el porcentaje de sodio intercambiable es 18.3 % en superficie, lo que le asigna una clasificación de suelo salino. La fertilidad natural del suelo en la capa arable es baja.

- **Consociación Hanaq pampa**

Pertenece al subgrupo *Typic Haplosalids*. Presenta un perfil de horizonte B y presenta un horizonte de diagnóstico denominado horizonte sálico. Esta consociación agrupa a los suelos originados a partir de materiales aluviales, con pendientes entre 0 % y 25 %, y con relieves planos a moderadamente empinados. El régimen de temperatura es isotérmico y el de humedad es árido (tórico). En el mapa de suelos se presenta en fases por pendiente A, B, C y D. Sobre esta unidad cartográfica de suelo se proyecta la colocación de los paneles solares del proyecto Hanaq pampa.

Suelo Hanaq pampa (Hp)

Es un suelo superficial con textura franca a franco arenosa, de estructura de granular muy fina a fina, de color marrón muy pálido (10YR 7/4 a 10YR 8/4). Presentan pedregosidad superficial de clase ligeramente pedregoso, de consistencia suave a ligeramente dura en seco, con una proporción de fragmentos rocosos muy pocos, principalmente grava media de forma redondeada planar. La permeabilidad es moderada a moderadamente rápida y el drenaje es bueno. No presentan raíces en el perfil. Presentan un grado muy ligero de erosión hídrica.

Presenta una reacción neutra (pH: 6.82 a 6.87), muy fuertemente salino (108.70 a 177.10 dS/m) y sin presencia de carbonatos (0.0 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0.07 %), el nivel de fósforo disponible es alto (39.2 a 43.6 ppm) y el nivel de potasio disponible (1650 a 902) es alto. La CIC efectiva es baja (8.64 a 5.12 meq/100 g) debido a la escasa presencia de los coloides arcilla y humus, el calcio (3.36 meq/100 g) es el catión que muestran las mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico. El PSB representa el 100 % de la CIC efectiva. El riesgo de sodificación es bajo (RAS menor a 10) y el porcentaje de sodio intercambiable es medio (10.64%), lo que le asigna una clasificación de suelo salino. La fertilidad natural del suelo en la capa arable es baja.

- **Consociación Olivo**

Pertenece al subgrupo *Anthropic Torriorthents*. Presenta un perfil con horizontes tipos A-B, evidencia un epipedón antrópico de diagnóstico. Esta consociación agrupa a los suelos originados a partir de depósitos fluviales, con pendientes entre 0 % y 4 %, y con relieves plano a ligeramente inclinado. El régimen de temperatura es isotérmico y el de humedad es árido (tórrico). En el mapa de suelos se presenta en fase por pendiente A.

Suelo Olivo (O)

Es un suelo moderadamente profundo con textura franco-arenosa, de estructura prismática de tamaño fino de grado fuerte; color marrón grisáceo (10YR 5/2) en superficie a marrón (10YR 4/3) en profundidad. Presentan pedregosidad superficial de clase libre, de consistencia friable en húmedo, ligeramente adhesivo y plástico, sin fragmentos rocosos en todo el perfil. La permeabilidad es moderadamente rápida y el drenaje es bueno. Presenta raíces finas y muy finas con abundancia de tipo común en el perfil. Presentan un grado muy ligero de erosión hídrica.

Presenta una reacción neutra a ligeramente alcalina (pH: 7.76) en superficie a moderadamente alcalina en profundidad (pH: 8.14), fuertemente salino a ligeramente salino (9.83 a 2.69 dS/m) y con baja a media presencia de carbonatos (0.86 a 1.43 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0.21 %), el nivel de fósforo disponible es alto a bajo (19.5 a 3.7 ppm) y el nivel de potasio disponible (485 a 202 ppm) es alto a medio. La CIC efectiva es baja a media (9.60 a 10.40 meq/100 g) debido a la baja presencia de los coloides arcilla y humus, el calcio (7.77 meq/100 g) es el catión que muestran las mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico. El PSB representa el 100 % de la CIC efectiva. El riesgo de sodificación es bajo (RAS menor a 10) y el porcentaje de sodio intercambiable es 2.68 %, lo que le asigna una clasificación de suelo salino. La fertilidad natural del suelo en la capa arable es baja.

- **Consociación Osmore**

Pertenece al subgrupo *Typic Torripsamments* presenta un perfil con horizontes tipos A-C, sin horizonte de diagnóstico. Esta consociación agrupa a los suelos originados a partir de depósitos fluviales, con pendientes entre 8 % y 15 %, y con relieves fuertemente inclinados. El régimen de temperatura es isotérmico y el de humedad es árido (tórrico). En el mapa de suelos se presenta en fase por pendiente C.

Suelo Osmore (Os)

Es un suelo superficial con textura franco-arenosa, de estructura migajosa de tamaño fino de grado débil; color marrón grisáceo oscuro (10YR 4/2) en superficie a marrón grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en profundidad. Presentan pedregosidad superficial de clase muy pedregoso, de consistencia suelta en húmedo, no adherente y no plástica, con abundantes fragmentos rocosos en todo el perfil, principalmente guijarros de forma subangular esferoidal. La permeabilidad es muy rápida y el drenaje es excesivo. Presenta poca cantidad de raíces finas en el perfil. Presentan un grado muy ligero de erosión hídrica.

Presenta una reacción ligeramente alcalina (pH: 7.71) en superficie a moderadamente alcalina en profundidad (pH: 8.31), moderadamente salino a muy ligeramente salino (5.21 a 0.52 dS/m) y con baja presencia de carbonatos (< 0.67 %). El nivel de materia orgánica es bajo (0.03 %), el nivel de fósforo disponible es bajo (2.5 ppm) y el nivel de potasio disponible (89 ppm) es bajo. La CIC efectiva es muy baja (4.48 a 4.00 meq/100 g) debido a la baja presencia de los coloides arcilla y humus, el calcio (3.04 meq/100 g) es el catión que muestran las mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico. El PSB representa el 100 % de la CIC efectiva. El riesgo de sodificación es bajo (RAS menor a 10) y el porcentaje de sodio intercambiable es 4.85 %, lo que le asigna una clasificación de suelo salino. La fertilidad natural del suelo en la capa arable es baja.

- **Consociación Pampa del palo**

Pertenece al subgrupo *Typic fragiudepts*. Presenta un perfil con horizonte tipo B, evidencia un horizonte de diagnóstico denominado fragipan. Esta consociación agrupa a los suelos originados a partir de depósitos aluviales, con pendientes entre 0 % y 15 %, y con relieves plano a fuertemente inclinados. El régimen de temperatura es isotérmico y el de humedad es arídico (tórrico). En el mapa de suelos se presenta en fase por pendiente A, B y C.

Suelo Pampa del palo (Pp)

Es un suelo moderadamente profundo con textura franco-arenosa, de estructura granular de tamaño fino a medio y de grado moderado; color marrón (7.5YR 5/4) en superficie a gris claro (2.5YR 7/2) en profundidad. Presentan pedregosidad superficial de clase ligeramente pedregoso, de consistencia dura en seco, con pocos fragmentos rocosos en todo el perfil, principalmente grava gruesa de forma subangular esferoidal. La permeabilidad es moderadamente rápida a rápida y el drenaje es bueno a excesivo. No presentan raíces en el perfil. Presentan un grado muy ligero de erosión hídrica.

Presenta una reacción moderadamente ácida (pH: 5.56) en superficie a neutro en profundidad (pH: 7.12), fuertemente salino (37.43 a 54.38 dS/m); sin presencia de carbonatos. El nivel de materia orgánica es bajo (0.07 %), el nivel de fósforo disponible es medio a bajo (10.5 a 2.5 ppm) y el nivel de potasio disponible (724 a 926 ppm) es alto. La CIC efectiva es baja (5.60 meq/100 g) debido a la baja presencia de los coloides arcilla y humus, el calcio (2.94 meq/100 g) es el catión que muestran las mayores concentraciones en el complejo arcillo-húmico. El PSB presenta valores de 97.32 % a 100 % de la CIC efectiva. El riesgo de sodificación es bajo (RAS menor a 10) y el porcentaje de sodio intercambiable es 8.39 %, lo que le asigna una clasificación de suelo salino. La fertilidad natural del suelo en la capa arable es baja.

- **Áreas misceláneas**

Misceláneo cárcava

Corresponden a las áreas fuertemente erosionadas en forma de cárcavas muy profundas, debido

a los aportes de aguas (torrenteras); en el área de estudio se presentan con fases por pendiente de D, E y F.

Misceláneo eólico

Está conformado por áreas constituidas por acumulaciones de arenas finas y medias, con restos degradados de las rocas intrusivas adyacentes; en el área de estudio se presentan con fases por pendiente de A, B y C.

Misceláneo erosional

Corresponden a las laderas de montañas y colinas dentro del área de estudio que presentan evidencia de erosión y que no presentan una profundidad para ser designado como suelo; en el área de estudio se presentan con fases por pendiente de B, C, D, E y F.

Misceláneo lecho de río

Comprende al lecho de río de la quebrada Osmore, el cual cruza el área de estudio en el sector sureste.

4.1.7.4 Capacidad de uso mayor de tierras

La capacidad de uso mayor de tierras se define como la aptitud natural que presentan en función a la producción agropecuaria o forestal, es determinada mediante la interpretación cuantitativa de las características edáficas, climáticas (zonas de vida) y de relieve, los que intervienen en forma conjugada. Se consideran tierras a todas las unidades cartográficas de suelos, incluyendo las áreas misceláneas. Para la interpretación y definición de las unidades de tierra por su capacidad de uso mayor se utilizó el Reglamento de Clasificación de Tierras (D.S. N.º 0017-2009-AG), ver Cuadro 4.1-34.

Cuadro 4.1-34 Esquema de clasificación por capacidad de uso mayor de la tierra

Grupos de Uso Mayor	Clase (calidad agrologica)	Subclase (limitaciones o deficiencias)
Tierras para cultivos en limpio (A)	Alta (A1)	No hay limitaciones
	Media (A2)	Se presentan una o más de las siguientes limitaciones o deficiencias:
	Baja (A3)	
Tierras para cultivos permanentes (C)	Alta (C1)	
	Media (C2)	
	Baja (C3)	suelos (s)
Tierras para pastos (P)	Alta (P1)	drenaje (w)
	Media (P2)	erosión (e)
	Baja (P3)	clima (c)
Tierras para forestales de producción (F)	Alta (F1)	salinidad (l)
	Media (F2)	inundación (i)
	Baja (F3)	
Tierras de protección (X)		

Fuente: D.S. N.º 017-2009-AG.

4.1.7.5 Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor

En el área de estudio se identificó dos grupos de capacidad de uso mayor de tierras, el primero de ellos son las tierras aptas para cultivos en limpio y el segundo de ellos son las tierras de protección de protección (X); el Cuadro 4.1-35, presenta las unidades cartográficas determinadas conforme a la normativa vigente, indicando sus respectivas características, las cuales se representan en el Mapa de Capacidad de Uso Mayor de Tierras del área de estudio (ver Anexo 4.1.4 Mapa LBF-07).

Cuadro 4.1-35 Unidades de tierra por su capacidad de uso mayor

Capacidad de Uso Mayor			Descripción	Unidades cartográficas de suelo asociadas	Simbología
Grupo	Clase	Subclase			
A	3	slwic	Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agroecológica baja y limitación por suelo, sales, drenaje, inundación y clima	Osmore	A3slwic
		slic	Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agroecológica baja y limitación por suelo, sales, inundación y clima	Olivo	A3slic
X	-	sl	Tierras de protección con limitación por suelo y sales	Hanaq pampa, Honda y Pampa del palo	Xsl
		sle	Tierras de protección con limitaciones por suelo, sales y topografía.	Guaneros y Hanaq pampa	Xsle
Otras Áreas					
Misceláneo cárcava					X-ca
Misceláneo eólico					X-eo
Misceláneo erosional					X-er
Misceláneo lecho de río					X-Lr

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.7.6 Descripción de las unidades de tierra por su capacidad de uso mayor de tierras

- **Tierras aptas para cultivos en limpio (A)**

Incluye las tierras que son aptas para cultivos en limpio, ya sea de forma perenne o estacional, así como para el desarrollo de pastos para su uso en actividades pecuarias.

- Subclase A3slwic

Estas tierras presentan limitaciones del orden edáfico, como pH alcalinos, nutrientes, salinidad, drenaje excesivo, baja fertilidad, abundantes fragmentos rocosos en todo el perfil y eventos de inundaciones estacionales debido a la cercanía a quebradas permanentes o secas (pueden activarse ante un evento extremo de precipitación). Se incluye a la consociación Osmore.

Lineamiento de Manejo y Uso: Para su uso se debería retirar los fragmentos rocosos en el perfil para permitir el mejor desarrollo de las raíces de los cultivos a implementar, así como el aporte de materia orgánica y nutrientes mediante abonos y/o fertilizantes. Los cultivos que podrían incluirse en esta subclase son estacionales o de corto periodo vegetativo.

- Subclase A3slic

Estas tierras presentan limitaciones del orden edáfico, como pH alcalinos, nutrientes, salinidad, baja fertilidad y eventos de inundaciones estacionales debido a la cercanía a quebradas permanentes o secas (pueden activarse ante un evento extremo de precipitación). Se incluye a la consociación Olivo.

Lineamiento de Manejo y Uso: Para su uso se requiere del aporte de materia orgánica y nutrientes mediante abonos y/o fertilizantes. Los cultivos que podrían incluirse en esta subclase son perennes y/o estacionales.

- **Tierras de protección (X)**

Incluye las tierras que por su condición no son aptas para el desarrollo de actividades agrícolas, desarrollo de pastos para su uso en actividades pecuarias y/o actividad forestal.

- Subclase Xsl

Estas tierras presentan limitaciones del orden edáfico, contenido de materia orgánica, salinidad y baja fertilidad. Se incluye a la consociación Hanaq pampa, Honda y Pampa del palo.

Lineamiento de Manejo y Uso: Las tierras estarían destinadas para actividades recreativas, turismo, científico, explotación de mineral, de acuerdo su importancia económica y que contribuyen al beneficio del Estado, social y privado. Para su uso se debería realizar el aporte de materia orgánica y nutrientes mediante abonos y/o fertilizantes, así como el lavado y el drenaje que puede ser de tipo artificial debido a la pendiente. Se podría incluir una rotación de cultivos como medida de manejo de suelos.

- Subclase Xsle

Estas tierras presentan limitaciones del orden edáfico, contenido de materia orgánica, salinidad y baja fertilidad y topografía (pendiente). Se incluye a la consociación Guaneros y Hanaq pampa.

Lineamiento de Manejo y Uso: Las tierras estarían destinadas para actividades recreativas, turismo, científico, explotación de mineral, de acuerdo su importancia económica y que contribuyen

- **Otras áreas**

Representa a las áreas misceláneas identificadas en la descripción de los suelos.

4.1.8 Uso actual de tierras

El uso actual de la tierra expresa el uso que se le da a la tierra en el momento en que esta es evaluada, cabe señalar que la clasificación se basó en los lineamientos establecidos por el Sistema de Clasificación de Uso de Tierras propuesto por la Unión Geográfica Internacional (UGI), la cual contiene nueve (9) clases, tal como se muestra en el Cuadro 4.1-36.

Cuadro 4.1-36 Clasificación de uso actual de tierras

Clase	Descripción
1	Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas Centros poblados Instalaciones de gobierno y/o privadas (carreteras, granjas, canales, establos, huacas)
2	Terrenos con hortalizas
3	Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes
4	Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)
5	Zonas de praderas naturales
6	Áreas naturales
7	Terrenos con bosques
8	Terrenos pantanosos y/o cenagosos
9	Terrenos sin uso y/o improductivos: - Tierras en barbecho (preparación o descanso temporal) - Terrenos agrícolas sin uso (actualmente abandonados) - Terrenos de litoral, caja de río - Áreas sin uso no clasificadas

Fuente: Unión Geográfica Internacional (UGI)

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.8.1 Clasificación de uso actual de tierras

En referencia a la clasificación de la UGI, la información obtenida fue agrupada en dos (2) categorías de uso de la tierra, dentro de las cuales se ha determinado cuatro (4) subcategorías; de acuerdo con la predominancia de los componentes dentro de la unidad identificada en el área de estudio. (ver Mapa LBF-08: Mapa de Uso Actual de Tierras, Anexo 4.1.4).

Cabe resaltar que este sistema es bastante flexible y permite incorporar caracterizaciones específicas referidas a las particularidades de cada área. A continuación, se presenta el Cuadro 4.1-37, con las unidades de uso de la tierra identificadas en el área de estudio.

Cuadro 4.1-37 Clasificación de uso actual de tierras

Categoría	Subcategoría	Unidad cartográfica de suelo asociada	Simbología
Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes	Terrenos con cultivos perennes: olivo	Olivo	Tc-Ol
Áreas sin uso o improductivas	Tierras sin uso	Hanaq pampa, Guaneros, Pampa del palo, Honda, Osmore	T-Su
	Tierras sin uso y degradadas	Misceláneos: erosional, eólico y cárcava	T-Sud
	Terrenos de litoral: lecho de río	Misceláneo lecho de río	T-Lr

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.8.2 Terrenos con huertos de frutas y otros cultivos perennes

Terrenos con cultivos perennes: Olivo

Esta área corresponde a las áreas ocupadas cultivos de olivos se emplazan en el sector sur este del área de estudio (ver Fotografía 4.1-4).

Fotografía 4.1-4 Terrenos con cultivos perennes: olivo


Fuente: Trabajo de campo, realizado en octubre de 2020.
 Elaboración: JCI, 2021..

4.1.8.3 Áreas sin uso o improductivas

Tierras sin uso

Está conformado por áreas que no presentan uso alguno, en estas se proyectará la ubicación de las instalaciones de los paneles solares del proyecto Hanaq Pampa; por lo que, ocupan la mayor extensión del área de estudio (ver Fotografía 4.1-5).

Fotografía 4.1-5 Tierras sin uso



Fuente: Trabajo de campo, realizado en octubre de 2020.
Elaboración: JCI, 2021.

Tierras sin uso y degradadas

Engloba áreas sin uso y que presentan evidencia de degradación, comprende a las unidades misceláneas de cárcavas, eólico, erosional (ver Fotografía 4.1-6).

Fotografía 4.1-6 Tierras sin uso y degradadas: misceláneo eólico



Fuente: Trabajo de campo, realizado en octubre de 2020.
Elaboración: JCI, 2021.

Tierras de litoral: Lecho de río

Comprende al lecho de río de la quebrada Osmore, el cual cruza el área de estudio en el sector sureste (ver Fotografía 4.1-7).

Fotografía 4.1-7 Tierras de litoral: lecho de río



Elaboración: JCI, 2021.

4.1.9 Calidad de suelos

La presente evaluación se basó en los resultados obtenidos en los análisis realizados por el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. (octubre, 2020), estos muestreos fueron supervisados por JCI, durante la recolección de la muestra de suelo a analizar. La acreditación del laboratorio, así como su alcance se presenta en el Anexo 4.1.2.6.

4.1.9.1 Metodología

La evaluación de la calidad de suelos se realizó mediante la comparación de los resultados obtenidos en el muestreo de suelos con los valores establecidos en los “Estándares de Calidad Ambiental para Suelo” (MINAM, 2017), denominados en adelante como ECA Suelo; el cual fue aprobado mediante Decreto Supremo (D.S.) N.º 011-2017-MINAM.

Los métodos de ensayo utilizados por los laboratorios se presentan en el Cuadro 4.1-38.

Cuadro 4.1-38 Método de ensayo

Tipo de ensayo	Norma de referencia	Título
Cianuro libre	EPA Method 9013A-Rev.2 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN F, 23 rd Ed.	Cyanide extraction procedure for solids and oils / Cyanide - Selective Electrode Method
Cromo hexavalente	EPA Method 3060 Rev.1 / EPA Method 7196 Rev.1	Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / Chromium, Hexavalent (Colorimetric)
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 1 (C6 – C10)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 2 (C10 – C28)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Hidrocarburos Totales de Petróleo Fracción 3 (C28-C40)	EPA METHOD 8015C Rev. 03 2007	Nonhalogenated Organics by Gas Chromatography
Mercurio	EPA Method 7471 B Rev.2 2007	Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)
Hidrocarburo Aromáticos Policíclicos	EPA Method 8270 E, Rev 6, junio 2018	Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS)
Bifenilos Policlorados PCBb (como congeneres)	EPA Method 8082 A 2007	Polychlorinated Biphenyls (PCBs) by Gas Chromatography
Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)	EPA Method 8260 D Rev. 04 2017	Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)
Metales Totales	EPA Method 3050B - Rev.2 / EPA Method 200.7 - Rev. 4.4	Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Solis / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

"EPA" : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

¹: Ensayo acreditado por INACAL-DA

²: Ensayo acreditado por IAS

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.9.2 Estaciones de muestreo

Para la evaluación de la calidad de suelo, se ha considerado siete (7) puntos de muestreo, tal como se observa en el Cuadro 4.1-39. En el Anexo 4.1.4, se adjunta el Mapa LBF-09, en el cual se representa gráficamente la ubicación de las estaciones de muestreo; y la identificación de cada uno de ellos se presenta en las respectivas fichas técnicas (Anexo 4.1.2).

Cuadro 4.1-39 Estaciones de muestreo de calidad de suelo

Estación de muestreo	Descripción	Coordenadas WGS 84 Zona 19 Sur		Altitud (m s. n. m.)
		Este	Norte	
Sue-01	Ubicado al sur de la subestación proyectada y entre los paneles solares, aproximadamente a 200 m, en el sector sur del área de estudio	262 484	8 065 714	1276
Sue-02	Ubicado al sureste del área de estudio, aproximadamente a 2 km de la subestación proyectada	262 918	8 063 949	1240
Sue-03	Ubicado al sureste del área de estudio, aproximadamente a 6 km de la subestación proyectada.	265 470	8 060 538	989
Sue-04	Ubicado a la margen izquierda de la Qda. Guaneros, aproximadamente a 80 metros.	267 057	8 058 825	306
Sue-05	Ubicado a la margen izquierda del río Osmore, aproximadamente a 300 metros.	268 165	8 057 675	372
Sue-06	Ubicado al norte de la torre de la Línea de Tensión 500 kV ILO – S.E. Montalvo	271 798	8 053 609	738
Sue-07	Ubicado entre los paneles solares y el campamento proyectado, en el sector este del área de estudio.	260 427	8 067 878	1295

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.9.3 Evaluación de la calidad de suelo

En el Cuadro 4.1-40 se presenta los resultados de los análisis realizados a las muestras recolectadas durante el muestreo de suelos llevado a cabo en octubre de 2020, además en el Anexo 4.1.2, se adjunta los informes de ensayo emitidos por los laboratorios que realizaron dichos análisis.

Cuadro 4.1-40 Estaciones de muestreo de calidad de suelo

Ensayo	Unidad	ECA-Suelo D.S. N° 011-2017-MINAM	Uso de suelo: Suelo industrial / Extractivo						
			Resultados						
			Sue-01	Sue-02	Sue-03	Sue-04	Sue-05	Sue-06	Sue-07
Arsénico	mg/kg MS	140	18.03	23.50	85.23	10.66	97.52	16.38	21.83
Bario total	mg/kg MS	2000	136.35	84.92	62.92	81.1	61.47	18.42	81.12
Cadmio	mg/kg MS	22	2.77	3.34	8.17	6.06	5.66	0.93	1.52
Cromo	mg/kg MS	1000	12.35	13.46	7.22	25.67	25.81	13.37	7.48
Mercurio	mg/kg MS	24	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Plomo ¹	mg/kg MS	800	9.09	13.60	8.54	6.74	8.35	< 3.0	4.46
Cromo Hexavalente	mg/kg MS	1.4	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
Benzo (a) pireno	mg/kg MS	0.7	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Cianuro Libre	mg/kg MS	8	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Hidrocarburos Totales de Petróleo - Fracción 1 (C6 - C10)	mg/kg MS	500	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Hidrocarburos Totales de Petróleo - Fracción 2 (C10 < 10a C28)	mg/kg MS	5000	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0
Hidrocarburos Totales de Petróleo - Fracción 3 (C28 a C40)	mg/kg MS	6000	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0
Bifenilos Policlorados ^{2 (*)}	mg/kg MS	33	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Tetracloroetileno	mg/kg MS	0.5	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
Tricloroetileno	mg/kg MS	0.01	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
Benceno	mg/kg MS	0.03	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
Tolueno	mg/kg MS	0.37	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
Etilbenceno	mg/kg MS	0.082	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
Xilenos	mg/kg MS	11	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010
Naftaleno	mg/kg MS	22	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010	< 0.0010

Elaboración: JCI, 2021.

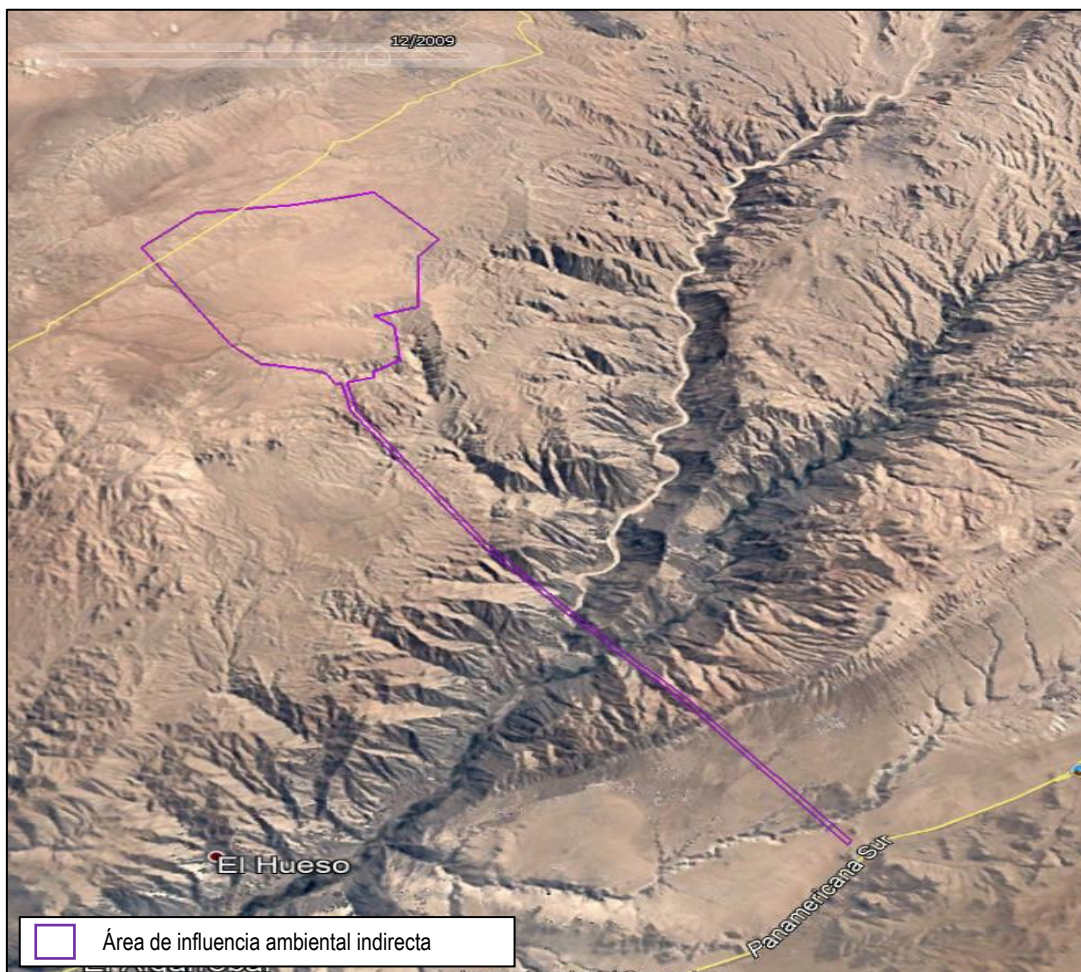
Todos los parámetros evaluados en el Cuadro 4.1-41 cumplen con el ECA Suelo D.S. N.º 011-2017-MINAM, categoría de uso de suelo agrícola, ya que se encuentran por debajo de los valores establecidos en la normativa ambiental de comparación.

4.1.9.4 Evaluación acorde al D.S. N.º 012-2017-MINAM

Previo a la etapa de campo, realizada en octubre de 2020, se realizó una evaluación histórica mediante imágenes satelitales provenientes del software Google Earth, para ello, se consideraron las siguientes fechas:

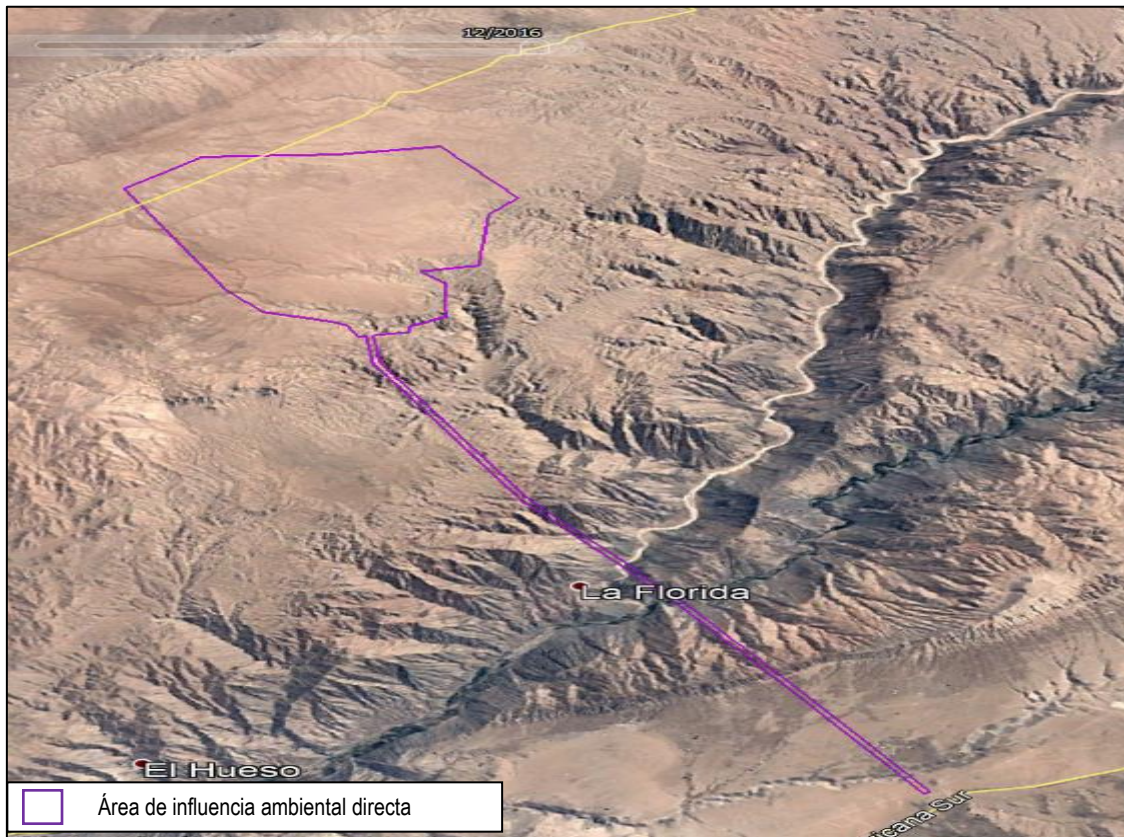
- Diciembre de 2009 se evidencio que sobre y circundante al área de estudio no se evidenciaron componentes existentes (ver Fotografía 4.1-8); y
- Diciembre de 2016, de igual manera a la anterior fotografía no se apreció la existencia de componentes tanto dentro como fuera del área de estudio (ver Fotografía 4.1-9).
- Agosto de 2020: se visualiza el extremo sureste del área de estudio, en donde se aprecia las líneas de transmisión existentes (ver Fotografía 4.1-10).
- Abril de 2020: se visualiza el extremo noroeste del área de estudio, en donde no se aprecian componentes existentes (ver Fotografía 4.1-11).

Fotografía 4.1-8 Vista aérea del área de estudio (diciembre de 2009)



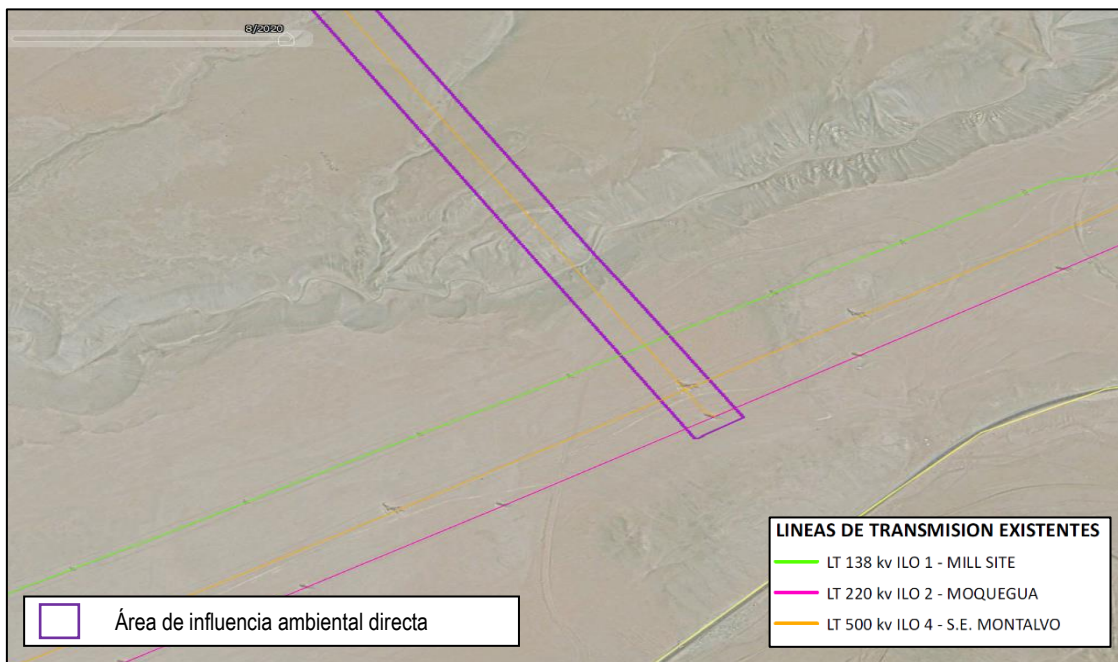
Elaboración: JCI, 2021.

Fotografía 4.1-9 Vista aérea del área de estudio (diciembre de 2016)



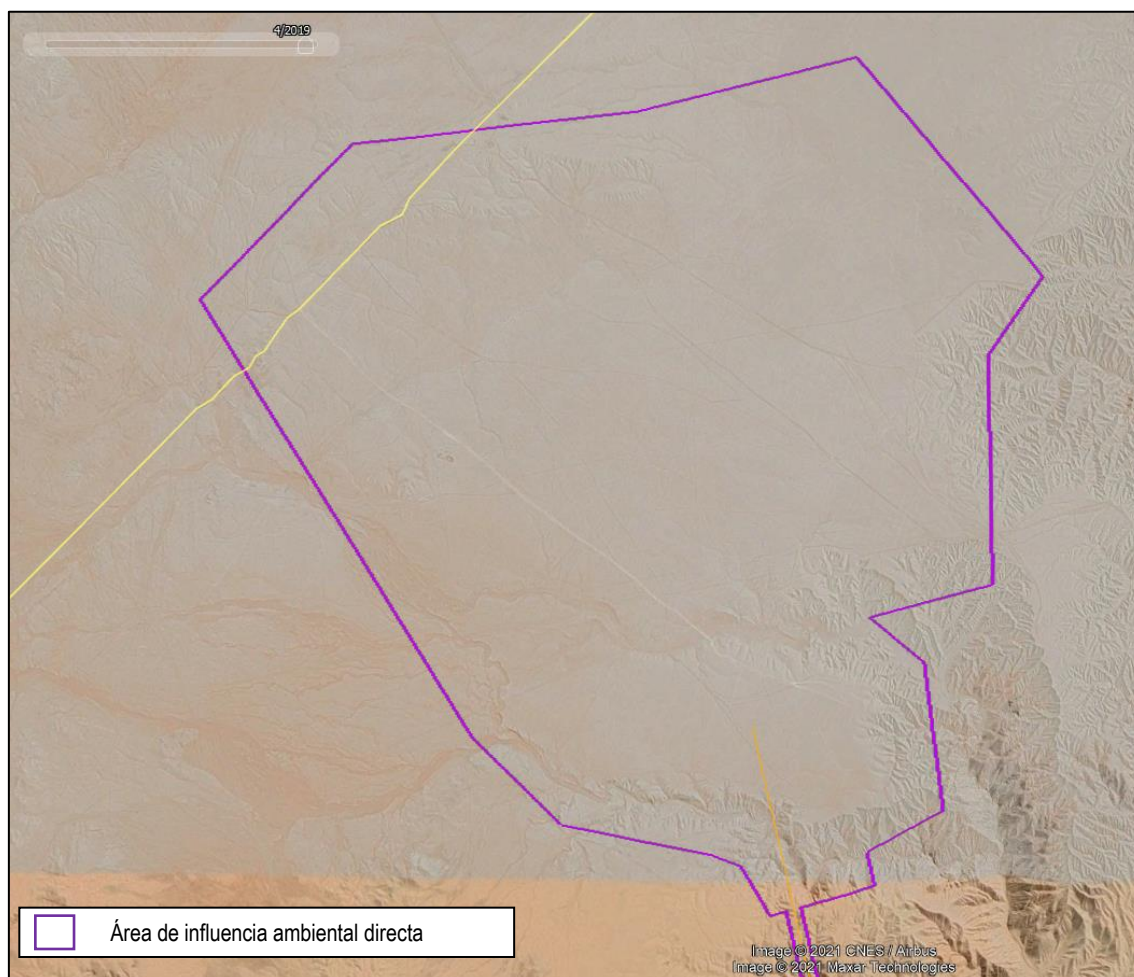
Elaboración: JCI, 2021.

Fotografía 4.1-10 Vista aérea del extremo sureste del área de estudio (agosto de 2020)



Elaboración: JCI, 2021.

Fotografía 4.1-11 Vista aérea del extremo noroeste del área de estudio (abril de 2020)



Elaboración: JCI, 2021.

Como se aprecia en el registro fotográfico anterior, el área de estudio no presenta componentes, salvo las líneas de transmisión existentes (sector sureste del área de estudio). Bajo esta premisa se realizó una evaluación preliminar (histórica) en el área de estudio.

En este sentido, en la campaña de campo, el muestreo de calidad de suelos se orientó a áreas de posible afectación en toda el área de estudio (componentes proyectados), dentro de los reportes de laboratorio, se visualizó que la totalidad de los parámetros analizados se encuentran por debajo de los valores fijados en el Estándar de calidad ambiental de suelos (D.S. N.º 011-2017-MINAM). Además, se indica que las áreas en donde se emplazarán los componentes corresponden a tierras de protección (ítem 4.1.7.5).

Como se indicó líneas arriba, no correspondería realizar un muestreo de identificación de sitios contaminados (fase de identificación) y por ello, se descarta su presencia acorde a lo establecido en el D.S. N.º 012-2017-MINAM.

4.1.10 Hidrología

La caracterización hidrográfica e hidrológica está dirigida a tener referencias sobre el comportamiento de las variables hidrológicas de los cuerpos de agua superficiales que existen dentro del área de estudio; esta comprende el análisis a nivel local a través de Sistemas de

Información Geográfica (SIG) y el análisis de información secundaria (estudios hidrológicos, IGAs), a lo que se le suma la información proporcionada por la autoridad competente.

El área de estudio se ubica en la región hidrográfica del Pacífico, precisamente sobre la unidad hidrográfica mayor denominada Cuenca Ilo-Moquegua, a la cuál la Autoridad Nacional del Agua lo clasifica con la codificación UH 13172.

Las unidades hidrográficas menores que engloban al área de estudio son: Microcuenca Silencio, Intercuenca Guaneros, Intercuenca Bajo Guaneros, Intercuenca Bajo Ilo-Moquegua e Intercuenca Bajo Honda respectivamente. Su delimitación se realizó considerando la divisoria de aguas "*Divorsium aquarium*", mediante las curvas de nivel proporcionadas por el Instituto geográfico nacional (IGN) y complementándolo con modelos de elevación digital Alos Palsar (12.5 m), debido a la ausencia de información en el ámbito de estudio. Su representación cartográfica se detalla en el Mapa LBF-10: Mapa de Hidrografía local (ver Anexo 4.1-4).

4.1.10.1 Demarcación administrativa

La Cuenca Ilo-Moquegua se encuentra ubicada en la región hidrográfica del pacífico, perteneciente a la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) Caplina-Ocoña y en la jurisdicción de la Autoridad Local del Agua (ALA) Moquegua, aprobada mediante RJ N° 288-2016 ANA.

4.1.10.2 Cuenca Ilo-Moquegua

La Cuenca Ilo-Moquegua se ubica dentro del departamento de Moquegua y abarca las provincias de Ilo y Mariscal Nieto.

La Cuenca Ilo-Moquegua está ubicada entre las coordenadas UTM 19S:

- Norte: 326 246 E, 8 133 702 N
- Sur: 276 083 E, 8 043 362 N
- Este: 346 812 E, 8 114 298 N
- Oeste: 256 902 E, 8 070 581 N

La Cuenca Ilo-Moquegua está conformada por una extensión hidrográfica de 3406.5 km², junto con un perímetro total de 382.9 km, a su vez contando con una variación altitudinal que va desde los 37 m s. n. m. hasta los 5594 m s. n. m. En el Figura 4.1-3 se presentan los límites departamentales de la Cuenca Ilo-Moquegua.

Figura 4.1-3 Cuenca Ilo-Moquegua



Elaboración: JCI, 2021.

4.1.10.3 Delimitación hidrográfica del área de estudio

Fisiográficamente el área de estudio del presente se emplaza en el centroide que se encuentra en las coordenadas 263 667 Este y 8 064 500 Norte con una elevación desde los 284 msnm a los 1371 msnm, atravesando a su vez las unidades hidrográficas menores, las cuales son objetivo de la caracterización morfométrica.

Con la finalidad de definir y evaluar el comportamiento de cada unidad hidrográfica detallada, se prosiguió con la delimitación de cuencas utilizando ArcGIS y la herramienta ArcHydro, las cuales delimita las áreas hidrográficas tomando como base el Modelo de Elevación Digital (DEM).

El área de interés hidrológico, materia de investigación cuenta con una extensión aproximada de 210 km², a su vez con un perímetro total de 172.4 km y un desnivel altitudinal de 1 136 msnm, siendo delimitada a nivel distrital por (ver Figura 4.1-4):

- Por el Norte: limita con el distrito de Moquegua.
- Por el Oeste: limita con el distrito de Pacocha.
- Por el Sur: limita con el distrito de Ilo.
- Por el Este: limita con el distrito de Moquegua.

Figura 4.1-4 Delimitación hidrográfica



Elaboración: JCI, 2021.

4.1.10.4 Parámetros morfométricos

A continuación, se describen los criterios considerados para la delimitación (con sus parámetros morfométricos) y la selección de las unidades hidrográficas menores contenidas dentro de la cuenca; a la vez se realiza una descripción de la hidrografía local y sus parámetros morfométricos (tales como pendiente media, longitud del curso principal, entre otros).

El área de interés hidrológico ha sido subdividida en cinco (05) microcuencas o unidades hidrográficas menores, siendo la morfometría la cual permite ahondar las características cuantitativas e hidrográficas, las cuales están dirigidas a analizar los parámetros relacionados a la forma, relieve y drenaje. La morfometría ejerce influencia en la escorrentía, recarga y la formación de lagunas, obedeciendo a la configuración topográfica y la acción de la velocidad del flujo. A continuación, se describen los parámetros morfométricos de las unidades delimitadas (ver Anexo 4.1-4, Mapa LBF-10: Mapa de Hidrografía local).

4.1.10.4.1 Microcuenca Silencio

La Microcuenca Silencio, geográficamente está comprendida en el centroide UTM (Datum WGS 84-Zona 19S) con coordenadas 261 874 Este y 8 065 240 Norte; altitudinalmente varía entre los 400 y 1409 msnm. Es una microcuenca ligeramente ensanchada, en la parte alta limita con la unidad hidrográfica menor N°13174 y en la parte baja limita e intercepta con el río Guaneros. Cuenta con una longitud de curso principal de 10.2 km.

La microcuenca, posee un área de 59.4 km², con un factor de forma de 0.6; mientras que el coeficiente de compacidad nos muestra un valor de 1.7 indicando una microcuenca oval oblonga a rectangular oblonga, siendo dependiente principalmente de las precipitaciones que se producen en su parte alta debido a su alto coeficiente orográfico, influyendo fuertemente en la generación

de caudales de tipo escorrentía; estas características le definen una tendencia media a concentrar mayores intensidades de lluvia, mientras que la relación de elongación (0.9) indican un relieve medio, con lo cual la morfología de esta cuenca intensifica las crecidas y tránsito de sedimentos en épocas de avenidas. Con respecto al relieve, posee un fuerte a moderado potencial erosivo, siendo la pendiente media del cauce de 9.9 % y la pendiente media de la cuenca de 34.4 % presentando un terreno escarpado. Por último, el valor de la extensión media de escurrimiento (0.1) hace referencia a que la lluvia recorre en promedio de 0.1 km antes de llegar a un curso de agua en su sistema de drenaje

En cuanto al régimen se denomina como permanente, poseyendo 112 ríos de primer orden, con una densidad de drenaje (2.0 km/km^2), indicando un drenaje de tipo moderado, distribuyéndose a nivel de ladera hasta llegar a su parte baja.

4.1.10.4.2 Intercuenca Guaneros

La Intercuenca Guaneros, geográficamente está comprendida en el centroide UTM (Datum WGS 84-Zona 19S) con coordenadas 267 392 Este y 8 067 530 Norte; altitudinalmente varía entre los 397 y 1364 msnm. Es una intercuenca ni alargada ni ensanchada, en la parte alta limita con la cuenca alta del río Guaneros y en la parte baja limita e intercepta con el río Silencio. Cuenta con una longitud de curso principal de 11.5 km; el factor forma es de 0.4, mientras que el coeficiente de compacidad da un valor de 1.6 indicando una intercuenca oval oblonga a rectangular oblonga, siendo dependiente principalmente de las precipitaciones que se producen en su parte alta debido a su alto coeficiente orográfico, influyendo fuertemente en la generación de caudales de tipo escorrentía.

La intercuenca posee un área de 52.1 km^2 , haciendo función a su forma oval oblonga, la cual presenta tendencia media a concentrar mayores intensidades de lluvia; mientras que la relación de elongación (0.7), indican un relieve medio, con lo cual la morfología de esta cuenca intensifica las crecidas y tránsito de sedimentos en épocas de avenidas. Con respecto al relieve, posee un fuerte moderado potencial erosivo, siendo la pendiente media del cauce de 8.4 % y la pendiente media de la cuenca de 31.5 % presentando un terreno escarpado. Por último, el valor de la extensión media de escurrimiento (0.1) hace referencia a que la lluvia recorre en promedio de 0.1 km antes de llegar a un curso de agua en su sistema de drenaje

En cuanto al régimen se denomina como permanente, poseyendo 86 ríos de primer orden, con una densidad de drenaje (1.8), indicando que el drenaje tiende a retenerse, predominando el flujo en ladera sobre el flujo en cauce con bajos volúmenes de escurrimiento

4.1.10.4.3 Intercuenca Bajo Guaneros

La intercuenca Bajo Guaneros, geográficamente está comprendida en el centroide UTM (Datum WGS 84-Zona 19S) con coordenadas 266 291 Este y 8 059 912 Norte; altitudinalmente varía entre los 280 y 1187 msnm. Es una intercuenca ni alargada ni ensanchada, en la parte alta limita con la intercuenca Guaneros y Microcuenca Silencio, mientras que en la parte baja forma la unidad hidrográfica menor medio bajo Ilo-Moquegua. Con respecto a los cursos de agua, cuenta con una longitud de curso principal de 5.2 km; el factor forma es de 0.4, mientras que el coeficiente de compacidad da un valor de 1.4 indicando una intercuenca oval redonda a oval oblonga, siendo dependiente principalmente de las precipitaciones que se producen en su parte alta debido a su alto coeficiente orográfico, influyendo fuertemente en la generación de caudales de tipo escorrentía.

La intercuenca posee un área de 12.03 km^2 , haciendo función a su forma redonda, la cual presenta

tendencia alta a concentrar mayores intensidades de lluvia; mientras que la relación de elongación (0.7), indica un relieve medio, con lo cual la morfología de esta cuenca intensifica las crecidas y tránsito de sedimentos en épocas de avenidas. Con respecto al relieve, posee un fuerte potencial erosivo, siendo la pendiente media del cauce de 17.4 % y la pendiente media de la cuenca de 50.6 % presentando un terreno muy escarpado. Por último, el valor de la extensión media de escurrimiento (0.2) hace referencia a que la lluvia recorre en promedio de 0.2 km antes de llegar a un curso de agua en su sistema de drenaje

En cuanto al régimen se denomina como semi permanente, poseyendo 22 ríos de primer orden, con una densidad de drenaje (1.6), indicando que el drenaje tiende a retenerse, predominando el flujo en ladera por sobre el flujo en cauce con bajos volúmenes de escurrimiento

4.1.10.4.4 Intercuenca Bajo Ilo-Moquegua

La Intercuenca Bajo Ilo-Moquegua, geográficamente está comprendida en el centroide UTM (Datum WGS 84-Zona 19S) con coordenadas 271 751 Este y 8 061 786 Norte; altitudinalmente varía entre los 274 y 1298 m.s.n.m. Es una intercuenca alargada, en la parte alta limita con la cuenca Ilo Moquegua y en la parte baja forma la unidad hidrográfica menor medio bajo Ilo-Moquegua al confluir con el río Guaneros. Con respecto a los cursos de agua, cuenta con una longitud de curso principal de 13.6 km, el factor forma es de 0.3, mientras que el coeficiente de compacidad da un valor de 1.4 indicando una intercuenca oval redonda a oval oblonga, siendo dependiente principalmente de las precipitaciones que se producen en su parte alta debido a su alto coeficiente orográfico, influyendo fuertemente en la generación de caudales de tipo escorrentía.

La intercuenca posee un área de 52.2 km², haciendo función a su forma oval oblonga, la cual presenta tendencia media a concentrar mayores intensidades de lluvia; mientras que la relación de elongación (0.6), indican un coeficiente orográfico medio. Con respecto al relieve, posee un mediano potencial erosivo, siendo la pendiente media del cauce de 7.6 % y la pendiente media de la cuenca de 27.8 % presentando un terreno escarpado. Por último, el valor de la extensión media de escurrimiento (0.1) hace referencia a que la lluvia recorre en promedio de 0.1 km antes de llegar a un curso de agua en su sistema de drenaje

En cuanto al régimen se denomina como permanente, poseyendo 86 ríos de primer orden, con una densidad de drenaje (1.8) indicando que el drenaje tiende a retenerse, predominando el flujo en ladera por sobre el flujo en cauce con bajos volúmenes de escurrimiento.

4.1.10.4.5 Intercuenca Bajo Honda

La intercuenca Bajo Honda, geográficamente está comprendida en el centroide UTM (Datum WGS 84-Zona 19S) con coordenadas 270 805 Este y 8 055 090 Norte; altitudinalmente varía entre los 332 y 1298 m s. n. m. Es una intercuenca alargada, en la parte alta limita con la cuenca Honda y en la parte baja forma la unidad hidrográfica menor bajo Ilo-Moquegua al confluir con el río Ilo. Con respecto a los cursos de agua, cuenta con una longitud de curso principal de 12.0 km, el factor forma es de 0.2, mientras que el coeficiente de compacidad da un valor de 1.6, indicando una intercuenca oval oblonga a rectangular oblonga, siendo dependiente principalmente de las precipitaciones que se producen en su parte alta debido a su alto coeficiente orográfico, influyendo fuertemente en la generación de caudales de tipo escorrentía.

La intercuenca posee un área de 35.1 km², haciendo función a su forma alargada oblonga, la cual presenta tendencia baja a concentrar mayores intensidades de lluvia; mientras que la relación de elongación (0.6), indican un coeficiente orográfico medio. Con respecto al relieve, posee un

mediano potencial erosivo, siendo la pendiente media del cauce de 8.1 % y la pendiente media de la cuenca de 38.8 % presentando un terreno escarpado. Por último, el valor de la extensión media de escurrimiento (0.1) hace referencia a que la lluvia recorre en promedio de 0.1 km antes de llegar a un curso de agua en su sistema de drenaje.

En cuanto al régimen se denomina como semi permanente, poseyendo 55 ríos de primer orden, con una densidad de drenaje (2.1) indicando que el drenaje de la microcuenca es de tipo moderado, distribuyéndose a nivel de ladera hasta llegar a su parte baja.

Cuadro 4.1-41 Parámetros morfométricos evaluados

Parámetros Fisiográficos	Unidad	Microcuenca Silencio	Intercuenca Guaneros	Intercuenca Bajo Guaneros	Intercuenca Bajo Ilo-Moquegua	Intercuenca Bajo Honda
Altitud máxima	m.s.n.m.	1409	1364	1187	1298	1298
Altitud mínima	m.s.n.m.	400	397	280	274	332
Desnivel altitudinal	m.s.n.m.	1009	967	907	1024	966
Parámetros de forma						
Área	km ²	59.4	52.1	12.0	52.2	35.1
Perímetro	Km	46.4	40.1	17.0	35.8	33.2
Factor de forma	Adim.	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2
Coefficiente de compacidad	Adim.	1.7	1.6	1.4	1.4	1.6
Ancho Medio	Km	5.8	4.5	2.3	3.8	2.9
Relación de elongación	Adim.	0.9	0.7	0.8	0.6	0.6
Parámetros de relieve						
Altitud media	m.s.n.m.	1246.2	988.5	757.3	837.7	811.5
Pendiente media del cauce	m/m.	9.9	8.4	17.4	7.5	8.1
Pendiente media de la cuenca	m/m.	34.4	31.6	50.6	27.9	38.7
Rectángulo equivalente	L km	20.3	17.0	6.7	14.2	14.1
	I km	2.9	3.1	1.8	3.7	2.5
Parámetros lineales						
Extensión media de escurrimiento superficial	Km	0.12	0.1	0.2	0.1	0.1
Longitud del río más largo	Km	10.2	11.5	5.2	13.6	12.0

Cuadro 4.1-41 Parámetros morfométricos evaluados

Parámetros Fisiográficos	Unidad	Microcuenca Silencio	Intercuenca Guaneros	Intercuenca Bajo Guaneros	Intercuenca Bajo Ilo-Moquegua	Intercuenca Bajo Honda
Longitud total de ríos	Km	121.9	91.6	19.3	94.0	74.7
Total de ríos	Adim.	201	138	31	135	88
Ríos de primer orden	Adim.	112	86	22	83	55
Densidad de drenaje	km/km ²	2.1	1.8	1.6	1.8	2.1
Frecuencia de ríos	ríos/km ²	3.4	2.6	2.6	2.6	2.5
Coefficiente de torrencialidad	ríos/km ²	1.9	1.7	1.8	1.6	1.6

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.11 Calidad de agua superficial

La caracterización de la calidad de agua superficial del proyecto “Hanaq pampa”, está basada en la información recolecta en la campaña de campo en octubre de 2020. El área de estudio es interceptada por los siguientes cuerpos hídricos:

- La quebrada Guaneros, la cual no presenta flujo alguno, por ello se le denomina quebrada seca, y
- El río Osmore, que cuenta con flujo permanente durante todo el año.

La identificación y muestreo de calidad de agua se realizaron sobre estos recursos.

La descripción de la calidad de agua superficial del área de estudio se basó en los resultados reportados por el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L., el cual se encuentra debidamente acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (Inacal) (ver Anexo 4.1.2.6).

4.1.11.1 Metodología

La evaluación de la calidad de agua superficial se realizó mediante la comparación de los resultados obtenidos en el muestreo con los valores establecidos en los “Estándares de Calidad Ambiental para Agua”, denominados en adelante como ECA Agua; el cual fue aprobado mediante D.S. N.º 004-2017-MINAM.

Es necesario hacer mención que, de acuerdo con lo establecido en la Resolución Jefatural (R.J.) N.º 056-2018-ANA, denominada como “Clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales”, las estaciones de muestreo que se encuentran sobre el río Osmore y Quebrada Guaneros fueron evaluadas con la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, subcategoría D1: Riego de vegetales y D2: bebida de animales.

Los métodos de ensayo utilizados por los laboratorios se presentan en el Cuadro 4.1-42.

Cuadro 4.1-42 Métodos de ensayo

Tipo de ensayo	Norma de referencia
Mediciones in situ	
Conductividad eléctrica	SMEWW 2510B. 23 rd Ed. 2017
Oxígeno disuelto	EPA Method 360.1 (1971)
Potencial de hidrogeno (pH)	SMEWW 4500-H+ B. 23 rd Ed. 2017
Temperatura	SMEWW 2550 B. 23 rd Ed. 2017
Parámetros fisicoquímicos	
Aceites y grasas	PP-226 (BASED ASTM D7066-04) Rev.1 2017
Color	SMEWW 2120 C. 23 rd Ed. 2017
Demanda biológica de oxígeno (DBO ₅)	SMEWW 5210B. 23 rd Ed. 2017
Detergentes aniónicos	SMEWW 5540 C. 23 rd Ed. 2017
Demanda química de oxígeno (DQO)	SMEWW 5220D. 23 rd Ed. 2017
Aniones	
Bicarbonatos	SMEWW 2320 B. 23 rd Ed. 2017

Cuadro 4.1-42 Métodos de ensayo

Tipo de ensayo	Norma de referencia
Cianuros (WAD)	ASTM D4374-06. 2006
Cloruros	PE-2090 Rev.11 2019
Fluoruros	PE-2090 Rev.11 2019
Nitratos	PE-2090 Rev.11 2019
Nitritos	PE-2090 Rev.11 2019
Sulfatos	PE-2090 Rev.11 2019
Metales totales	
Metales ICP	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)
Microbiología	
Coliformes fecales	SMEWW 9221 B.2,3, E.1. 23rd Ed. 2017
<i>Escherichia coli</i>	SMEWW 9221 B.2,3, F.1. 23rd Ed. 2017
Huevos de helmintos	PP-301 Rev.1 2015
PCB	EPA Method 8082 A Rev. 1 (2007)
Fenoles	SMEWW 5530 B, C. 23 rd Ed. 2017

"EPA": U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

"SMEWW": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

Fuente: informe de ensayo IE-20-5617.

Elaboración: JCI, 2021.

4.1.11.2 Estaciones de muestreo

Para la evaluación de calidad de agua superficial se consideró dos (2) puntos de muestreo, los criterios de ubicación se detallan a continuación:

- Ubicación del proyecto e intercepción con el área de estudio.
- Tipo de fuente, de acuerdo con la base cartográfica del IGN.

En el Cuadro 4.1-43 se presentan las coordenadas de ubicación, mientras que en el Anexo 4.1.2 Calidad ambiental, se presentan los informes de ensayo y las fichas técnicas respectivas.

Cuadro 4.1-43 Ubicación de los puntos de muestreo de calidad de agua superficial

Estación de muestreo	Coordenadas UTM - WGS 84 Zona 19 Sur		Altitud m s. n. m.	Descripción
	Este	Norte		
Cag-01 ¹	266 971	8 058 993	306	Ubicado sobre la Qda. Guaneros (cuerpo lótico sin flujo), al sureste de la ubicación de los paneles solares proyectados.
Cag-02	267 970	8 057 950	265	Ubicado sobre el río Osmore, en el sector sureste del área de estudio.

¹La estación de muestreo Cag-01, no presenta flujo hídrico alguno.

Fuente: informe de ensayo IE-20-5617.

Elaboración: JCI, 2021.

Asimismo, en el Anexo 4.1.4: Mapas, se presenta el Mapa LBF-11: Mapa de ubicación de Estaciones de calidad de agua superficial.

4.1.11.3 Estándares de calidad ambiental de agua superficial

En el Cuadro 4.1-44 se presenta los parámetros considerados para la presente evaluación y los estándares de calidad ambiental (ECA).

Cuadro 4.1-44 Estándares de calidad ambiental de agua superficial

Parámetros	Unidad de medida	ECA Agua 2017-Categoría 3 D.S. N.º 004-2017-MINAM		
		D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Fisicoquímicos				
Aceites y grasas	mg/l	5		10
Cianuro wad	mg/l	0.1		0.1
Conductividad	(μS/cm)	2500		5000
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/l	15		15
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	40		40
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/l	≥ 4		≥ 5
Detergentes (SAAM)	mg/l	0.2		0.5
Fenoles	mg/l	0.002		0.01
Cianuros (CN)	mg/l	**		**
Nitratos (N)	mg/l	**		**
Nitritos (NO ₂ -N)		10		10
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 - 8.5		6.5 — 8.4
Sulfatos	mg/l	1000		1000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
Inorgánicos				
Aluminio	mg/l	5		5
Arsénico	mg/l	**		**
Bario	mg/l	0.7		-
Berilio	mg/l	0.1		0.1
Boro	mg/l	1		5
Cadmio	mg/l	0.01		0.05
Cobre	mg/l	0.2		0.5
Cobalto	mg/l	0.05		1

Cuadro 4.1-44 Estándares de calidad ambiental de agua superficial

Parámetros	Unidad de medida	ECA Agua 2017-Categoría 3 D.S. N.º 004-2017-MINAM		
		D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Cromo total	mg/l	0.1		1
Cromo hexavalente (Cr ⁺⁶)	mg/l	**		**
Hierro	mg/l	5		**
Litio	mg/l	2.5		2.5
Magnesio	mg/l	**		250
Manganeso	mg/l	0.2		0.2
Mercurio	mg/l	0.001		0.01
Níquel	mg/l	0.2		1
Plomo	mg/l	0.05		0.05
Selenio	mg/l	0.02		0.05
Zinc	mg/l	2		24
Microbiológicos				
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000
Coliformes totales	NMP/100 ml	1000	**	**
Enterococos fecales	NMP/100 ml	**	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1000	**	**
Huevos de helmintos	Huevo/l	1	1	**

**Sin valor fijado en el ECA Agua 2017
 Elaboración: JCI, 2021.

4.1.11.4 Evaluación de la calidad de agua superficial

En los cuadros 4.1-45, 4.1-46 y 4.1-47 se presenta los resultados de los análisis realizados a las muestras recolectadas durante el muestreo realizado en octubre del 2020.

Cuadro 4.1-45 Resultados del muestreo de calidad de agua superficial (parámetros fisicoquímicos)

Estación de monitoreo/ ECA Agua 2017 Categoría 3 D.S. N.º 004-2017- MINAM		Físicos-Químicos																	
		Q	pH	T	C.E.	O.D.	Color	A y G	DBO ₅	DQO	HCO ₃ ⁻	Cianuro wad	Fenoles	(NO ₃ ^{-N} + NO ₂ ^{-N}) ¹	NO ₂ ⁻	SO ₄ ⁻²	F ⁻	Cl ⁻	S.A.A.M.
		m³/s	Unidad de pH	°C	µS/cm	mg/l	UC	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
D1: Riego de vegetales	Agua para riego no restringido	**	6.5-8.5	Δ 3	2500	≥4	100 (a)	5	15	40	518	0.1	0.002	100	10	1000	1	500	0.2
	Agua para riego restringido																		
D2: Bebida de animales	Bebida de animales	**	6.5-8.4	Δ 3	5000	≥5	100 (a)	10	15	40	**	0.1	0.01	100	10	1000	**	**	0.5
Cag-01		S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
Cag-02		0.584	8.72	24.9	2164	8.0	<5	<0.48	<2.0	<5	112	<0.0125	<0.0010	6.34 ¹	<0.02	464.2	<0.08	340.3	<0.025

Q: caudal, pH: potencial de hidrogeno, T: temperatura, C.E.: conductividad eléctrica, O.D.: oxígeno disuelto, A y G: aceites y grasas, DBO₅: demanda biológica de oxígeno, DQO: demanda química de oxígeno, HCO₃⁻: Bicarbonatos, NO₃⁻: nitratos, NO₂⁻: nitritos, SO₄⁻²: sulfatos, F⁻: fluoruros, Cl⁻: cloruros y S.A.A.M.: Detergentes.
¹ en el ECA Agua categoría 3 se toma en cuenta el valor de la suma de los nitratos + nitritos, para este caso los valores reportados de nitritos son menores al valore del límite de detección, por ello se considera el mismo valor de nitrato reportado en el informe de ensayo para este parámetro.
** Sin valor fijado en el ECA Agua 2017 (Categoría 3).
S/F: sin flujo
Fuente: Informe de ensayo IE-20-5617
Elaboración: JCI, 2021.

Cuadro 4.1-46 Resultados del muestreo de calidad de agua superficial (parámetros orgánicos y plaguicidas)

Estación de monitoreo/ ECA Agua 2017 Categoría 3 D.S. N.º 004-2017-MINAM		Plaguicidas ¹											
		PCB ²	Paratión ³	Heptacloro + Heptacloro epóxido	Lindano	Clordano		Aldrin	Aldicarb	DDT	Dieldrin	Endosulfan	Endrin
						Trans	Cis						
						µg/l	µg/l						
D1: Riego de vegetales	Agua para riego no restringido	0.04	35	0.01	4	0.006		0.004	1	0.001	0.5	0.01	0.004
	Agua para riego restringido												
D2: Bebida de animales	Bebida de animales	0.045	35	0.03	4	7		0.7	11	30	0.5	0.01	0.2
Cag-01		S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
Cag-02		<0.000005	<0.000002	<0.000001	<0.000001	<0.000001	<0.000001	<0.000001	<0.00010	<0.000001	<0.000001	<0.000001	<0.000001

¹ los valores reportados de los plaguicidas se expresan en mg/l en el informe de ensayo, considerando el método de determinación; sin embargo, en el ECA Agua 2017 categoría 3, se presentan en ug/l, esta última unidad es mil (1000) veces menor que la primera (mg), por lo cual, su conversión sería un valor menor al expresado en la tabla, pero para efectos de mantener lo reportado por el método de ensayo usado en su determinación se optó por considerar las primeras unidades (mg).
² PCB: Bifenilos policlorados expresados como la suma de los Arocloros (1016, 1221,1232,1242, 1248, 1254 y1260); debido a que todos los compuestos de aroclor reportan valores por debajo del límite de cuantificación del método, se ha considerado un valor de <0.000005 para la suma de ellos.
S/F: sin flujo
Fuente: Informe de ensayo IE-20-5617
Elaboración: JCI, 2021.



Cuadro 4.1-47 Resultados del muestreo de calidad de agua superficial (parámetros inorgánicos y microbiológicos)

Estación de monitoreo/ ECA Agua 2017 Categoría 3 D.S. N.º 004-2017-MINAM		Inorgánicos (metales totales)																		Microbiológicos		
		Al	As	Ba	Be	B	Cd	Co	Cu	Cr	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Zn	Coliformes termotolerantes	Escherichia coli	Huevos de helmintos
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	NMP/100ml	NMP/100ml	huevos/l
D1: Riego de vegetales	Agua para riego no restringido	5	0.1	0.7	0.1	1	0.01	0.05	0.2	0.1	5	2.5	**	0.2	0.001	0.2	0.05	0.02	2	1000	1000	1
	Agua para riego restringido																			2000	**	1
D2: Bebida de animales	Bebida de animales	5	0.2	**	0.1	5	0.05	1	0.5	1	**	2.5	250	0.2	0.01	1	0.05	0.05	24	1000	**	**
Cag-01		S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
Cag-02		0.108	<0.002	0.1075	<0.0003	0.531	<0.0001	<0.002	<0.0003	<0.0002	0.070	0.0380	29.919	0.1467	<0.0001	<0.0003	<0.002	<0.001	<0.0001	2.0	<1.8	1

Al: aluminio, As: arsénico, Ba: bario, Be: berilio, b: boro, Cd: cadmio, Co: cobalto, Cu: cobre, Cr: cromo, Fe: hierro, Li: litio, Mg: magnesio, Mn: manganeso, Hg: mercurio, Ni: níquel, Pb: plomo, Se: selenio, Zn: zinc.
** Sin valor fijado en el ECA Agua 2017 (Categoría 3).
S/F: sin flujo
Fuente: Informe de ensayo IE-20-5617
Elaboración: JCI, 2021.

Evaluación de la calidad de agua superficial

Los resultados del muestreo de calidad de agua superficial muestran que los parámetros fisicoquímicos, orgánicos, plaguicidas, inorgánicos y microbiológicos medidos se encuentran por debajo de los límites establecidos en el ECA agua, categoría 3. A excepción del valor reportado de huevos de helmintos, el cual presenta un valor de 1 huevo/litro; este resultado probablemente pueda deberse a la presencia de equinos cerca a la quebrada (ver Fotografía 4.1-12). Asimismo, es importante señalar que no existen poblaciones cercanas al área de estudio, por lo que los valores registrados en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se encuentran por debajo de los límites establecidos.

Fotografía 4.1-12 Presencia de equinos cerca al río Osmore



Fuente: Trabajo de campo, realizado en octubre de 2020.
Elaboración: JCI, 2021.

4.1.12 Hidrogeología

La geometría del reservorio acuífero de la zona de estudio, es de forma poligonal irregular con flancos moderadamente empinados; de tipo libre conformado por los depósitos de materiales no consolidados; delimitado lateralmente y en profundidad por rocas ígneas y sedimentarias (Acuitardos de la Súper Unidad Ilo, Formación Milo y Grupo Cabanillas), representando el basamento impermeable conformado por rocas de composición granodiorita y arenisca cuarzosa intercaladas con algunos paquetes de aglomerados.

4.1.12.1 Caracterización geológica

Características litológicas

Basándose en los resultados de los estudios geológicos realizados para el presente estudio, así como del análisis de algunas cartas geológicas y mapeo hidrogeológico de la zona de estudio; ha sido posible determinar la litología del acuífero (ver ítem 4.1.5 Geología y sismicidad).

- Rocas Sedimentarias: Materiales rocosos de origen sedimentaria, areniscas cuarzosas interestratificados con limoarcillitas; y conglomerados con clastos intrusivos y volcánicos.
- Rocas Intrusivas: Materiales rocosos de origen plutónico, de composición granodiorítica.
- Depósitos Aluviales eólicos: Se depositan en las laderas y cauce de las quebradas. Están compuestas por gravas, arenas, guijarros y cantos con dimensiones de 2 a 15 cm de diámetro y acumulaciones de arena y arcilla en forma de pequeños montículos o delgados mantos.

4.1.12.2 Unidades hidroestratigráficas

Los materiales que de preferencia son propicios como medios permeables son los depósitos sedimentarios aluviales y coluviales presentes en el entorno del proyecto. La permeabilidad de éstos depende básicamente de la cantidad de arcilla que se presente dentro de la matriz de las rocas y del grado de compactación.

Una unidad hidroestratigráfica se caracteriza por el grado variable de almacenar y transmitir agua; desde este punto de vista la terminología aplicada a cada unidad hidrogeológica será la siguiente:

A) Acuíferos

Acuífero poroso no consolidado

Se restringe a los materiales cuaternarios, las cuales están situadas en las quebradas secas del área del proyecto, materiales aluviales y coluviales.

Se trata de acumulaciones de material de algunos metros de espesor máximo que se comportarán como un acuífero propiamente dicho favoreciendo el flujo horizontal a través de las capas sedimentarias de permeabilidad diferencial que los conforman.

B) Acuitardo

Son unidades hidrogeológicas que contienen agua y la transmiten muy lentamente. Los Acuitardos representan otras unidades hidrogeológicas muy diferenciadas en la zona de estudio. Se caracterizan por ser poco productores de agua y que, al ser estratos poco permeables, controlan la descarga y el flujo de las aguas subterráneas.

La acumulación y descarga de aguas subterráneas en este tipo de rocas es local, pero debido a su poca capacidad de almacenamiento, localmente pueden tener cierta importancia en aquellas zonas fracturadas.

En el área de estudio la conforman las rocas ígneas (Acuitardos Super Unidad Ilo) y Rocas Sedimentarias (Formación Milo y Grupo. Cabanillas), este medio hidrogeológico de rocas duras forma el macizo hidrogeológico de la microcuenca de estudio determinando la geometría del acuífero poroso no consolidado, ya que en profundidad y lateralmente representa el basamento impermeable (ver Cuadro 4.1-48).

Cuadro 4.1-48 Unidades hidroestratigráficas de la zona de estudio

Unidades hidroestratigráficas		Conductividad Hidráulica (*)	Espesor (m)	Porosidad Total (%) (*)	Clasificación
		(m/día)			
ACUÍFEROS POROSO NO CONSOLIDADO					
Aluvial - Eólico		0.1 a 50	2 a 10	20 - 50	Acuífero libre, con porosidad granular, sedimentos recientes no consolidados, altamente productivos y extensivos, partes bajas.
ACUITARDOS					
Unidades Sedimentarias	Formación Milo, Grupo. Cabanillas	0.03 a 0.5	300	5 - 35	Acuitardo Sedimentario (materiales rocosos de composición arenisca cuarzosa y conglomerados)
Unidades Intrusivos	Super Unidad Ilo	0.3 a 5	500	0.01 - 1	Acuitardo Intrusivo (material rocoso de composición granodiorítica)

(*) Sanders (1998).

Elaboración: JCI, 2021.

Localmente en época de lluvia la infiltración a través de los materiales del cuaternario es nula debido a la poca precipitación anual presente en la zona del proyecto.

4.1.12.3 Nivel freático

En toda el área de estudio no se ha identificado el nivel freático por encontrarse sobre un basamento impermeable compuesto por rocas intrusivas de composición granodiorita y rocas sedimentarias de la Formación Milo y Grupo Cabanillas, esto aunado a la escasa precipitación, los cuales son valores insuficientes como para formar un acuífero local, además la alta evapotranspiración en la zona de estudio.

4.1.13 Paisaje

En el presente capítulo se realiza una descripción y evaluación del estado actual del paisaje, dentro del área de estudio. Esta evaluación parte de la identificación de unidades de paisaje, las cuales son definidas como áreas que presentan similitud en sus componentes naturales (relieve, vegetación, clima, etc.) y elementos antrópicos, los cuales hacen que se diferencien de otras áreas.

El área de estudio se emplaza sobre las planicies desérticas y valles de la provincia de Ilo, departamento de Moquegua; en esta zona predomina un clima muy árido, por lo que el paisaje corresponde en su mayoría a medio desértico. Por esta razón se presentan pocos contrastes de color propio (de suelos), sin embargo, se presentan ciertos contrastes en la configuración del relieve.

Para la evaluación del paisaje se ha considerado el *valor escénico o calidad visual del paisaje*; además de su *fragilidad ante las intervenciones humanas*. En el proceso evaluativo se utilizaron matrices adaptadas de metodologías que son ampliamente utilizadas a nivel internacional.

- La matriz para la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje de *Bureau of Land Management* (BLM) del año 1980.
- La matriz de Análisis de fragilidad y capacidad de absorción visual del paisaje de Yeomans,

del año 1986.

- Análisis de Sensibilidad visual, en base a la integración de los resultados de calidad y fragilidad visual, propuesta por Ramos (1980).

En el Anexo 4.1.4 se presentan las matrices consideradas para la evaluación de la calidad visual del paisaje, análisis de fragilidad y capacidad de absorción visual, y Sensibilidad visual del paisaje.

Finalmente, se realizó una evaluación de la visibilidad de sus componentes a través de la identificación de cuencas visuales. Para la definición de estas últimas, se toma en cuenta la existencia de un mayor o menor número de observadores cercanos al área del proyecto.

4.1.13.1 Descripción y diagnóstico del paisaje en el área de estudio

En el área de estudio, debido a la homogeneidad de los componentes como el relieve, la pendiente, ausencia de actividades antrópicas dentro del área de estudio y la vegetación casi inexistente, se ha determinado la existencia de tres (3) unidades de paisaje (ver Cuadro 4.1-49). La representación cartográfica de las unidades de paisaje se aprecia en el Mapa LBF-12: Mapa de unidades de paisaje (ver Anexo 4.1.4)

Cuadro 4.1-49 Unidades de paisaje en la evaluación de calidad de paisaje

Unidades de paisaje	
Código	Descripción
UP-01	Planicies desérticas ligeramente onduladas
UP-02	Laderas de montañas y colinas fuertemente disectadas
UP-03	Valles y quebradas secas

Elaboración: JCI, 2021.

Planicies desérticas ligeramente onduladas (UP-01)

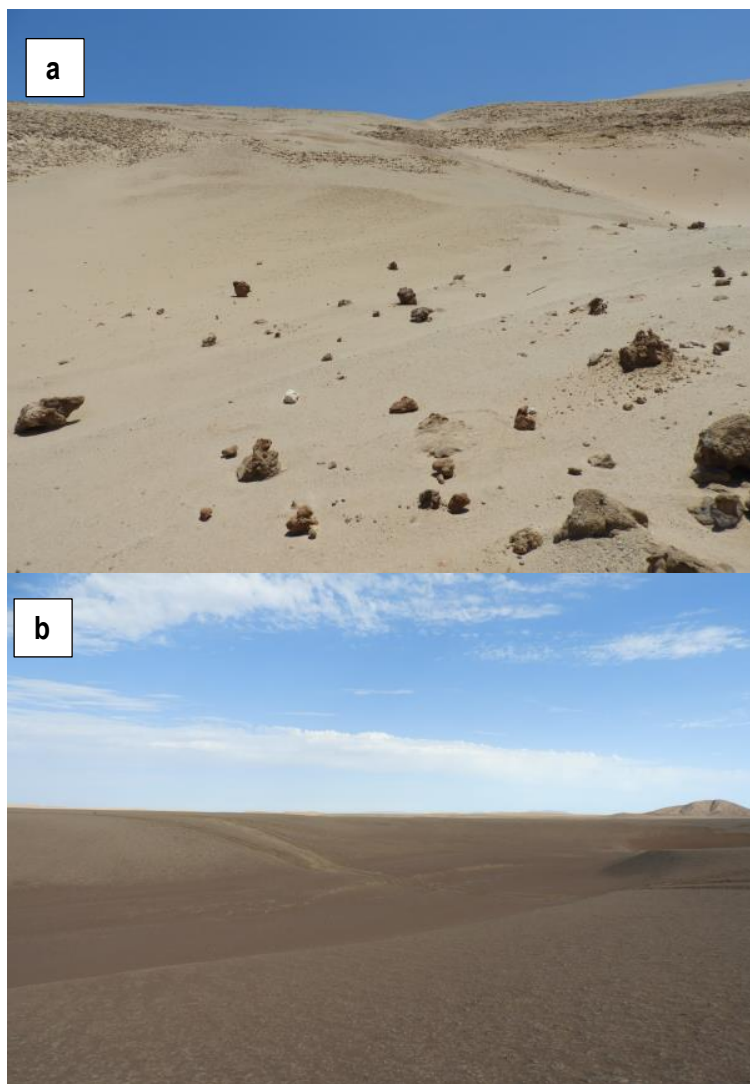
Esta unidad está configurada por un relieve plano a ligeramente ondulado, cuyas pendientes varían entre 0 y 8 %, en el que el factor predominante erosivo es el viento (erosión eólica). Este paisaje presenta formas de relieve propias de área desérticas que mejoran la calidad paisajística, en la que en ciertos sectores se identifican capas al estilo de rizaduras o *ripple marks*.

En esta unidad se identificaron formaciones vegetales muy ralas, que corresponden a tillandsiales, vegetación de tipo xerófito, cuyas tonalidades presenta bajo contraste con los suelos (arenas claras).

Se pudo observar que en la zona ya se han realizado intervenciones, como parte de la instalación y mantenimiento de otros proyectos (vías de acceso para mantenimiento, torres de alta tensión y tendido de líneas de transmisión).

En términos generales en el UP-01 evidencia tonalidades claras en el paisaje, que generan poca variación de contraste con la escasa vegetación de tonalidades oscuras; siendo un paisaje muy común y característico de las zonas desérticas. Por lo que la calidad visual de paisaje es considerada baja. En la Fotografía 4.1-13 (a y b) se muestre el paisaje correspondiente a la UP-01.

Fotografía 4.1-13 Vista del paisaje de planicies desérticas ligeramente onduladas



Elaboración: JCI, 2021.

- (a) Vista del sector norte, sobre el que se emplazará el Parque solar fotovoltaico y componentes auxiliares, y (b) sector de planicies onduladas, en el sector sur del área de proyecto, cerca de la Carretera Panamericana, en ambos sectores los suelos presentan tonalidades claras (arenas más finas que se presentan a manera de capas, transportadas por acción del viento) a marrones oscuros (arenas más gruesas y rocas heterométricas dispersas en el área).

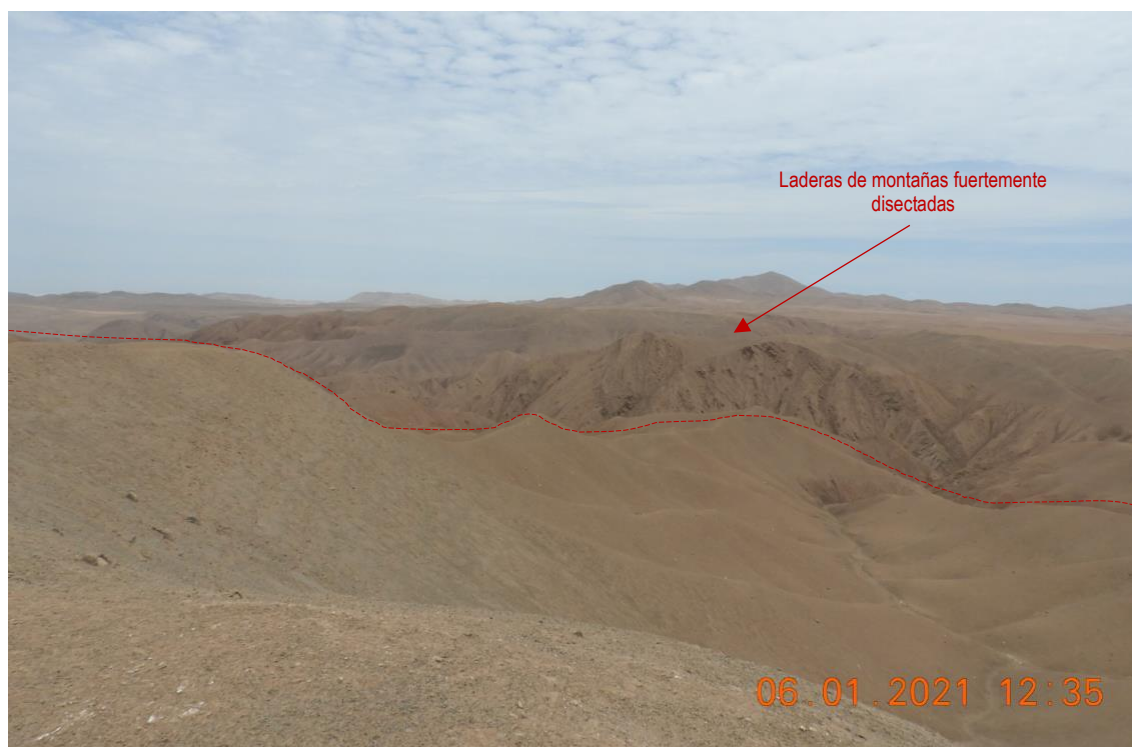
Laderas de montañas y colinas fuertemente disectadas (UP-02)

Esta unidad corresponde al sector de montañas y colinas, formaciones rocosas que se encuentran fuertemente disectadas, se identifican en estas surcos y cárcavas generados por fuertes precipitaciones, patrones heredados de épocas pasadas. Adicionalmente, sobre su superficie se aprecia una capa de arena, la cual ha sido transportada por acción del viento y no se identifican coberturas de vegetación en estos sectores.

Las características antes descritas generan un contraste visual bajo, al no existir vegetación en esta unidad, y debido a la falta de recurso hídrico el potencial de regeneración de vegetación es considerado como bajo. Cabe resaltar que, en este sector, debido a la configuración de su relieve, no se han identificado intervenciones humanas.

En términos generales en el UP-02 se evidencian colores (asociado a los suelos y rocas) de tonalidades más oscuras (pardas a marrones), a diferencia del paisaje en la unidad UP-01, lo que genera muy poca variación de contraste, siendo además un paisaje común en regiones desérticas, por lo que la calidad visual de paisaje es considerada baja. En la Fotografía 4.1-14 se muestre el paisaje descrito.

Fotografía 4.1-14 Vista del paisaje de laderas de montañas fuertemente disectadas



Elaboración: JCI, 2021.

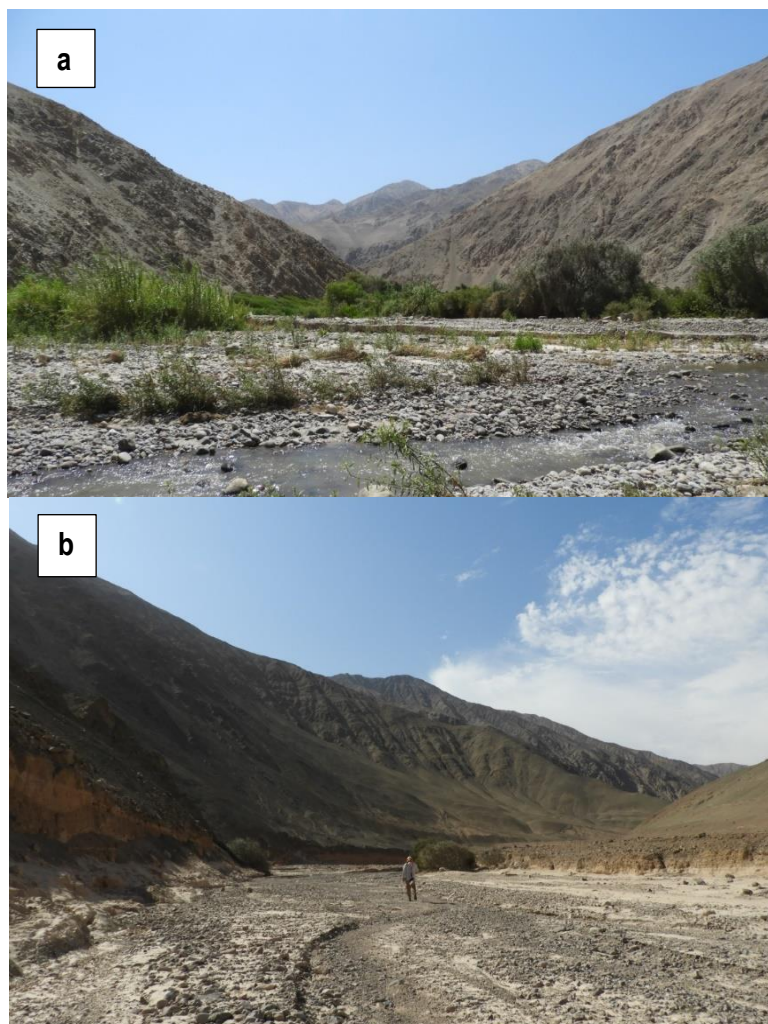
Valles y quebradas secas (UP-03)

Esta unidad corresponde al sector del Valle del río Osmore y quebrada seca, si bien corresponden a valles estrechos, presentan formaciones de relieve aluviales, a manera de terrazas y parte de sus laderas ligeramente inclinadas (glacis). En el caso del valle del río Osmore, se puede identificar el cuerpo de agua, a diferencia del sector de quebrada seca; ambos sectores están configurados en forma de “v” por las montañas y colinas de pendientes empinadas a muy empinadas.

En el sector del río Osmore, se puede identificar vegetación tipo ribereña y matorrales en las riberas del río, además de algunos cultivos sobre las terrazas aluviales; la presencia de esta vegetación genera un nivel de contraste medio, con las tonalidades de los suelos de las laderas y rocas heterométricas del cauce.

En términos generales la UP-03 presentan mayor calidad visual, a nivel medio, en comparación de las otras unidades en el área de proyecto, por la presencia de vegetación y cuerpos de agua, además de su configuración (valles), que es menos común en la región. En la Fotografía 4.1-15 se muestre el paisaje descrito.

Fotografía 4.1-15 Vista del paisaje de valles y quebradas secas



Elaboración: JCI, 2021.

(a) Vista del valle del río Osmore y (b) Quebrada seca, sector medio del área del proyecto, sobre el que cruzará la línea de transmisión (emplazamiento de torres en laderas y tendido eléctrico), ambas configuradas como relieves en forma de “V” rodeadas por laderas de montañas y colinas empinadas.

En los cuadros 4.1-50 y 4.1-51 se muestran los resultados de la valoración obtenidos para la calidad visual, fragilidad visual y capacidad de absorción visual, para finalmente analizar el nivel de sensibilidad visual para cada unidad.

Cuadro 4.1-50 Calidad visual de las unidades del paisaje

Componentes	Geomorfología	Vegetación	Agua	Color	Fondo escénico	Sing. o Rareza	Actuación Humana	CALIDAD VISUAL
UP-01	1	3	0	1	0	1	0	6: Clase C Baja
UP-02	3	3	0	1	0	1	2	10: Clase C Baja
UP-03	5	3	3	3	3	1	2	17: Clase B Media

Elaboración: JCI, 2021.

Cuadro 4.1-51 Análisis de fragilidad y capacidad de absorción visual (CAV)

Componentes	Pendiente	Diversidad de vegetación	Estabilidad del suelo y erosionabilidad	Contrastes Suelo/ Vegetación	Regeneración Vegetación	Contrastes Suelo/ roca	VALOR	CAV	FRAGILIDAD VISUAL
UP-01	3	1	1	2	1	1	18	(III) Medio	(III) Medio
UP-02	2	1	1	2	1	1	12	(II) Bajo	(IV) Alto
UP-03	1	2	2	1	2	2	9	(I) Bajo	(V) Alto

Elaboración: JCI, 2021.

De los resultados obtenidos se determina que el área de estudio no cuenta con escenarios de alto valor paisajístico, esto principalmente a su morfología desértica poco contrastada, la ausencia de vegetación, en la mayor parte del área de proyecto, que configuran paisajes muy comunes de zonas desérticas, en esta parte de la región Moquegua.

Acorde al análisis de la *calidad visual, fragilidad y capacidad de absorción* (ver cuadros 4.1-50 y 4.1-51) de las unidades de paisaje identificadas en el área de estudio, se concluye que estas corresponden a la CLASE 3 (UP-01) y CLASE 4 (UP-02 y UP-03), de nivel de *Clasificación visual*, es decir presenta un grado de restricción variable que permite un nivel mayor de presión sobre el paisaje, como la incorporación de elementos, pero no acepta fuertes impactos paisajísticos. Acorde a las características de los componentes del proyecto, no se generarían fuertes modificaciones; cabe resaltar que en zonas aledañas al proyecto ya existe estructuras de similares condiciones.

4.1.13.2 Descripción del paisaje asociado a los componentes del proyecto

La siguiente sección presenta la evaluación del paisaje asociado específicamente a los componentes del proyecto. Para esta evaluación se ha considerado la metodología de cuencas visuales, definida como el área visible desde un punto determinado. Los criterios utilizados para la ubicación de estos puntos fueron:

- **Vías de acceso:** Se han considerado la vía de acceso más cercana en el área de estudio, por ser los corredores de más tránsito de población.

Teniendo en cuenta este criterio, se definieron tres (3) cuencas visuales representativa para el

proyecto ubicadas en la principal vía y accesos: en la carretera Panamericana Sur, vía de acceso principal y más alto tránsito que pasa cerca al área de estudio; vía de acceso (trocha) en valle del río Osmore), utilizada para el transporte de pobladores locales hacia cultivos y transporte de sus cargas, y finalmente los accesos (de mantenimiento) de estructuras similares, de otros proyectos, en la zona. La ubicación de estas cuencas se detalla en el Cuadro 4.1-52.

Cuadro 4.1-52 Ubicación de cuencas visuales

Cuenca visual	Coordenadas UTM WGS84 Zona 19 Sur		Descripción
	Este	Norte	
CV-01	260 505	8 069 846	Carretera Panamericana Sur
CV-02	267 622	8 057 987	Vía en el valle del río Osmore
CV-03	271 634	8 052 634	Accesos (vías) de mantenimiento de líneas de transmisión en la zona

Elaboración: JCI, 2021.

- **Cuenca Visual 01**

Este punto de observación se encuentra fuera del área de estudio (en el punto de coordenadas 260 505 E y 8 069 846 N), ubicado en el sector norte del área de estudio (vista hacia el suroeste), desde la vía de mantenimiento de línea de transmisión existente., por lo que sería transitada por el personal de mantenimiento de estas estructuras. La distancia que hay desde la cuenca visual al área de estudio es de 220 m aproximadamente

En la Cuenca Visual 01 se podrá apreciar en su mayoría los componentes del proyecto (como el Parque solar fotovoltaico y línea de transmisión) por tal motivo el impacto visual generado será considerado bajo, ya que en la zona ya se han realizado intervenciones debido a la presencia de estructuras similares y accesos para mantenimiento. Cabe resaltar que esta es la cuenca que presenta mayor amplitud, al ubicarse sobre un relieve plano y en el que no se identifican barreras naturales. En la Fotografía 4.1-16 se muestre la vista desde la Cuenca Visual 01.

Fotografía 4.1-16 Vista de la Cuenca Visual 01



Fuente: JCI, 2021.

- **Cuenca Visual 02**

Este punto de observación se encuentra fuera del área de estudio (en el punto de coordenadas 271 634 E y 8 052 634 N), ubicado al suroeste en la vía (trocha de acceso) en el valle del río Osmore. La distancia que hay desde la cuenca visual al área de estudio es 310 m aproximadamente.

Se consideró este punto como cuenca visual, al ser un área de tránsito, utilizado por los pobladores locales (productores) en la zona para sus traslados y transporte de carga; debido a la configuración del relieve, ubicado entre las laderas montañosas fuertemente empinadas, la cuenca visual es más reducida, sin embargo, se lograría observar parte de los componentes de la Línea de Transmisión proyectada. La cual, por sus características, no presentaría mucho contraste con los componentes del paisaje en este sector del área de estudio.

En conclusión, en la Cuenca Visual 03 se puede apreciar parcialmente algunos componentes del proyecto (aéreos), por tal motivo el impacto visual generado será considerado muy bajo. En la Fotografía 4.1-17 se muestre la vista de la Cuenca Visual 02.

Fotografía 4.1-17 Vista de la Cuenca Visual 02



Fuente: JCI, 2021.

- **Cuenca Visual 03**

Este punto de observación se encuentra fuera del área de estudio, en la carretera Panamericana Sur (en el punto de coordenadas 267 266 E y 8 057 987 N). Se consideró este punto puesto que es la vía más transitada cerca del área del proyecto. La distancia que desde este punto de observación es 900 m aproximadamente, ubicada en sector sin barreras naturales en dirección noroeste hacia el área de proyecto.

Debido a las características del relieve, ligeramente ondulado, en un punto de observación paralelo al área de proyecto no sería posible divisar ninguno de los componentes, ya que el terreno se encuentra elevado (colina baja, a manera de barrera natural).

En conclusión, en la Cuenca Visual 03 se puede apreciar parcialmente algunos componentes del proyecto, sin embargo, estos corresponden a modificaciones menores, similares a componentes ya existentes en la zona. Por tal motivo, el impacto visual generado será considerado muy bajo. En la Fotografía 4.1-18 se muestre la vista de la Cuenca Visual 01.

Fotografía 4.1-18 Vista de la Cuenca Visual 03



Fuente: Google Earth, 2021.

Desde este punto se puede observar las torres de alta tensión existentes en la zona, red a la que se conectará el proyecto. Así también, se puede observar la colina baja, que se eleva paralela al sector final del área de proyecto, la cual se presenta a manera de barrera natural.

Referencias bibliográficas

ANA

2012 Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú. Informe Técnico, Autoridad Nacional del Ana, Lima.

MINAGRI

2008 RM N° 033-2008-AG, Aprueban Metodología de Codificación de Unidades Geográficas de Pfafstetter, Memoria Descriptiva y el Plano de Delimitación y Codificación de las Unidades Hidrográficas del Perú. Lima, Perú.

MINAGRI

2009 Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Ministerio de Agricultura y Riego, Lima.

MINAGRI.

2010 Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos D.S. N°13-2010-AG. Ministerio de Agricultura y Riego, Lima.

MINAM. (2014). *Evaluación de radiaciones no ionizantes producidas por los servicios de telecomunicaciones y redes eléctricas en la provincia de lima*. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Calidad Ambiental. Lima: MAVET Impresiones E.I.R.L. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/Evaluaci%C3%B3n-de-Radiaciones-No-Ionizantes-producidas-por-los-Servicios-de-Telecomunicaciones.compressed.pdf>

MINAM

2014 Guía para el muestreo de Suelos. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Calidad Ambiental. Lima, noviembre 2014: MAVET IMPRESIONES E.I.R.L.

MINAM

2017 Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. Lima, 2 de diciembre de 2017, Perú.

MINAM

2017 D.S. N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Lima, 7 de junio de 2017.

MINAM. (2017). D.S. N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. Lima, 07 de junio del 2017.

Ortiz Vera, O.

2004 Evaluación Hidrológica. HidroRed, Red Latinoamérica de Micro-Hidroenergía, 2-4.

PCM

2005 Aprueban estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes, aprobado mediante D. S. N° 010-2005-PCM. Lima.

PCM

2003 Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, aprobado mediante D. S. N° 085-2003-PCM. Lima, 30 de octubre de 2003.

Tarback., E., & Lutgens. Frederick, K.

2005 Ciencias de la Tierra (8va Edición ed.). Madrid, España: Pearson Educación S.A.

USDA

1993 Soil Survey Manual. Handbook N° 18, USDA, Washington.

USDA

2014 Claves para la Taxonomía de Suelos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

4.2 Línea de base del medio biótico

En el presente capítulo se caracteriza los componentes biológicos e hidrobiológicos (flora, fauna e hidrobiología), que se encuentran en el área de estudio, los cuales han sido desarrollados en base a información cuantitativa y cualitativa; así como el registró fotográfico de las especies registradas, la evaluación del medio terrestres se llevó a cabo del 6 al 10 de enero del 2021 (temporada seca) se evaluaron de forma cuantitativa ocho (8) estaciones de flora y fauna; siendo los grupos taxonómicos evaluados de Aves, Mamíferos mayores, Mamíferos menores, mamíferos menores voladores, anfibios, reptiles y artrópodos. Por otro lado, se establecieron dos (2) estaciones de evaluación hidrobiológica las cuales fueron evaluadas el 9 de octubre del 2020. Para dichas evaluaciones de flora y fauna se contó con la autorización de Serfor con la Resolución Directoral General N.º 348-2019-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS y código de autorización N.º AUT-EP-2019-110 y para las evaluaciones hidrobiológicas la autorización de PRODUCE aprobadas por Resolución Directoral N.º 00769-2019-PRODUCE/DGPCHDI (ver Anexo 4.2.4).

Asimismo, es importante mencionar la utilización de información secundaria para la caracterización de la temporada húmeda a nivel cualitativo, garantizando una mejor descripción del medio biológico de una manera referencial en el marco de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para el proyecto Fotovoltaico Hanaq Pampa, los estudios utilizados fueron trabajos de investigación (tesis) e Instrumentos de Gestión Ambientales aprobados, los cuales cumplen con los lineamientos estipulados en la R.M. N.º 108-2020-MINAM, capítulo I, artículo 3, donde se prioriza el uso de información secundaria para la elaboración de la línea base de los instrumentos de gestión ambiental, las cuales están debidamente aprobadas y son información representativa, confiable y verificable, cuya información utilizada cumple con los términos referencia aprobados y en ese sentido la presente Declaración de Impacto Ambiental, contiene información primaria y secundaria con la finalidad de obtener una mejor caracterización del medio biológico. A continuación, se hace una breve reseña de ambos estudios utilizados.

Cuarta Modificación del estudio de impacto ambiental semidetallado (MEIASd) del proyecto de exploración “Zafranal”

El presente estudio se encuentra ubicado en los distritos de Huancarqui, Lluta y Majes, el primero en la provincia de Castilla y los dos últimos en la Provincia de Caylloma región Arequipa, aprobado mediante Resolución Directoral N.º 192-2019-MINEM/DEGAAM, en el cual se evaluaron siete (7) unidades de vegetación, dentro de ellas el Monte ribereño el cual es equivalente a vegetación ribereña para el presente estudio, extrayéndose información de las especies registradas de flora durante la temporada húmeda. Es importante mencionar que se encuentra ubicado a 180 km del área de estudio del proyecto.

Diversidad ornitológica de la parte baja del valle Ilo (Caira, 2014)

El área de estudio referencial se ubica en el departamento de Moquegua, provincia de Ilo, distrito de Ilo y Pacocha, con una extensión de 50 ha en el cual se han determinado siete (7) hábitats; de los cuales se ha extraído las unidades de Monte ribereño y Campos de cultivo en cuanto a su información de las especies registradas (cualitativo) para aves durante los meses de temporada húmeda del 2010. Es importante mencionar que se encuentra ubicado a una distancia de 15.0 km del área de estudio del proyecto.

Caracterización de la herpetofauna presente en el río Ilo, perteneciente a la subcuenca Ilo-Moquegua, cuenca del río Moquegua (Osmore) (Oblitas, 2016)

La zona de estudio corresponde al curso inferior de la subcuenca Ilo-Moquegua (Osmore) conocido como río Ilo, en las cuales se han ubicado cuatro (4) estaciones de muestreo, en las cuales se evaluaron cultivos agrícolas, monte ribereño y laderas de cerro, de ellas se ha utilizado la caracterización a nivel cualitativo de las dos primeras unidades de vegetación para el componente anfibios y reptiles. El estudio se realizó durante la temporada húmeda del 2014. Es importante mencionar que se encuentra a una distancia de 3.90 km del área de estudio del proyecto.

Diversidad y conservación de los mamíferos de Arequipa, Perú (Zeballos et al. 2001) y marsupiales, roedores y quirópteros de la vertiente occidental del sur de Perú (Pari et al. 2018).

Debido a la ausencia de información secundaria con resultados específicos de mamíferos para la temporada húmeda complementaria al presente estudio, se abordó una comparación de los resultados obtenidos en la presente evaluación con una síntesis histórica de la riqueza de mamíferos de la vertiente occidental de los andes peruanos según las publicaciones de Zeballos et al. (2001) y Pari et al. (2018). Estos listados fueron revisados y se consideró únicamente a las especies silvestres presentes en un rango altitudinal entre los 100 a 1600 m s. n. m. y con registros ubicados a menos de 100 km de la costa central de Arequipa considerando la similitud con los paisajes del área del proyecto Fotovoltaico Hanaq Pampa.

Informe final del estudio de impacto ambiental semidetallado (EIA-sd) del proyecto “Línea de transmisión eléctrica 220 kV Montalvo-Los Héroes y subestaciones asociadas” (Tesur 3 S.A., 2017)

El proyecto “Línea de transmisión eléctrica 220 kV Montalvo-Los Héroes y subestaciones asociadas” se encuentra en los departamentos de Tacna y Moquegua en la costa sur del Perú cuyo estudio de impacto ambiental fue aprobado mediante R.D. N.º 565-2017-MEM/DGAE. El rango altitudinal de la L.T.E. va aproximadamente de los 400 m hasta los 1 450 m a lo largo de sus 129 km y comprende las provincias de Tacna (distritos de Tacna y Sama) y Jorge Basadre (distritos de Ite y Locumba) en el departamento de Tacna y la provincia de Mariscal Nieto (distritos de Moquegua) en el departamento de Moquegua, ubicándose a una distancia de 30 km del área de estudio del proyecto Fotovoltaico Hanaq Pampa. A partir de esta información se obtuvo referencia de una caracterización cualitativa de la riqueza de especies de mamíferos menores y mayores silvestres correspondiente a la temporada seca de no más de 3 años anteriores al estudio para discutir si la representación de riqueza de mamíferos fue adecuada en el área de proyecto.

4.2.1 Ecorregiones

Con el objetivo de identificar áreas de biodiversidad representativos de flora y fauna, así como de comunidades naturales, se propusieron modelos bioclimáticos y biogeográficos que integran la diversidad biológica (Minam 2018:10), es así que se designan definiciones de ecorregiones o regiones ecológicas para la clasificación natural de todo ambiente biológico; propuestas que han servido para definir ambientes sensibles o de alta biodiversidad, reflejados en su mayoría en territorios protegidos por el estado peruano.

El territorio nacional presenta una fisiografía, condiciones litológicas y edáficas particulares, además de su clima, flora y fauna (Reynel 2013: 83), que le permite representar una variedad de ambientes, las mismas que han sido clasificadas y actualizadas en 15 ecorregiones (Britto

2017:16), dentro de las cuales se encuentra el área de estudio, correspondiéndole la ecorregión *desierto semicálido tropical* (DST), ecorregión que recorre toda la franja costera al sur del territorio nacional llegando hasta los límites de Tacna; altitudinalmente llega a alcanzar los 1500 m. s. n. m. El área de estudio está marcada por su extrema aridez, además de la particularidad de sus suelos las que influyen en la presencia de una flora y fauna en particular (ver Anexo 4.2.2 Mapa LBB-01: Mapa de ecorregiones).

4.2.2 Zonas de vida

Considerando el sistema de Leslie R. Holdridge (1947) y al Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976:41; Inrena, 1995:33), la zona del proyecto Hanaq Pampa se encuentra ubicado en departamento de Moquegua predominantemente en el distrito de El Algarrobal, provincia de Ilo mientras que una pequeña área en el extremo norte se encuentra ubicado en el distrito de Moquegua perteneciente a la provincia de Mariscal Nieto. El área de proyecto se encuentra en la zona de vida de Desierto desecado-Subtropical (dd-S), caracterizado por presentar planicies amplias, desprovistas de vegetación. Esta zona de vida de Desierto desecado-Subtropical se encuentra ubicado desde los 7°40' hasta los 17°13' latitud sur (ver Anexo 4.2.2 Mapa LBB-02: Mapa de zonas de vida). Presenta un clima de desierto con biotemperatura media anual de 17.9 °C, una escasa precipitación anual de 2.2 milímetros y un promedio de evapotranspiración anual alta, a más de 64 veces el valor de la precipitación, por lo que su ubicación es definida dentro de la zona de vida de Desierto desecado-Subtropical (dd-S). Presenta la particularidad de presentar un relieve plano a ligeramente ondulado y tener suelos de textura franco arenosa a arena franca, con presencia de sílice, moderadamente salino y con un nivel de materia orgánica muy baja, por lo que la vegetación es nula o escasa, encontrándose limitada a fondos de quebradas con presencia de cursos de agua donde predomina la vegetación ribereña, que a su vez pueden ser modificadas en cultivos para el aprovechamiento de la población humana circundante, así como laderas que en determinadas temporadas del año condensan neblinas y permiten crecimiento de cobertura vegetal estacional (ver Anexo 4.2.2 Mapa LBB-02: Zonas de vida).

4.2.3 Unidades de vegetación

Se identificaron cuatro (4) tipos de formaciones vegetales o de cobertura en el área de proyecto: Desierto costero, Tillandsial, Vegetación ribereña y Agricultura costera y andina según las definiciones del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (Minam, 2015) respaldadas con las descripciones de ecosistemas de acuerdo con el Mapa Nacional de Ecosistemas (Minam, 2018). Ver Anexo 4.2.2 Mapa LBB-03: Mapa de unidades de vegetación.

4.2.3.1 Desierto costero

Esta cobertura abarca la mayor proporción del área de estudio y se encuentra clasificada según el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (Minam, 2015) como una cobertura con escasa o nula vegetación. El desierto costero presenta predominantemente áreas desprovistas de vegetación donde los suelos se constituyen de arena o afloramientos rocosos y abarcan áreas planas, onduladas o disectadas sometidas a erosión eólica. La cobertura identificada como desierto costero pertenece a un ecosistema de mayor extensión del mismo nombre que reúne a otras formaciones vegetales notables (Minam, 2018). Dentro del área de proyecto, las superficies representativas del desierto se encuentran desde los 300 m s. n. m. en zonas de quebradas de pendientes abruptas o moderadas hasta aproximadamente los 1300 m s. n. m. en la cual el desierto se conforma por planicies arenosas.

4.2.3.2 Tillandsial

El Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (Minam, 2015) delimita a los Tillandsiales de mayor extensión sobre las pampas y primeras estribaciones de la cordillera occidental (hasta los 1100 m.s.n.m.) del departamento de Tacna. Los Tillandsiales prestan un servicio ecosistémico importante como la captación de agua de neblina en ambientes desérticos, por lo que, a pesar de la extrema aridez, estas coberturas son permanentes y sobreviven gracias a la alta concentración de las nieblas invernales generadas por la corriente fría del Pacífico o Corriente de Humboldt (Minam, 2015). No obstante, las áreas de Tillandsial encontradas en el área de proyecto presentan una cobertura rala y dispersa en la cual se observan individuos senescentes.

4.2.3.3 Agricultura costera y andina-Vegetación ribereña

Esta cobertura representa a todas las superficies donde se desarrolla actividad agropecuaria, tanto en tierras activas o en reposo ubicadas en los valles del desierto costero comprendidos dentro del área del proyecto. Asimismo, el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (Minam, 2015) incluye en esta cobertura a la vegetación natural ribereña, las cuales define como extensiones de vegetación aledañas que comprenden áreas angostas o franjas interrumpidas a lo largo de los cauces de ríos y quebradas. En la presente línea base, y con propósitos de análisis, se tratará la Agricultura costera y andina como una unidad antrópica de cobertura vegetal independiente y será caracterizada únicamente a nivel cualitativo o de riqueza de especies; mientras que, la vegetación ribereña se considera una cobertura vegetal natural y será analizada a nivel cuantitativo.

4.2.4 Áreas naturales protegidas

El área de estudio se encuentra 24.1 km al noreste de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas guaneras-Punta Coles ubicada en el ámbito marino-costero del distrito de Ilo. Ver Anexo 4.2.2 Mapa LBB-04: Mapa de áreas naturales protegidas.

4.2.5 Ecosistemas frágiles

Un ecosistema frágil es aquel ecosistema con características o recursos singulares con baja resiliencia (capacidad de retornar a sus condiciones originales) e inestable ante eventos impactantes de naturaleza antropogénica, que producen en el mismo, una profunda alteración en su estructura y composición. La condición de fragilidad es inherente al ecosistema y sólo se manifiesta bajo las condiciones de disturbio (Minam, 2015). Según la Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente, los ecosistemas considerados como frágiles son los desiertos, tierras semiáridas, montañas, pantanos, bofedales, bahías, islas pequeñas, humedales, lagunas altoandinas, lomas, bosques de neblina y bosques relictos.

Dentro del área de estudio no se han identificado ecosistemas frágiles; sin embargo, a una distancia de 11.24 ha se encuentra el ecosistema frágil Loma de Tacahuay ubicado en el distrito de Ite, provincia de Jorge Basadre-Ilo, cuyos hábitats presentes en esta Loma son: cresta rocosa, fondo de quebrada, zona de cactáceas, ladera rocosa y loma herbácea, las cuales protege a las especies de flora como: *Browningia candelaris*, *Cumulopuntia sphaericus*, *Caesalpinia spinosa* (categorizadas como Vulnerable), *Carica candicans* (Peligro crítico) y *Ephedra americana* (Casi amenazado) (Serfor, 2014). Estas especies no fueron registradas en ninguna de las unidades de vegetación evaluadas en el área del proyecto. La representación cartográfica de la distancia del área de estudio a la Loma Tacahuay se detalla en el Anexo 4.2.3. Mapas: LBB-05 Mapa de ecosistemas frágiles.

4.2.6 Componente biológico

Para el levantamiento de datos del componente biológico se establecieron ocho (8) estaciones de muestreo referenciales en los cuales se realizó la evaluación de campo entre los días 6 al 10 de enero del 2021, en las que se han dispuesto las unidades muestrales resultantes para cada grupo taxonómico (flora, aves, mamíferos, anfibios y reptiles y artrópodos) de acuerdo a las metodologías y plan de trabajo aprobado por Serfor mediante Resolución Directoral General N.º 348-2019-MINAGRI-SERFOR-DGGSPFFS y código de autorización N.º AUT-EP-2019-110 así como su modificación a través de la RDG N.º D000388-2020-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS. Además, la evaluación de las comunidades hidrobiológicas se llevó a cabo en dos (2) estaciones de muestreo coincidentes con las estaciones de evaluación de calidad de agua del componente físico empleando las herramientas y metodologías aprobadas por Resolución Directoral N.º 00769-2019-PRODUCE/DGPCHDI (ver Anexo 4.2.4).

Asimismo, es importante mencionar la utilización de información secundaria para la caracterización de la temporada húmeda a nivel cualitativo, garantizando una mejor descripción del medio biológico de una manera referencial en el marco de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para el proyecto Fotovoltaico Hanaq Pampa, las cuales son detalladas para cada componente biológico.

4.2.7 Flora y vegetación

4.2.7.1 Introducción

La vegetación es definida como uno de los elementos más perceptibles del medio físico y también más significativa debido a las múltiples relaciones que mantiene con otros elementos del medio; influye en los procesos morfogénéticos y por tanto en el modelado del relieve, en los flujos hídricos. Así mismo, es uno de los elementos más diferenciados del paisaje como indicador expresivo y nudo de las interacciones (Martínez de Pison 1983:31).

El Perú es considerado como uno de los países de mayor diversidad biológica y esto se debe a que presenta una geografía muy contrastante, entre las que resalta el ambiente costero, que presenta franjas de ambientes áridos a semiáridos extendidas paralelas al litoral. La vegetación desértica es particular y se caracteriza por distribuirse a manera de islas de vegetación, muchas de ellas con adaptaciones a ambientes de extrema aridez, entre las que resaltan los Tillandsiales (Minam, 2015); sin embargo, existen especies efímeras, de crecimiento veloz y de vida corta o estacional, que no son fácilmente observables.

El presente informe describe la flora y vegetación del proyecto Fotovoltaico Hanaq Pampa, mediante la línea base biológica en el marco de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), cabe señalar que la presente descripción se realiza en base a los resultados de las evaluaciones llevadas a cabo por JCI Ingeniería & Servicios Ambientales S.A.C, durante la temporada seca los días 6 al 10 de enero del 2021 y para la temporada húmeda con información secundaria proveniente de la “Cuarta modificatoria del estudio de impacto ambiental semidetallado (MEIASd) del proyecto de exploración Zafranal” aprobado mediante RD N.º 192-2019-MINEM/DGAAM, en el cual se evalúa dentro de su área de influencia el Monte ribereño lo cual equivalentes a vegetación ribereña para la presente caracterización biológica.

Para la unidad de vegetación de agricultura costera y andina (áreas de cultivo) identificado en el área de estudio, corresponde a un área completamente antrópico, cuya estructura vegetal es principalmente el hábito arbóreo por la especie *Olea europea* “olivo” que se cultiva en el ámbito peruano con fines comerciales, dicha estructura no se va ver alterada debido a la estacionalidad,

cabe mencionar que la flora asociada registrada corresponde en la 70.0 % a especies introducidas a exóticas e invasoras.

Por otro lado, para el caso de la unidad de vegetación Tillandsial no se registraron individuos vivos del género Tillandsia, sino costras y vestigios, por ende, la estación de muestreo no presenta una vegetación estacional, por lo cual excepcionalmente, se realiza la evaluación en un (1) sola temporada, debido a que el cambio de estación no afecta la integridad de la cobertura vegetal (estructura y composición florística) debido a que no hay vegetación alguna a nivel de las comunidades arbóreas, arbustivas y herbáceas principalmente (RM N.º 059-2015-MINAM y RM N.º 455-2018-MINAM), como es el caso del Desierto costero la cual solo fue caracterizado durante la temporada seca.

Es importante mencionar que debido al estado de emergencia y cuarentena nacional causado por el COVID-19 (Decreto Supremo N.º 044-2020-PCM) y la R.M. N.º 108-2020-MINAM, que aprueba las disposiciones para realizar el trabajo de campo en la elaboración de la línea base de los instrumentos de gestión ambiental que en el capítulo I, artículo 3, se prioriza el uso de información secundaria para la elaboración de la línea base de los instrumentos de gestión ambiental, las cuales deben estar debidamente aprobadas y ser información representativa, confiable y verificable, cuya información utilizada cumple con los términos referencia aprobados y en ese sentido la presente declaración de impacto ambiental, contiene información primaria y secundaria con la finalidad de salvaguardar la salud de las personas.

4.2.7.2 Metodología

4.2.7.2.1 Evaluación cuantitativa

Para la evaluación cuantitativa de la flora y vegetación se instalaron transectos de 300 m² (150 m x 2 m) por unidad de muestreo, haciendo un registro total de 2400 m² para el área de estudio, las que fueron distribuidas al azar en las áreas de interés (Matteucci & Colma, 1982) donde se realizó la evaluación de la presencia, abundancia, cobertura y estado de conservación de las especies de plantas presentes.

4.2.7.2.2 Evaluación cualitativa

La evaluación cualitativa consistió en el registro total de todas las especies presentes a lo largo del área del proyecto, sin considerar registros de cobertura o abundancia debido a que estos registros usualmente se obtienen fuera de las unidades de muestreo mediante recorridos del evaluador. La finalidad de estos registros es el de caracterizar de una manera más completa cada una de las unidades de vegetación comprendidas en el área de estudio.

4.2.7.2.3 Determinación taxonómica

Para la determinación taxonómica de las especies se empleó la literatura especializada (Bracko y Zarucchi, 1993; Reiche, 1911; Foster, 1958; Tovar, 1993; Flores et al., 2005; Combelles & Humala, 2006; Roque & Ramírez, 2008; Salvador & Cano, 2002, Macbride (1943, 1960), y en algunos casos bibliografía en línea para los cambios nomenclaturales, obtenidos de la base de datos del Missouri Botanical Garden e Index Plant Names.

4.2.7.2.4 Estaciones de muestreo

Se establecieron ocho (8) estaciones de muestreo, realizando evaluaciones de un (1) transecto en las estaciones correspondientes a la unidad de vegetación de Desierto costero y Tillandsial de dimensiones de 300 m²; mientras que, para la estación PB5, debido al área reducida se evaluó dos (2) transectos de 150 m² cada una correspondientes a la unidad de Vegetación ribereña y finalmente (1) estación cualitativa en la unidad Agricultura costera y andina con fines de caracterización a nivel de riqueza, debido a que el área comprende un cultivo de olivo (ver Anexo 4.2.2 Fotografía 6). Un total de nueve (9) unidades muestrales fueron evaluadas, distribuidas a lo largo del área de estudio (ver Cuadro 4.2-1 y Anexo 4.2.2 Mapas LBB-06A y LBB-06B: Mapa de ubicación de los transectos evaluación de flora).

Cuadro 4.2-1 Ubicación de las estaciones de muestreo y parcelas para la evaluación de flora

Estación	Transecto	Unidad de Vegetación	Coordenadas WGS84 19K				Área
			Inicio		Final		
PB1	PB1-FI1	Desierto Costero	262 052	8 067 933	261 942	8 068 028	300 m²
PB2	PB2-FI1	Desierto Costero	260 942	8 067 446	260 839	8 067 554	300 m²
PB3	PB3-FI1	Desierto Costero	265 462	8 060 485	265 455	8 060 635	300 m²
PB4	PB4-FI1	Tillandsial	269 931	8 055 722	270 053	8 055 642	300 m²
PB5	PB5-FI1	Vegetación Ribereña	267962	8057975	267937	8057902	150 m²
	PB5-FI2	Vegetación Ribereña	268016	8057925	267962	8057871	150 m²
	PB5-FI3	Agricultura costera y andina	267909	8057941	-	-	-
PB6	PB6-FI1	Desierto Costero	263 877	8 062 709	263 970	8 062 591	300 m²
PB1*	PB1*-FI1	Desierto Costero	262 917	8 069 990	262 812	8 070 095	300 m²
PB6*	PB6*-FI1	Desierto Costero	263 829	8 067 752	263 830	8 067 609	300 m²

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.7.3 Resultados

4.2.7.3.1 Esfuerzo de muestreo

Siguiendo las pautas de muestreo planteadas en la Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (RM N.º 455-2018-MINAM), el esfuerzo de muestreo ha permitido enfocar un área mínima de evaluación, para mostrar adecuadamente la composición de especies en una comunidad. La evaluación de 10 unidades de muestreo abarca 2400 m² de área; en dichas evaluaciones se buscó el registro cualitativo y cuantitativo. Cabe resaltar que, para la vegetación ribereña, el esfuerzo esperado para un transecto de muestreo (300 m²) fue dividido en dos unidades muestrales de 150 m² cada una y en el caso de Agricultura costera y andina solo se evaluó de forma cualitativa debido a su alto grado de intervención. En el Cuadro 4.2-2 se detalla el esfuerzo de muestreo del componente de flora y vegetación.

Cuadro 4.2-2 Esfuerzo de muestreo para el componente flora y vegetación

Unidad de vegetación	Esfuerzo por unidad de muestreo	Transectos	Esfuerzo Total
Desierto costero	300 m ²	6	1800 m ²
Tillandsial	300 m ²	1	300 m ²
Vegetación ribereña	150 m ²	2	300 m ²
Agricultura costera y andina*	-	-	-
Total		9	24 000 m ²

*Se realizó solamente evaluación cualitativa en un punto de muestreo debido al alto grado de intervención de la zona
Elaboración: JCI, 2020.

4.2.7.3.2 Acumulación de especies

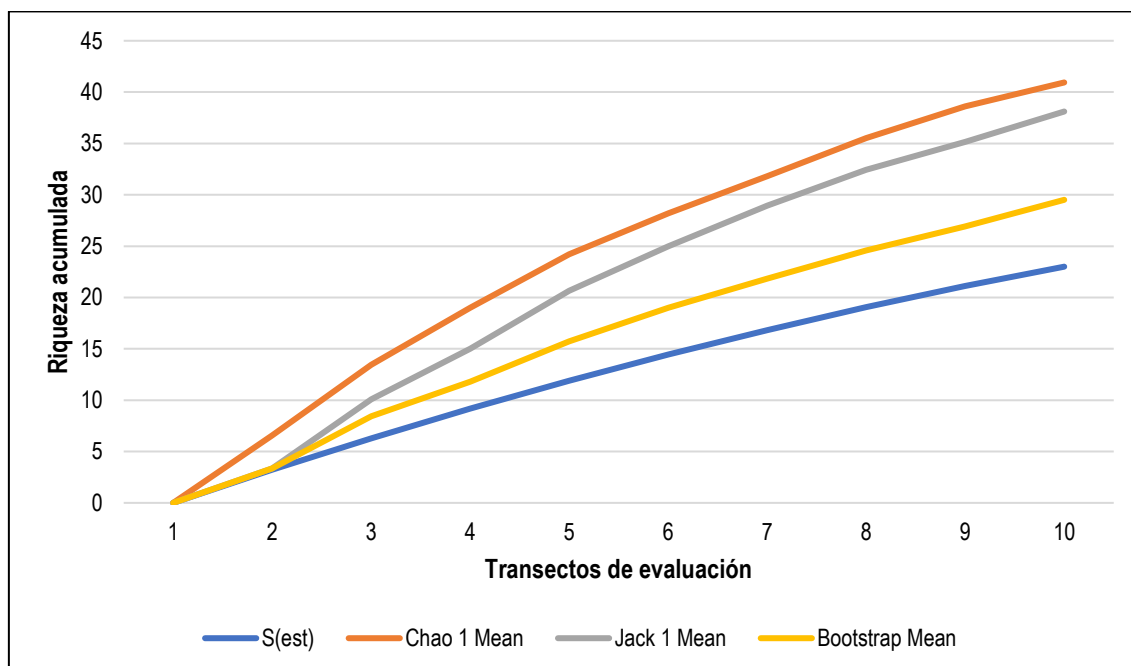
Con la finalidad de poder determinar el esfuerzo de muestreo en campo se elaboran las curvas de acumulación de especies bajo estimadores no paramétricos, la misma que utiliza los datos de presencia o ausencia de especies o en algunos casos permite el uso de datos de abundancia para las mismas (Colwell y Coddington 1994:19; Moreno 2001:84). Algunos autores han considerado a los estimadores no paramétricos como el avance más importante en la medida de la biodiversidad en los últimos tiempos (Magurran 2004:256). Entre ellos están los estimadores desarrollados por Chao (1984) basados en la abundancia o en la incidencia de las especies (Colwell y Coddington 1994:19; Leitner y Turner 2001:44; Chao 2005:7), y los métodos basados en el muestreo, como el estimador Bootstrap (Palmer 1990:4). Estas técnicas son adiciones valiosas al conjunto de herramientas con que cuentan los ecólogos para cuantificar la biodiversidad (Longino et al. 2002:83) y evaluar las consecuencias de las actividades humanas sobre los ecosistemas (Walther y Martin 2001:419).

Para la elaboración de la curva de acumulación se utilizó los Modelos Chao, Bootstrap y Jackknife debido a que la distribución de los datos de riqueza no es normal (Jiménez y Hortal, 2003:11; Minam 2018:277).

El total de especies registradas de manera cuantitativa fue de 23 en los nueve (9) transectos muestreo. Según el estimador Bootstrap se esperaba registrar 30 especies por lo que en la presente evaluación se habría llegado a registrar el 78 % del total de especies. Con el estimador Chao 1 se esperaba registrar 41 especies por lo que en la presente evaluación se habría registrado el 56 % de las especies esperadas; mientras que para el estimador Jackknife se esperaba registrar 38 especies por lo que se habría registrado el 60 %. Se debe mencionar que la mayor cantidad del área de estudio comprende la unidad de vegetación de Desierto costero el cual no registró ninguna especie, siendo únicamente registrado el componente vegetal en la Vegetación ribereña mediante los transectos de muestreo; por lo que se podría mencionar que el registro de especies ha sido representativo. Ver Gráfico 4.2-1.

Es importante resaltar que valores superiores al 70 % del registro de especies indica que el inventario ha sido riguroso y confiable (Jiménez y Hortal, 2003), alcanzado con el estimador Bootstrap, por lo cual, demuestra que el esfuerzo de muestreo en campo ha sido adecuado dando como resultado un inventario bastante completo y confiable.

Gráfico 4.2-1 Curvas de acumulación de especies de flora



S(obs): Especies observadas
Elaboración: JCI, 2021.

4.2.7.3.3 Composición de la comunidad

Los resultados para la composición de la comunidad vegetal incluyen los datos cuantitativos y cualitativos registrados durante la presente evaluación para la cual se registraron 70 especies distribuidas en 32 familias taxonómicas, 20 órdenes y tres (3) clases en la zona de estudio (Cuadro 4.2-3). La lista total de especies registrada a partir de información cuantitativa y cualitativa en conjunto se detalla en el Anexo 4.2.1 Cuadro 2-1.

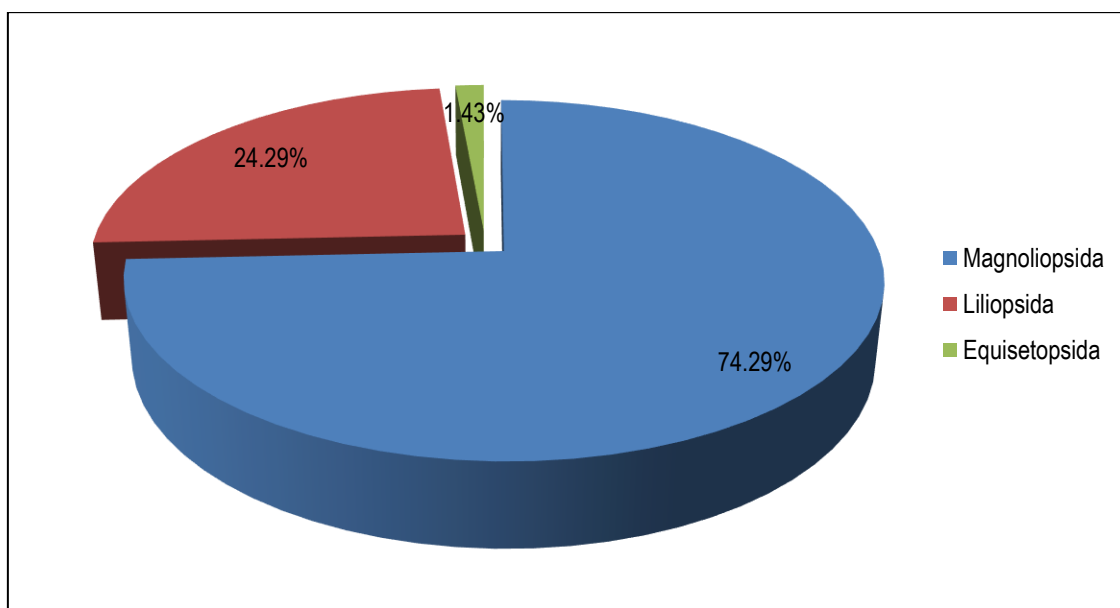
Cuadro 4.2-3 Número de órdenes, familias y especies por clase taxonómica

Clase	N.º Ordenes	N.º Familias	N.º Especies
Equisetopsida	1	1	1
Liliopsida	3	6	17
Magnoliopsida	16	25	52
TOTAL	20	32	70

Elaboración: JCI, 2021.

Respecto a la composición taxonómica por clases, Magnoliopsida fue la mejor representada con 52 especies, abarcando el 74.29 % del total de especies registradas, seguida de la Clase Liliopsida con 17 especies representando el 24.29 % y finalmente la clase Equisetopsida con una (1) especie representando el 1.43 % de las especies registradas (Gráfico 4.2-2).

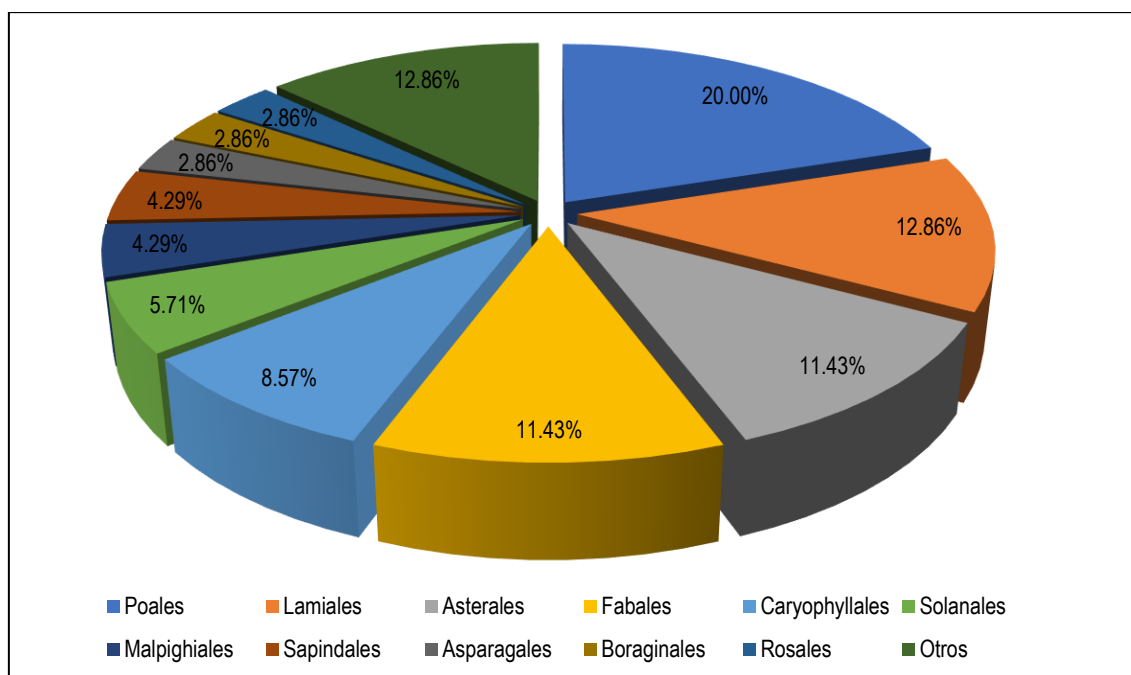
Gráfico 4.2-2 Composición porcentual de las especies de flora a nivel de la categoría taxonómica de clase



Elaboración: JCI, 2021.

La composición florística a nivel de órdenes muestra que el orden con la mayor contribución a la riqueza de especies es el orden Poales con 14 especies registradas, lo cual representa una riqueza relativa del 20.00 % respecto al total de especies registradas. En segundo lugar, se reporta al orden Lamiales con una contribución de nueve (9) especies (12.86 %) seguida de los órdenes Asterales y Fabales con ocho (8) especies (11.43 %). Nueve (9) órdenes con la menor representación se agrupan en la categoría “Otros” y presentan una (1) especie por cada orden, contribuyendo en conjunto con un 12.86 % al total de la riqueza de especies (Gráfico 4.2-3). Los órdenes en este último grupo corresponden a Equisetales (Clase Equisetopsida), Alismatales (Liliopsida), Apiales, Brassicales, Ericales, Gentianales, Malvales, Myrtales y Vitales (Magnoliopsida).

Gráfico 4.2-3 Composición porcentual de las especies a nivel de la categoría taxonómica de orden

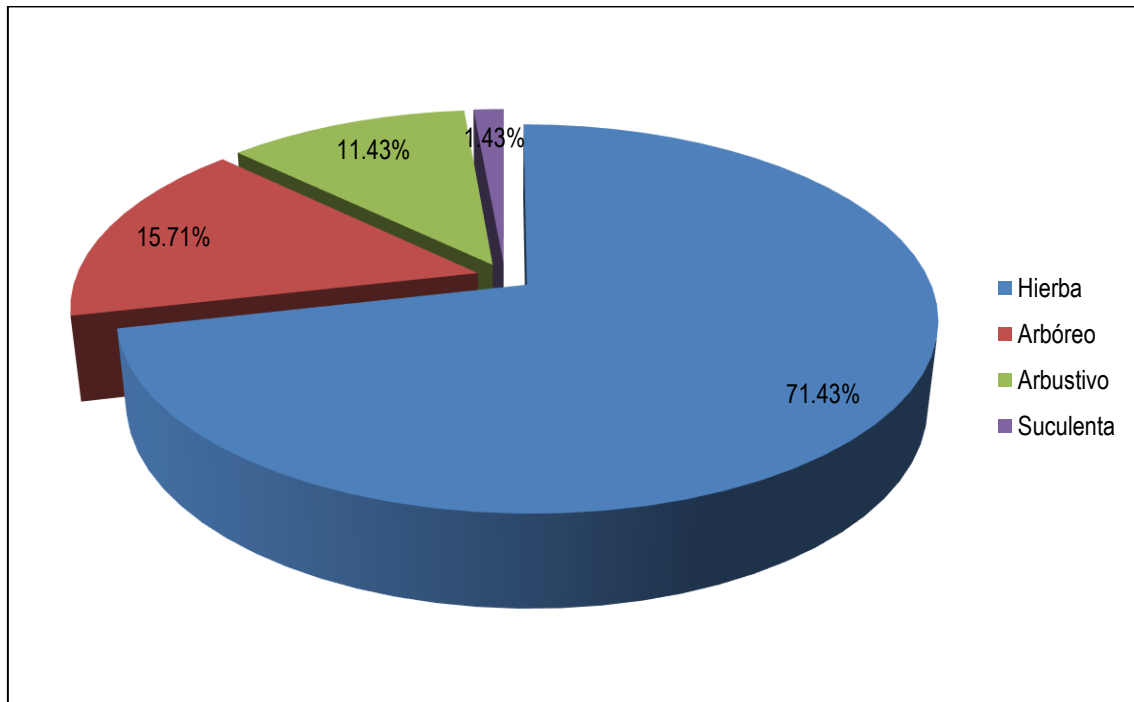


Elaboración: JCI, 2021

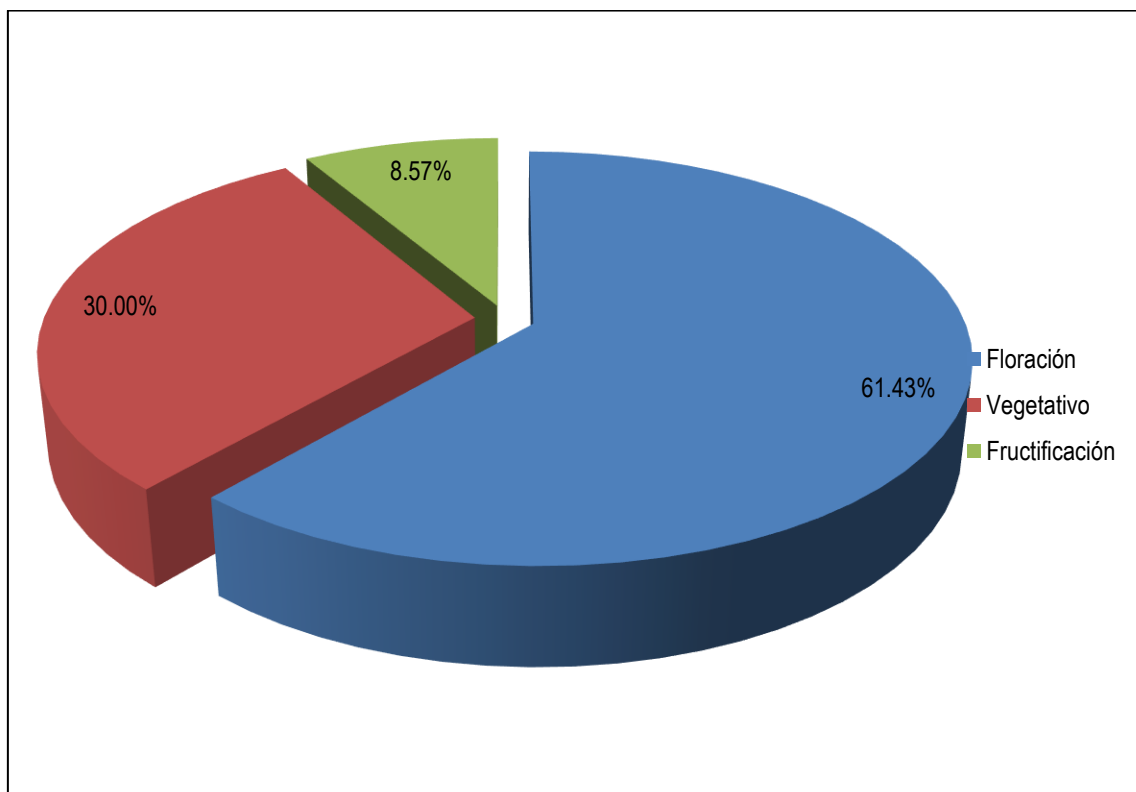
4.2.7.3.4 Formas de crecimiento y fenología

Con relación a la forma de crecimiento, las 70 especies se clasificaron en cuatro (4) formas de crecimiento siendo estas: Hierba, Arbóreo, Arbustivo y Suculenta. El hábito mejor representado fue la comunidad de especies herbáceas con 50 especies equivalentes al 71.43 % del total, seguida del grupo de especies arbóreas con 11 especies, las cuales representan el 15.71 % del total. Las formas de crecimiento arbustivo reunieron ocho (8) especies que representan el 11.43 % del total de la riqueza y finalmente, la forma de crecimiento de menor riqueza fue suculentas que abarcan el 1.43 % con una (1) especie (Gráfico 4.2-4). Al estar la mayor parte del proyecto comprendido dentro del ecosistema de Desierto costero, caracterizado por presentar vegetación escasa, dispersa o restringida a valles o quebradas los cuales presentan un mayor número de especies herbáceas, por lo que los resultados obtenidos se consideran representativos.

Respecto a los estadios fenológicos registrados, estos fueron divididos en tres (3) categorías: floración, fructificación y vegetativo. Se evidenció que el mayor número de especies (43 especies) manifiestan el estado de floración y representan el 61.43 % del total de especies. En segundo lugar, 21 especies vegetales que representan el 30.00 % de la riqueza total se encontraron en el estadio vegetativo. Por último, seis (6) especies (8.57 % de la riqueza total) presentaron el estado fenológico de fructificación (Gráfico 4.2-5). La lista total de formas de crecimiento y fenología por especie se detalla en el Anexo 4.2.1 Cuadro 2-1.

Gráfico 4.2-4 Formas de crecimiento de las especies vegetales registradas

Elaboración: JCI, 2021.

Gráfico 4.2-5 Distribución de estados fenológicos de especies vegetales registradas

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.7.3.5 Riqueza de especies y cobertura vegetal por unidad de vegetación y estación de muestreo

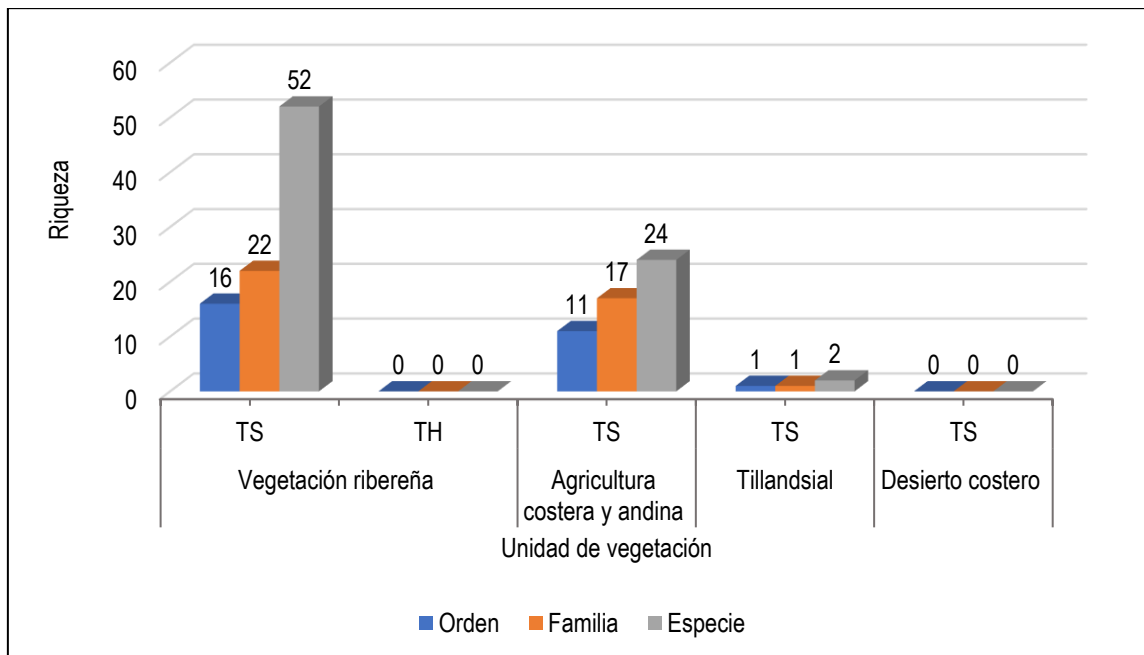
A) Riqueza de especies por unidad de vegetación

Un total de 70 especies fueron registradas, la mayor riqueza fue registrada durante la temporada seca en la Vegetación ribereña con 52 especies, 22 familias y 16 órdenes; mientras que, para la temporada húmeda no se registró especies. En segundo lugar, la unidad de vegetación de Agricultura costera y andina representó menos de la mitad de la riqueza respecto a la Vegetación ribereña, registrando 24 especies, 17 familias y 11 órdenes; seguida del Tillandsial en el cual se reconocieron cualitativamente dos (2) especies del género *Tillandsia* (Familia Bromeliaceae, orden Poales) las cuales presentaron individuos senescentes dispersos en su totalidad, razón por la cual no se consideró para el análisis cuantitativo. Por último, a pesar de que el Desierto costero fue evaluado con un mayor número de unidades de muestreo, no se reportó ninguna especie en esta unidad de vegetación (Gráfico 4.2-6). La lista total de especies por unidad de vegetación se detalla en el Anexo 4.2.1 Cuadro 2-2.

Es importante mencionar que, la vegetación ribereña sufre cambios continuos en su estructura vegetal debido al incremento del caudal a raíz de las precipitaciones, originando sucesiones secundarias tras la pérdida de la vegetación lo cual conlleva a la posterior recuperación del ecosistema (Alcaraz, 2013:15). Entre las primeras especies colonizadoras para esta unidad vegetal se encuentran el sauce *Salix humboldtiana* y el pájaro bobo *Tessaria integrifolia* especies registradas en el área de estudio; por otro lado, las especies herbáceas y arbustivas tardan tiempo en colonizar (Montesinos-Tubée, 2019:34). Así mismo, se debe mencionar que el 85.0 % de las especies registradas en esta unidad de vegetación correspondieron a estos hábitos; por lo descrito y en base a información científica la mejor temporada para evaluar vegetación ribereña correspondería a la temporada seca, de modo que la información recolectada en campo es representativa.

Finalmente, se debe mencionar que un 50 % de la composición florística en el área de estudio corresponde a especies introducidas, exóticas o invasoras, registrando para la Vegetación ribereña un 40 % de estas especies y en Agricultura costera y andina un 70 % en su composición Anexo 4.2.1 Cuadro 2-1.

Gráfico 4.2-6 Distribución de la riqueza de flora entre categorías taxonómicas de orden, familia y especies por unidad de vegetación

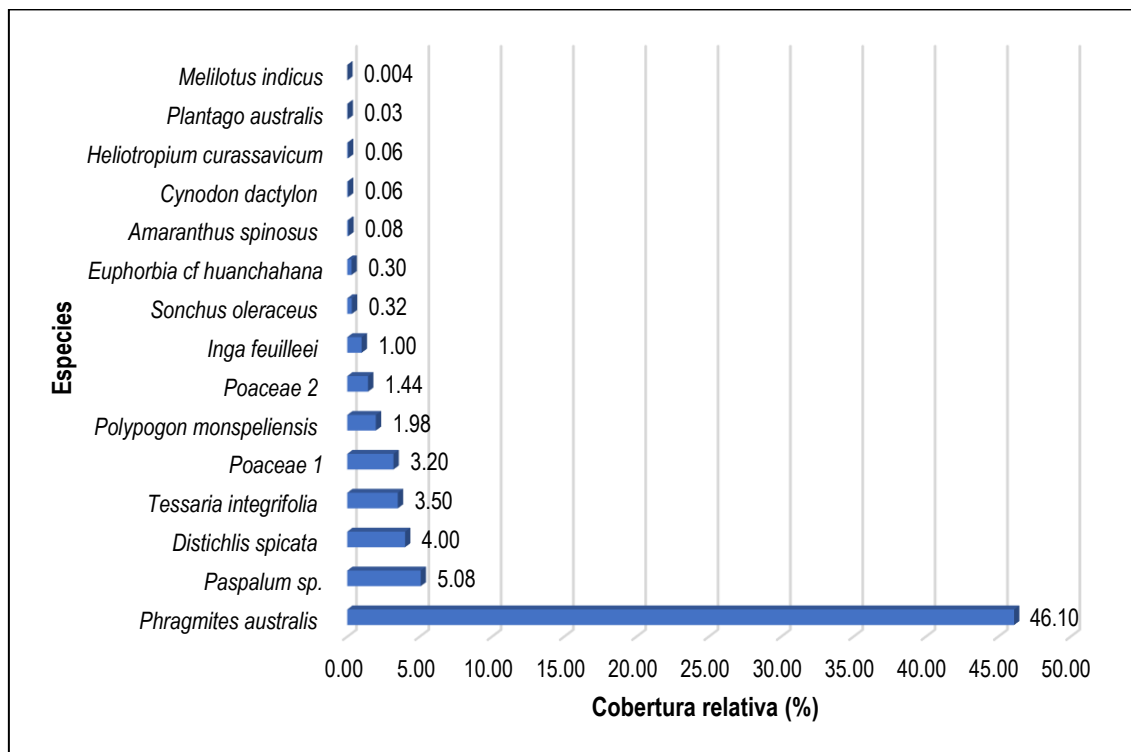


Elaboración: JCI, 2021.

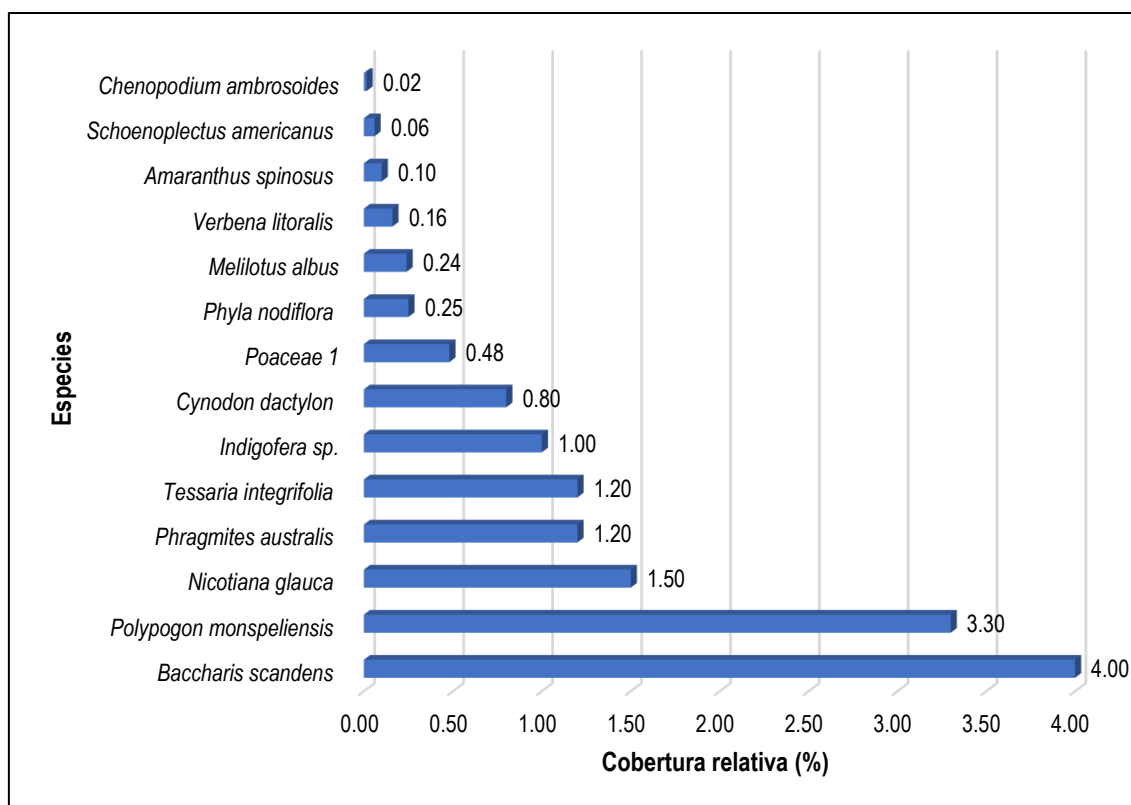
B) Cobertura vegetal por transecto de evaluación en la unidad de Vegetación ribereña

Con respecto a la cobertura vegetal, el análisis fue realizado únicamente en la unidad de Vegetación ribereña, ya que fue la única que registró el componente vegetal de manera cuantitativa, debido a ello se detalla la representatividad de las especies por transecto evaluado. (Anexo 4.2.1 Cuadro 2-4).

La cobertura vegetal presenta en la estación PB5-FI1 fue del 67.2 %; mientras que, la cobertura en la estación PB5-FI2 fue significativamente menor con 14.3 %. Las especies con mayor cobertura vegetal en cada estación fueron *Phragmites australis* (46.10 %) en la estación PB5-FI1 y *Baccharis scandens* (4.00 %) para PB5-FI2 (Gráfico 4.2-7).

Gráfico 4.2-7 Cobertura vegetal en vegetación ribereña (estación PB5-FI1)


Elaboración: JCI, 2021.

Gráfico 4.2-8 Cobertura vegetal en vegetación ribereña (estación PB5-FI2)


Elaboración: JCI, 2021.

4.2.7.3.6 Diversidad de especies

Los resultados de diversidad alfa fueron obtenidos únicamente en las estaciones de Vegetación ribereña. Se aclara que debido a que la riqueza específica es considerada el índice más básico de diversidad, solo se consideran los registros cuantitativos de especies registradas en los transectos de evaluación; así como los valores de abundancia (Cuadro 4.2-4).

En la vegetación ribereña los índices de diversidad fueron altos para la estación PB5-FI1 donde el valor de índice de diversidad de Shannon-Wiener se calculó en 3.11 bits/ind, los cual es considerado una diversidad alta, ya que supera el intervalo entre 1.5 a 3 bits/ind considerado para una diversidad moderada. Para el caso de la estación PB5-FI2, el valor del índice de diversidad de Shannon-Wiener equivale a 2.41 bits/ind por lo que la diversidad de la comunidad vegetal en dicha estación es moderada, con respecto al índice de Simpson la estación PB5-FI1 registró un valor cercano a uno al igual que el índice de equidad de Pielou lo cual indica que la distribución de abundancias de sus especies es similar o equitativa entre sí, a diferencia de la estación PB5-FI2 la cual registró valores significativamente más bajos con un valor de 0.69 probits/individuo para el índice de Simpson y 0.63 para el índice de Pielou lo cual indica una clara dominancia pocas especies como es el caso de *Polypogon monspeliensis* que representó más del 50 % de individuos registrados en este transecto.

Cuadro 4.2-4 Valores de índices de diversidad registradas por estación de muestreo

Unidad de vegetación	Estación de muestreo	Riqueza	Abundancia	1-D	H'	D _{MG}	J'
Desierto Costero	PB1-FI1	-	-	-	-	-	-
	PB2-FI1	-	-	-	-	-	-
	PB3-FI1	-	-	-	-	-	-
	PB6-FI1	-	-	-	-	-	-
	PB1*-FI1	-	-	-	-	-	-
	PB6*-FI1	-	-	-	-	-	-
Tillandsial	PB4-FI1	-	-	-	-	-	-
Vegetación ribereña	PB5-FI1	15	206	0.85	3.11	2.628	0.795
	PB5-FI2	16	107	0.69	2.41	2.782	0.634
Agricultura costera y andina	PB5-FI3	-	-	-	-	-	-

1-D: Índice de diversidad de Simpson, H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener, D_{MG}: Índice de diversidad de Margalef, J': Índice de equidad de Pielou.

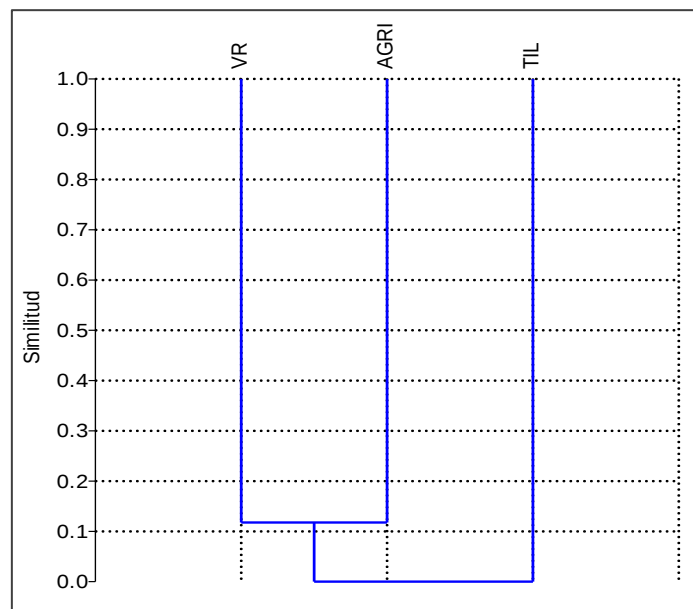
Elaboración: JCI, 2021.

4.2.7.3.7 Análisis de Similitud

Se consideró el análisis de similitud de Jaccard basado en la presencia y ausencia de especies ya que no en todos los transectos de evaluación se obtuvo información cuantitativa o tuvo registro de especies. A partir de este análisis, se determinó que la unidad de vegetación Tillandsial no comparte ninguna especie respecto a la Vegetación ribereña o Agricultura costera y andina las cuales comparten entre si el 11 % de similitud (Gráfico 4.2-9). Respecto a la comparación entre transectos de evaluación, los dendrogramas resultantes presentan una baja similitud entre estaciones pertenecientes a la Vegetación ribereña (PB5-FI1 y PB5-FI2 con el 14.00 %); mientras que, las relaciones con los transectos PB5-FI3 y PB4-FI1 tienen el mismo comportamiento que al

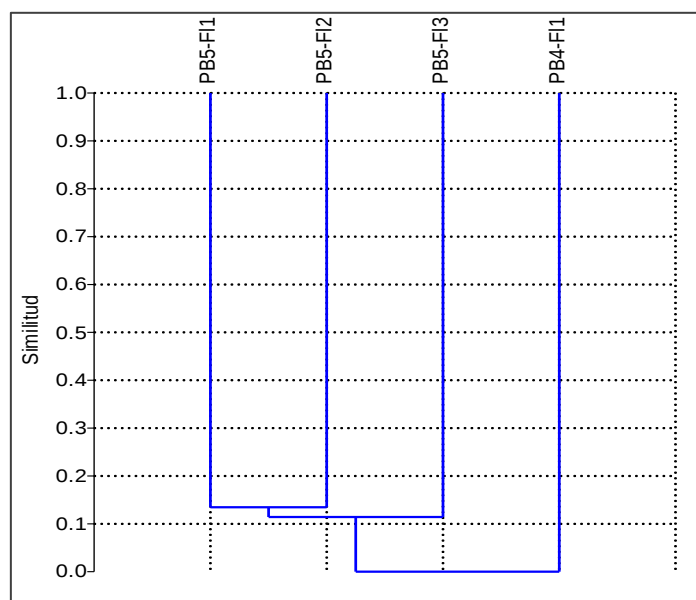
comparar entre unidades de vegetación.

Gráfico 4.2-9 Similitud de Jaccard entre unidades de vegetación



VR: Vegetación ribereña, AGRI: Agricultura costera y andina, TIL: Tillandsial
Elaboración: JCI, 2021

Gráfico 4.2-10 Similitud de Jaccard entre estaciones de muestreo



Elaboración: JCI, 2021

4.2.7.3.8 Especies en categorías de conservación

De las 70 especies registradas solo se registró a *Acacia macracantha* “Huarango” dentro de la categoría Casi Amenazada (NT) según la referencia nacional D.S. 043-2006-AG. De acuerdo con los sistemas internacionales, esta especie no se encuentra categorizada por la IUCN (2020-3) ni por Cites (2021), su representación cartográfica se detalla en el Anexo 4.2.2 Mapas LBB-06C:

Mapa de especies de flora categorizadas para la conservación.

4.2.7.3.9 Especies endémicas y de uso local

No se registraron especies de flora endémica en el área de proyecto.

Cuadro 4.2-5 Especies de flora categorizadas

N.º	Familia	Especie	D.S. 043-2006-AG	IUCN 2020-3	CITES 2021
1	Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i>	NT	-	-

NT: Casi Amenazada

Elaboración: JCI, 2021

4.2.7.4 Conclusiones

- La riqueza de especies vegetales hallada en el área de proyecto es de 70 especies distribuidas en 32 familias taxonómicas, 20 órdenes y tres (3) clases.
- Se determinaron cuatro (4) formas o hábitos de crecimiento: Hierba, Arbóreo, Arbustivo y Suculenta. El hábito mejor representado fue la comunidad de especies herbáceas con 50 especies del total.
- Entre las unidades de vegetación, la mayor riqueza fue registrada en la Vegetación ribereña con 52 especies para la temporada seca; mientras que en húmeda no registró especies, seguida de la unidad de Agricultura costera y andina con 24 especies; mientras que, en el Tillandsial se reportaron dos (2) especies en estado de senescencia. Las zonas de Desierto costero se encontraron desprovistas de vegetación.
- El 50.0 % de las especies registradas en el área de estudio corresponde a especies introducidas o exóticas e invasoras; mientras que, para la vegetación ribereña representan el 40.0 %, y el 70.0 % para la Agricultura costera y andina.
- En la Vegetación ribereña los índices de diversidad fueron altos para la estación PB5-FI1 ($H' = 3.11$ bits/ind, $1-D=0.85$) y moderados en la estación PB5-FI2 ($H' = 2.41$ bits/ind, $1-D = 0.69$).
- Se registró una (1) especie protegida, identificada como *Acacia macracantha* “Huarango” dentro de la categoría Casi Amenazada (NT) según el D.S. 043-2006-AG, correspondiente a legislación peruana. Según referencias internacionales, las bases de la IUCN (2020-3) y Cites (2021) no registran a esta especie como protegida.

4.2.8 Aves

4.2.8.1 Introducción

Las aves son un grupo de organismos que han estado en contacto con el hombre de muy variadas formas, sus principales características por las que son atractivas son sus plumajes y sus llamativos cantos (Navarro 1989:96), sin embargo, la importancia de las aves en la estructura de los ecosistemas, la diversidad de sus formas, su interesante conducta, el misterio de su migración y sobre todo, la facilidad con que son observadas, las han hecho un grupo clave en el desarrollo de las ciencias biológicas (Arizmendi 2001: 997). Por otro lado, la presencia de las especies de aves está estrechamente relacionada con la condición de sus hábitats, pues muchas son sensibles a

cambios mínimos en ellos, por lo cual se les considera como buenos indicadores de perturbación (Sekercioglu 2004: 18042).

El presente informe describe la avifauna del proyecto Fotovoltaico Hanaq Pampa, mediante la línea base biológica en el marco de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), cabe señalar que la presente descripción se realiza en base a los resultados de las evaluaciones llevadas a cabo por JCI Ingeniería & Servicios Ambientales, durante la temporada seca los días 6 al 10 de enero del 2021 y para la temporada húmeda con información secundaria proveniente de la Tesis “Diversidad ornitológica de la parte baja del valle de Ilo” en la cual describe la composición de la avifauna para la unidad de monte ribereño y campos de cultivo (Caira, 2014), las cuales son equivalentes a vegetación ribereña y agricultura costera y andina para la presente caracterización biológica. Así mismo, es importante mencionar que ambas unidades no se encuentran dentro del mapa de coberturas vegetal, sino dentro de unidades antrópicas de cobertura vegetal, por lo cual no amerita su caracterización durante ambas temporadas, sin embargo; se incluye con fines de tener una mejor caracterización de las dos principales estaciones del año hídrico.

Por otro lado, para el caso de la unidad de vegetación Tillandsial según la evaluación realizada del componente flora no se registró individuos vivos del género Tillandsia, sino costras y vestigios de su anterior existencia, por ende, la estación de muestreo no presenta una vegetación estacional, por lo cual excepcionalmente, se realiza la evaluación en un (1) sola temporada, debido a que el cambio de estación no afecta la integridad de la cobertura vegetal (estructura y composición florística) debido a que no hay vegetación alguna a nivel de las comunidades arbóreas, arbustivas y herbáceas principalmente (RM N.º 059-2015-MINAM y RM N.º 455-2018-MINAM), como es el caso del Desierto costero la cual solo fue caracterizado durante la temporada seca.

Es importante mencionar que debido al estado de emergencia y cuarentena nacional causado por el COVID-19 (Decreto Supremo N.º 044-2020-PCM) y la R.M. N.º 108-2020-MINAM, que aprueba las Disposiciones para Realizar el Trabajo de Campo en la Elaboración de la Línea Base de los Instrumentos de Gestión Ambiental que en el capítulo I, artículo 3, se prioriza el uso de información secundaria para la elaboración de la línea base de los instrumentos de gestión ambiental, las cuales deben estar debidamente aprobadas y ser información representativa, confiable y verificable, cuya información utilizada cumple con los términos referencia aprobados y en ese sentido la presente Declaración de Impacto Ambiental, contiene información primaria y secundaria con la finalidad de salvaguardar la salud de las personas.

La caracterización de la avifauna se ha realizado en cuatro (4) unidades de vegetación establecidas con la finalidad de poder detectar las variaciones o cambios en la comunidad de aves en relación con los componentes del proyecto.

Finalmente, la descripción de la avifauna incluye, en primer lugar, la descripción de la composición de especies en toda el área de estudio total y en cada temporada de evaluación; luego de ello se expone el análisis cuantitativo de los datos obtenidos en la evaluación, en el que se incluye el esfuerzo de muestreo, la riqueza, abundancia, diversidad y similitud. Finalmente, se mencionan aspectos cualitativos como el estado de conservación, endemismo; así como la descripción de especies migratorias e indicadoras de EBA, IBAs y Biomas.

4.2.8.2 Metodología

4.2.8.2.1 Evaluación cuantitativa

Para la evaluación de aves terrestres se aplicó el método de puntos de conteo, caracterizado por ser una metodología no limitada a la distancia (Bibby & Charlton, 1991; Bibby et al., 1993), que consiste en el establecimiento de un número de puntos de conteo que en conjunto componen un sitio muestral. En cada estación se establecieron 10 puntos de conteo, cada punto de conteo tuvo una duración de 10 minutos separadas entre sí por 100 metros de distancia como mínimo y con un radio de observación de 50 metros entre cada punto. Las aves fueron registradas por avistamiento directo utilizando binoculares, registro auditivo o avistamiento indirecto mediante evidencias de plumas, restos óseos, nidos, heces, etc.; así mismo se realizaron todo tipo de registros oportunos durante todo el tiempo de permanencia en el área de estudio.

4.2.8.2.2 Determinación taxonómica

Para la identificación de las especies observadas se tuvieron en cuenta las principales características físicas externas, el comportamiento observado, comparando con guías especializadas y mediante el uso de fotografías. Para la determinación taxonómica in situ de las especies observadas se empleó el libro Aves de Perú (Schulenberg et al. 2010). La nomenclatura científica utilizada corresponde a la Clasificación de las Especies de Aves de Sudamérica elaborada por el Comité Sudamericano de Clasificación (SACC, por sus siglas en inglés) de la Unión Americana de Ornitólogos (Remsen et al 2021). El nombre común en español se basó en la lista de Plenge (2020).

4.2.8.2.3 Estaciones de muestreo

Se establecieron 10 puntos de conteo en cada una de las ocho (8) estaciones evaluadas, excepto en la estación PB5 en la cual se establecieron 15 estaciones debido al reconocimiento de dos (2) unidades de vegetación. En cada punto de conteo se registraron las aves de manera visual o auditiva durante un tiempo de 10 minutos, se anotó la información general (código de estación, número de punto de conteo, fecha, hora de inicio y punto de GPS), el tipo de hábitat, las condiciones ambientales y estado de conservación general del punto. En el Cuadro 4.2-6 y Anexo 4.2.2: Mapa LBB-07A y Mapa LBB-07B, se ubican las unidades muestrales correspondientes a la evaluación del grupo biológico de aves dentro de las estaciones de muestreo previamente establecidas.

Cuadro 4.2-6 Estación de muestreo y puntos de conteo para la evaluación de aves

N.º	Estación	Unidad de Muestreo	N.º Unidad Muestral	Unidad de Vegetación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 19 Sur	
					Este	Norte
1	PB1	Puntos de conteo	PB1-Av1	Desierto costero	262 315	8 067 653
2		Puntos de conteo	PB1-Av2	Desierto costero	262 238	8 067 734
3		Puntos de conteo	PB1-Av3	Desierto costero	262 157	8 067 824
4		Puntos de conteo	PB1-Av4	Desierto costero	262 065	8 067 918
5		Puntos de conteo	PB1-Av5	Desierto costero	261 986	8 068 007
6		Puntos de conteo	PB1-Av6	Desierto costero	261 907	8 068 084

Cuadro 4.2-6 Estación de muestreo y puntos de conteo para la evaluación de aves

N.º	Estación	Unidad de Muestreo	N.º Unidad Muestral	Unidad de Vegetación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 19 Sur	
					Este	Norte
7		Puntos de conteo	PB1-Av7	Desierto costero	261 834	8 068 165
8		Puntos de conteo	PB1-Av8	Desierto costero	261 773	8 068 232
9		Puntos de conteo	PB1-Av9	Desierto costero	261 707	8 068 298
10		Puntos de conteo	PB1-Av10	Desierto costero	261 633	8 068 381
11	PB2	Puntos de conteo	PB2-Av1	Desierto costero	261 301	8 067 832
12		Puntos de conteo	PB2-Av2	Desierto costero	261 197	8 067 778
13		Puntos de conteo	PB2-Av3	Desierto costero	261 102	8 067 714
14		Puntos de conteo	PB2-Av4	Desierto costero	260 996	8 067 645
15		Puntos de conteo	PB2-Av5	Desierto costero	260 918	8 067 589
16		Puntos de conteo	PB2-Av6	Desierto costero	260 843	8 067 536
17		Puntos de conteo	PB2-Av7	Desierto costero	260 755	8 067 487
18		Puntos de conteo	PB2-Av8	Desierto costero	260 668	8 067 429
19		Puntos de conteo	PB2-Av9	Desierto costero	260 571	8 067 370
20		Puntos de conteo	PB2-Av10	Desierto costero	260 455	8 067 293
21	PB3	Puntos de conteo	PB3-Av1	Desierto costero	265 458	8 060 509
22		Puntos de conteo	PB3-Av2	Desierto costero	265 378	8 060 619
23		Puntos de conteo	PB3-Av3	Desierto costero	265 317	8 060 708
24		Puntos de conteo	PB3-Av4	Desierto costero	265 251	8 060 790
25		Puntos de conteo	PB3-Av5	Desierto costero	265 188	8 060 873
26		Puntos de conteo	PB3-Av6	Desierto costero	265 123	8 060 966
27		Puntos de conteo	PB3-Av7	Desierto costero	265 069	8 061 033
28		Puntos de conteo	PB3-Av8	Desierto costero	265 020	8 061 101
29		Puntos de conteo	PB3-Av9	Desierto costero	264 979	8 061 162
30		Puntos de conteo	PB3-Av10	Desierto costero	264 905	8 061 230
31	PB4	Puntos de conteo	PB4-Av1	Tillandsial	269 762	8 055 894
32		Puntos de conteo	PB4-Av2	Tillandsial	269 852	8 055 804
33		Puntos de conteo	PB4-Av3	Tillandsial	269 920	8 055 726
34		Puntos de conteo	PB4-Av4	Tillandsial	269 991	8 055 649
35		Puntos de conteo	PB4-Av5	Tillandsial	270 065	8 055 572
36		Puntos de conteo	PB4-Av6	Tillandsial	270 139	8 055 484
37		Puntos de conteo	PB4-Av7	Tillandsial	270 226	8 055 394
38		Puntos de conteo	PB4-Av8	Tillandsial	270 308	8 055 308
39		Puntos de conteo	PB4-Av9	Tillandsial	270 377	8 055 234
40		Puntos de conteo	PB4-Av10	Tillandsial	270 448	8 055 153
41	PB5	Puntos de conteo	PB5-Av1	Vegetación ribereña	267 458	8 057 714

Cuadro 4.2-6 Estación de muestreo y puntos de conteo para la evaluación de aves

N.º	Estación	Unidad de Muestreo	N.º Unidad Muestral	Unidad de Vegetación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 19 Sur	
					Este	Norte
42		Puntos de conteo	PB5-Av2	Vegetación ribereña	267 569	8 057 792
43		Puntos de conteo	PB5-Av3	Vegetación ribereña	267 504	8 057 878
44		Puntos de conteo	PB5-Av4	Vegetación ribereña	267 585	8 057 914
45		Puntos de conteo	PB5-Av5	Vegetación ribereña	267 558	8 058 024
46		Puntos de conteo	PB5-Av6	Vegetación ribereña	267 665	8 057 982
47		Puntos de conteo	PB5-Av7	Vegetación ribereña	267 800	8 057 874
48		Puntos de conteo	PB5-Av8	Vegetación ribereña	267 949	8 057 861
49		Puntos de conteo	PB5-Av9	Vegetación ribereña	267 981	8 058 016
50		Puntos de conteo	PB5-Av10	Vegetación ribereña	268 099	8 058 121
51		Puntos de conteo	PB5-Av11	Agricultura costera y andina	267 922	8 057 940
52		Puntos de conteo	PB5-Av12	Agricultura costera y andina	267 882	8 057 897
53		Puntos de conteo	PB5-Av13	Agricultura costera y andina	267 871	8 057 937
54		Puntos de conteo	PB5-Av14	Agricultura costera y andina	267 772	8 058 004
55		Puntos de conteo	PB5-Av15	Agricultura costera y andina	267 813	8 057 943
56	PB6	Puntos de conteo	PB6-Av1	Desierto costero	263 890	8 062 708
57		Puntos de conteo	PB6-Av2	Desierto costero	263 947	8 062 631
58		Puntos de conteo	PB6-Av3	Desierto costero	264 020	8 062 553
59		Puntos de conteo	PB6-Av4	Desierto costero	264 075	8 062 482
60		Puntos de conteo	PB6-Av5	Desierto costero	264 104	8 062 401
61		Puntos de conteo	PB6-Av6	Desierto costero	264 162	8 062 328
62		Puntos de conteo	PB6-Av7	Desierto costero	264 221	8 062 274
63		Puntos de conteo	PB6-Av8	Desierto costero	264 291	8 062 174
64		Puntos de conteo	PB6-Av9	Desierto costero	264 386	8 062 036
65		Puntos de conteo	PB6-Av10	Desierto costero	264 491	8 061 889
66	PB1*	Puntos de conteo	PB1*-Av1	Desierto costero	262 322	8 070 119
67		Puntos de conteo	PB1*-Av2	Desierto costero	262 416	8 070 156
68		Puntos de conteo	PB1*-Av3	Desierto costero	262 525	8 070 206
69		Puntos de conteo	PB1*-Av4	Desierto costero	262 650	8 070 244
70		Puntos de conteo	PB1*-Av5	Desierto costero	262 732	8 070 143
71		Puntos de conteo	PB1*-Av6	Desierto costero	262 836	8 070 035
72		Puntos de conteo	PB1*-Av7	Desierto costero	262 909	8 069 950
73		Puntos de conteo	PB1*-Av8	Desierto costero	262 991	8 069 866
74		Puntos de conteo	PB1*-Av9	Desierto costero	263 062	8 069 786
75		Puntos de conteo	PB1*-Av10	Desierto costero	263 130	8 069 711

Cuadro 4.2-6 Estación de muestreo y puntos de conteo para la evaluación de aves

N.º	Estación	Unidad de Muestreo	N.º Unidad Muestral	Unidad de Vegetación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 19 Sur	
					Este	Norte
76	PB6*	Puntos de conteo	PB6*-Av1	Desierto costero	263 798	8 068 211
77		Puntos de conteo	PB6*-Av2	Desierto costero	263 813	8 068 098
78		Puntos de conteo	PB6*-Av3	Desierto costero	263 832	8 067 998
79		Puntos de conteo	PB6*-Av4	Desierto costero	263 831	8 067 879
80		Puntos de conteo	PB6*-Av5	Desierto costero	263 829	8 067 757
81		Puntos de conteo	PB6*-Av6	Desierto costero	263 846	8 067 651
82		Puntos de conteo	PB6*-Av7	Desierto costero	263 816	8 067 558
83		Puntos de conteo	PB6*-Av8	Desierto costero	263 824	8 067 431
84		Puntos de conteo	PB6*-Av9	Desierto costero	263 822	8 067 307
85		Puntos de conteo	PB6*-Av10	Desierto costero	263 821	8 067 203
* Estación adicional						

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.8.3 Resultados

4.2.8.3.1 Esfuerzo de muestreo

Siguiendo las pautas de muestreo planteadas en la Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (RM N.º 455-2018-MINAM), el esfuerzo de muestreo consistió en la evaluación de cuatro (4) unidades de vegetación en la cual se establecieron ocho (8) estaciones de muestreo en función a la extensión del área del proyecto. Debido a que el Desierto costero presenta la mayor extensión, este contó con (6) estaciones de muestreo con 10 puntos de conteo por estación de muestreo, realizando un esfuerzo total de 60 puntos de conteo. Las unidades de vegetación restantes estuvieron representadas por una (1) estación de muestreo con 10 puntos de conteo para el Tillandsial y la Vegetación ribereña, mientras que, solo cinco (5) puntos de conteo para Agricultura costera y andina debido a su menor extensión dentro de la estación PB5. (ver Cuadro 4.2-7).

Cuadro 4.2-7 Esfuerzo de muestreo para aves de ambientes terrestres

Unidad de vegetación	Puntos de Conteo/ Estación	Estaciones de muestreo	Esfuerzo Total
Desierto costero	10	6	60
Tillandsial	10	1	10
Vegetación ribereña	10	1	10
Agricultura costera y andina	5		5
Total		8	85

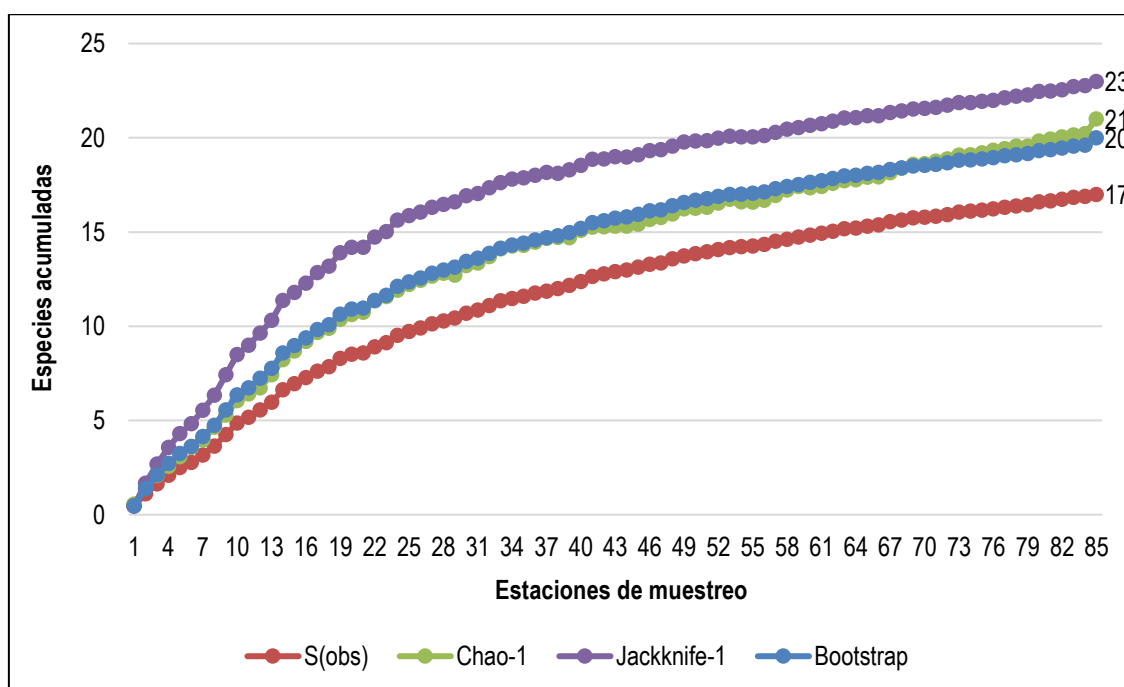
Elaboración: JCI, 2021.

4.2.8.3.2 Acumulación de especies

El total de especies de aves registradas fue de 17 especies en las cuatro (4) unidades de vegetación evaluadas; considerando que los registros de aves se basan en conteos de individuos (abundancias), se emplearon los estimadores Chao-1, Jackknife-1 y Bootstrap, con la finalidad de conocer la representación de la riqueza registrada en el área de estudio.

Según el estimador Bootstrap, se determinó una riqueza esperada de 20 especies, por lo cual el muestreo logró una representación del 85.00 % según este estimador. Según el estimador Chao-2, se estimó que la comunidad de aves en el área de proyecto estaría conformada por 21 especies, representando el 80.95 % del total esperado. De modo similar, el estimado Jackknife-1 estima un total de 23 especies presentes, de las cuales se representó el 73.91 % con este estimador (Gráfico 4.2-11).

Gráfico 4.2-11 Curva de acumulación de especies de aves



S(obs): Especies observadas

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.8.3.3 Composición de la comunidad

Para el análisis de composición total se utilizó la información recolectada durante las evaluaciones llevadas en la temporada seca los días 6 al 10 de enero del 2021 y complementado con información secundaria para la temporada húmeda correspondiente a la Tesis “Diversidad ornitológica de la parte baja del valle de Ilo” en la cual describe la composición de la avifauna para la unidad de monte ribereño y campos de cultivo (Caira, 2014), las cuales son equivalentes a vegetación ribereña y agricultura costera y andina para la presente caracterización biológica.

Es importante mencionar que, si bien la información secundaria no pertenece al área de estudio, se encuentra próxima a ella, así mismo, se realizó un análisis previo en gabinete corroborando que dichos instrumentos presentan unidades de vegetación similares a las registradas en el área proyecto Fotovoltaico Hanaq Pampa (vegetación ribereña y agricultura costera y andina) esto nos

ha permitido realizar la caracterización de las unidades de vegetación de manera referencial a través de un análisis a nivel de riqueza para completar la información de la temporada húmeda, dada a sus características semejantes registradas en el área de estudio.

Por tanto, durante ambas temporadas (seca y húmeda) se determinaron un total de 41 especies, distribuidas en 18 familias y 12 órdenes (ver Cuadro 4.2-8).

Los resultados para la composición de la comunidad de aves a partir de información cuantitativa durante la temporada seca determinaron la presencia de 17 especies de aves distribuidas en 14 familias taxonómicas y 1 órdenes, mientras que, en la temporada húmeda con la información cualitativa se registró 32 especies, 16 familias y 11 órdenes (Cuadro 4.2-8).

La lista total de especies registrada durante la temporada seca se detalla en el Anexo 4.2.1 Cuadro 3-1 según las unidades de vegetación y el Cuadro 3-2 según estaciones de muestreo.

Cuadro 4.2-8 Lista de especies de aves registradas

N.º	Orden	Familia	Especie	Nombre común	TS	TH*
1	Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula cyanoptera</i>	pato colorado	X	
2	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	tórtola melódica		X
3	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	tórtola orejuda	X	X
4	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	tortolita peruana		X
5	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	garrapatero de pico estriado	X	X
6	Apodiformes	Trochilidae	<i>Myrtis fanny</i>	estrellita de collar púrpura		X
7	Apodiformes	Trochilidae	<i>Rhodopis vesper</i>	colibrí de oasis	X	X
8	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	colibrí de vientre rufo	X	
9	Gruiformes	Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	rascón plumizo		X
10	Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	polla de agua común		X
11	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	huaco común	X	X
12	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	garcita estriada		X
13	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	garcita bueyera		X
14	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	garza grande		X
15	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	garcita tricolor		X
16	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	garcita blanca		X
17	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	garcita azul		X
18	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	gallinazo de cabeza roja	X	X
19	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	aguilucho variable		X
20	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	aguilucho de pecho negro	X	
21	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium peruanum</i>	lechucita peruana	X	
22	Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	lechuza terrestre	X	
23	Strigiformes	Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	lechuza de oreja corta		X

Cuadro 4.2-8 Lista de especies de aves registradas

N.º	Orden	Familia	Especie	Nombre común	TS	TH*
24	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	cernícalo americano	X	X
25	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>	cotorra de frente escarlata		X
26	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	mosquerito silbador	X	
27	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	fío-fío de cresta blanca		X
28	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes reguloides</i>	torito de cresta pintada		X
29	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	mosquero bermellón		X
30	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maclovianus</i>	dormilona de cara oscura		X
31	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Agriornis montanus</i>	arriero de pico negro		X
32	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	golondrina azul y blanca	X	X
33	Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i>	cachirla amarillenta		X
34	Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	gorrión casero	X	
35	Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	gorrión de collar rufo	X	X
36	Passeriformes	Thraupidae	<i>Conirostrum cinereum</i>	pico-de-cono cinéreo	X	X
37	Passeriformes	Thraupidae	<i>Porphyrospiza alaudina</i>	fringilo de cola bandeada	X	
38	Passeriformes	Thraupidae	<i>Xenospingus concolor</i>	fringilo apizarrado		X
39	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila telasco</i>	espiguero de garganta castaña		X
40	Passeriformes	Icteridae	<i>Leistes bellicosus</i>	pastorero peruano		
41	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	tordo brillante		X
Total de especies					17	32

TS=Temporada seca, TH=Temporada húmeda: Tesis "Diversidad ornitológica de la parte baja del valle de Ilo (Caira, 2014)

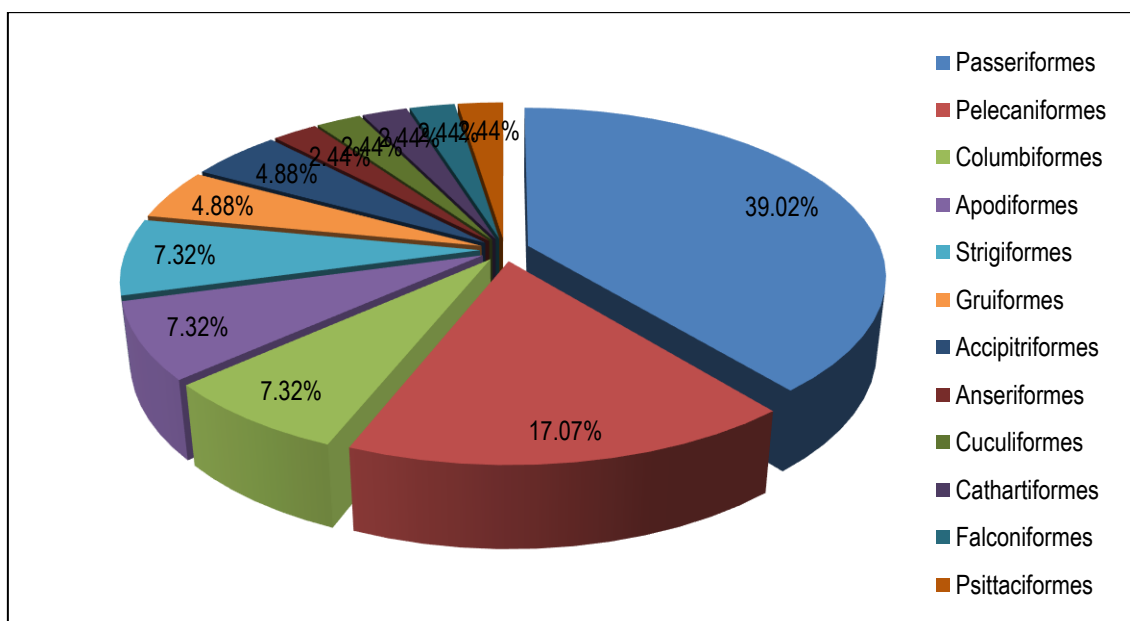
(*) Información secundaria

Elaboración: JCI, 2021.

Respecto a la composición taxonómica por órdenes, se observó que el orden Passeriformes reúne a 16 especies y representa en primer lugar entre los órdenes de mayor riqueza con el 39.02 %, seguido por el orden Pelecaniformes con siete (7) especies y una representación del 17.07 %, asimismo, los órdenes Columbiformes, Apodiformes y Strigiformes cada uno con una contribución a la riqueza del 7.32 % (3 especies). Los siete (7) órdenes restantes registraron solo una (1) especie con el 2.44 % de representatividad cada una (Gráfico 4.2-12).

El orden Passeriformes comprende el 46 % de todas las aves registradas a nivel mundial, por lo que representa el orden más abundante dentro de esta clase (Machado y Peña 2000: 337), este orden es el grupo más especializado de todos, registrando para América del Sur 1999 especies entre residentes y migratorias (Remsen et. al. 2020), desempeña un papel ecológico fundamental puesto que cumplen funciones como controladores de poblaciones de insectos, dispersores de semilla y polinizadores, por lo cual se les considera un componente importante en la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales (Kattan et al. 1996: 17).

Gráfico 4.2-12 Composición porcentual de las especies de aves a nivel orden taxonómico



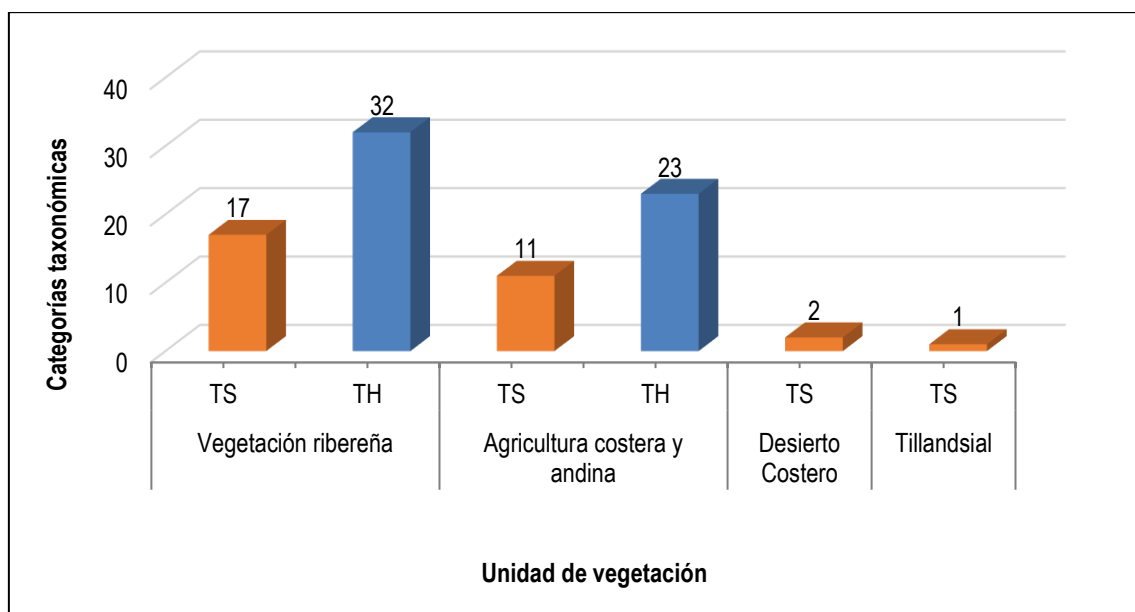
Elaboración: JCI, 2021

4.2.8.3.4 Riqueza y abundancia por unidad de vegetación y estación de muestreo

A) Riqueza de especies por unidad de vegetación

Entre las unidades de vegetación, la mayor riqueza de aves fue registrada en la Vegetación ribereña con 32 especies registradas en la temporada húmeda, mientras que, en la temporada seca fue de 17 especies. En segundo lugar, la unidad de vegetación Agricultura costera y andina con una riqueza de 23 y 11 especies para la temporada húmeda y seca respectivamente; seguido del Desierto costero en la cual se reconocen dos (2) especies durante la temporada seca. Finalmente, en el Tillandsial, la riqueza de especies fue representada por una (1) especie (ver Gráfico 4.2-13). La lista total de especies por unidad de vegetación se detalla en el Anexo 4.2.1 Cuadro 3-1.

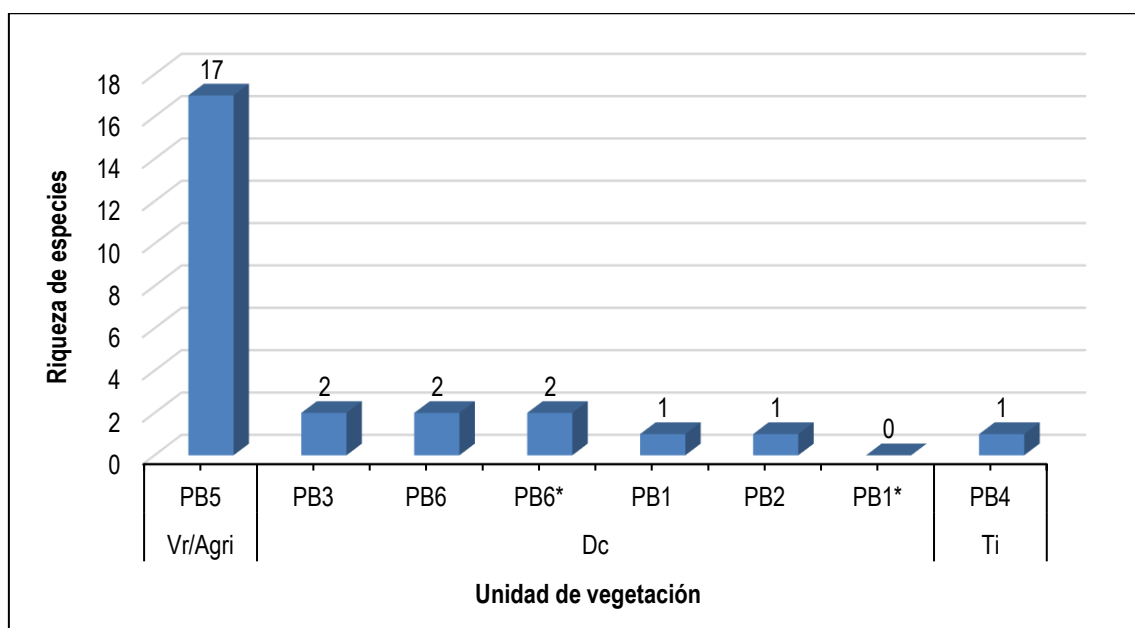
Gráfico 4.2-13 Distribución de la riqueza de aves entre categorías taxonómicas de orden, familia y especies por unidad de vegetación



TS=Temporada seca, TH=Temporada húmeda
Elaboración: JCI, 2021.

Respecto a la riqueza cuantitativa por estación de muestreo, destaca que el transecto PB-5 que representó a las unidades de vegetación Agricultura costera y andina y Vegetación ribereña en simultáneo, presentó el total de especies registradas en el área de muestreo (17 especies). Por otra parte, entre las estaciones ubicadas en la unidad de Desierto costero se encuentran tres (3) estaciones con dos (2) especies como son los transectos PB3, PB6 y PB6* (Gráfico 4.2-14). La lista total de especies por estación de muestreo se detalla en el Anexo 4.2.1 Cuadro 3-2.

Gráfico 4.2-14 Distribución de la riqueza de aves entre estaciones de muestreo

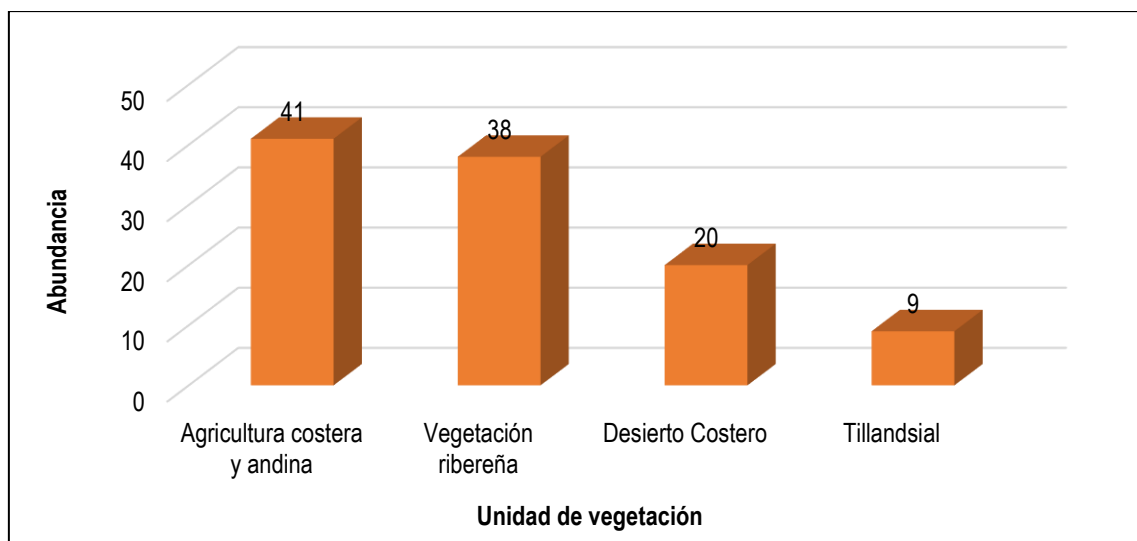


Vr: Vegetación ribereña, Agri: Agricultura costera y andina, Dc: Desierto Costero, Ti: Tillandsial
Elaboración: JCI, 2021.

B) Abundancia por estaciones de muestreo y unidades de vegetación

Con respecto a la abundancia de aves por unidad de vegetación, se observa el mayor número de registros (41 individuos) para Agricultura costera y andina, seguida de la Vegetación ribereña con 38 individuos, es importante mencionar que ambas unidades son colindantes. En el Desierto costero, se registró 20 individuos y nueve (9) individuos para el Tillandsial (Gráfico 4.2-15).

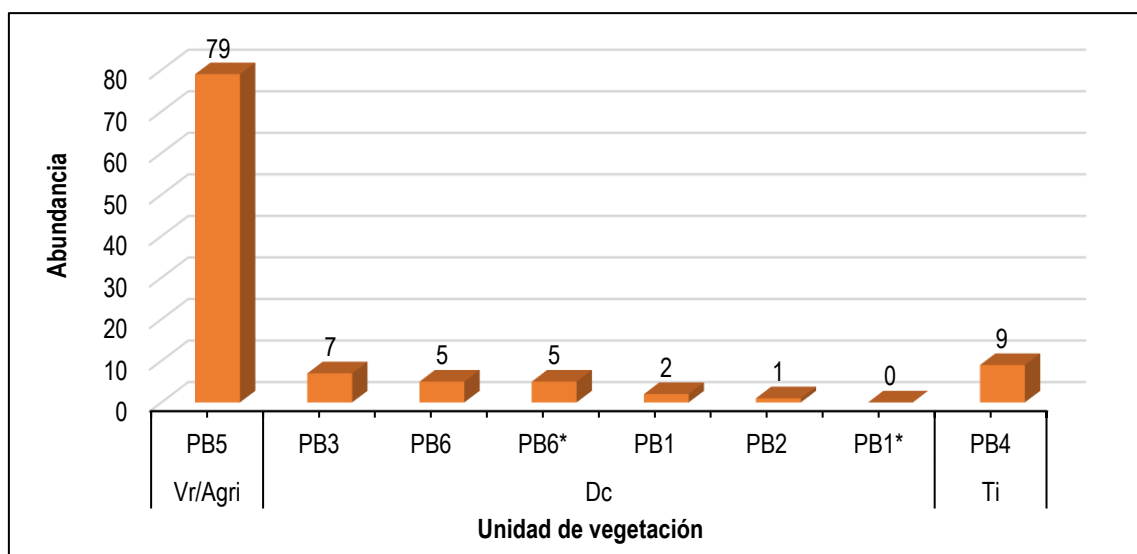
Gráfico 4.2-15 Abundancias de aves según unidad de vegetación



Elaboración: JCI, 2021

De modo similar, entre estaciones de muestreo, la estación PB5 que combina los registros de Vegetación ribereña y Agricultura costera y andina presentó 120 individuos registrados y el segundo lugar corresponde a la estación PB4 de Tillandsial representada por nueve (9) individuos (Gráfico 4.2-16).

Gráfico 4.2-16 Abundancias de aves según estación de muestreo



Vr: Vegetación ribereña, Ac: Área de cultivo, Dc: Desierto Costero, Ti: Tillandsial

Elaboración: JCI, 2021

4.2.8.3.5 Diversidad de especies

Los resultados de diversidad alfa fueron obtenidos en todas las estaciones de evaluación excepto PB1* por ausencia de registros. En la vegetación ribereña los índices de diversidad fueron altos para el transecto PB5, donde el valor de índice de diversidad de Shannon-Wiener se calculó en 3.46 bits/ind correspondiente a una diversidad alta, que junto al índice de diversidad de Simpson (0.877 probits/ind) muestra el valor de mayor diversidad entre las estaciones restantes las cuales presentan entre una (1) o dos (2) especies lo cual para casos como las estaciones PB1, PB2, PB3, PB6 y PB4 que presentan una (1) especie, muestra índices de diversidad equivalentes a cero independientemente de sus abundancias (Cuadro 4.2-9).

Cuadro 4.2-9 Valores de índices de diversidad registradas por estación de muestreo

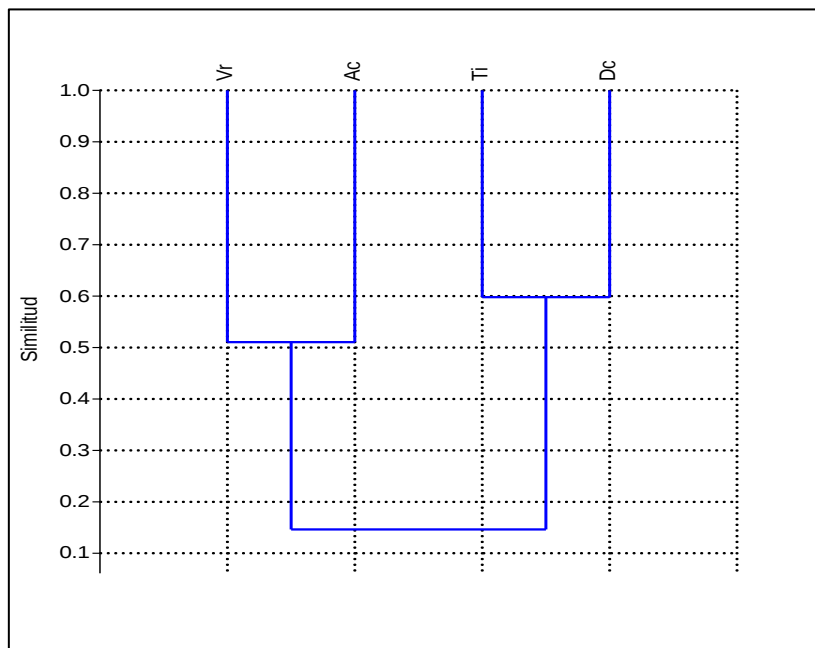
Unidad de vegetación	Estación de muestreo	Riqueza	Abundancia	H'	1-D	D _{MG}	J'
Desierto Costero	PB1	1	2	0	0	0	0
	PB2	1	1	0	0	0	0
	PB3	2	7	0.86	0	0.51	0.86
	PB6	2	5	0.72	0	0.62	0.72
	PB1*	0	0	-	-	-	-
	PB6*	2	5	0.97	0.48	0.621	0.97
Tillandsial	PB4	1	9	0	0	0	0
Vegetación ribereña	PB5	13	38	3.38	0.89	3.30	0.91
Agricultura costera y andina		11	41	2.93	0.83	2.69	0.85

1-D: Índice de diversidad de Simpson, H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener, D_{MG}: Índice de diversidad de Margalef, J': Índice de equidad de Pielou.

Elaboración: JCI, 2021.

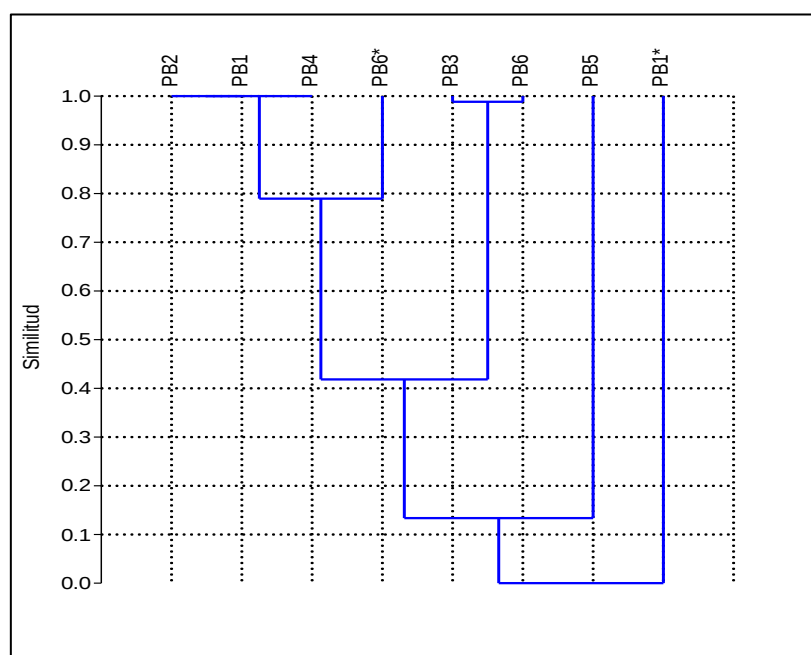
4.2.8.3.6 Análisis de similitud

Se consideró el análisis de similitud a nivel cuantitativo con el índice de Morisita basado en el número de individuos registrados por estación y unidad de vegetación. A partir de este análisis, se determinó que las unidades Tillandsial (Ti) y el Desierto costero (Dc) con un 59.08 % de similitud, mientras que, Agricultura costera y andina junto a la Vegetación ribereña presentaron una comunidad de aves del 51.06 % similar (Gráfico 4.2-17).

Gráfico 4.2-17 Similitud de Morisita entre unidades de vegetación


VR: Vegetación ribereña, Ac: Agricultura costera y andina, Ti: Tillandsial, Dc: Desierto Costero
Elaboración: JCI, 2021

Respecto la comparación entre unidades de muestreo, el dendrograma resultante presenta alta similitud entre las estaciones PB1, PB2 y PB4 al 100 % de similitud, mientras que, PB3 y PB6 presentó una similitud del 98.85 %. Se observa la baja similitud de las estaciones PB5 y PB1* con el resto de las estaciones, debido a que la composición de aves hallada para PB5 presentó un alto número de especies, un escenario que ninguna otra unidad de vegetación comparte, mientras que en PB1* no hubo registro alguno (ver Gráfico 4.2-18).

Gráfico 4.2-18 Similitud de Morisita entre Unidades de Vegetación


Elaboración: JCI, 2021.

4.2.8.3.7 Especies en categorías de conservación

- **Especies en alguna categoría de conservación nacional**

En el área de estudio se ha registrado una (1) especies dentro de la lista de categorización de especies amenazadas de fauna silvestre (D.S. N.º 004-2014-MINAGRI), la especie *Xenospingus concolor* “Fringilo apizarrado” en la categoría Vulnerable (VU), (ver Cuadro 4.2-10). Es importante mencionar que esta especie se registró en la temporada húmeda.

Lista roja de la UICN

Las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN tienen por objeto servir como un sistema de fácil comprensión para clasificar a las especies de alto riesgo de extinción global (UICN, 2020-3). Según los criterios de la IUCN se consideran las categorías: En peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi amenazado (NT) y Preocupación menor (LC).

Las 41 especies identificadas en la presente evaluación se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC), estas especies son de amplia distribución y con poblaciones abundantes, por lo que no cumplen los criterios para incluirlos en las tres primeras categorías; ver Cuadro 4.2-10.

Apéndice de Cites

De las 41 especies registradas, 10 especies están dentro del apéndice II; *Rhodopis vesper* “Colibrí de Oasis”, *Amazilia amazilia* “Colibrí de vientre rufo” *Myrtis fanny* “Estrellita de collar purpura”, *Geranoaetus polyosoma* “Aguilucho variable”, *Geranoaetus melanoleucus* “Aguilucho de pecho negro”, *Glaucidium peruanum* “Lechucita peruana”, *Athene cunicularia* “Lechuza terrestre” *Asio flammeus* “Lechuza de oreja corta”, *Falco sparverius* “Cernícalo americano” y *Psittacara wagleri* “Cotorra de frente escarlata”.

El apéndice II comprende todas las especies que, sin estar actualmente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia, y aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que también deberán sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control del comercio en las especies (Cites, 2021). (ver Cuadro 4.2-10).

La representación cartográfica de las especies presentes en el Apéndice II durante la temporada seca, se detalla en el Anexo 4.2.2 Mapas LBB-07C: Mapa de especies de aves categorizadas de interés para la conservación.

Áreas de Endemismo de Aves EBAs e IBAs

Se utilizó bibliografía especializada para verificar la presencia de especies de aves indicadoras en aquellos EBAs e IBAs, que se traslapan con el área de estudio. Estas áreas constituyen una de las prioridades mundiales de conservación de la biodiversidad porque contienen un número importante de especies de aves y grupos de flora y fauna valiosa (Salinas et. al. 2007:14).

En este sentido, se reporta una (1) especie de ave *Xenospingus concolor* “Fringilo apizarrado” dentro de la EBA 052 Vertiente pacífica de Perú y Chile; mientras que, *Spatula cyanoptera* “Pato colorado”, es una especie indicadora del IBA PE-048 Lagunas de Ite.

Endemismo

Para el área de estudio, se registró una (1) especie endémica *Xenospingus concolor* “Fringilo apizarrado” para la temporada húmeda (ver Cuadro 4.2-10).

Biomás

No se registró especies indicadora del Bioma (ver Cuadro 4.2-10).

Especies migratorias

Para la CMS (2020) dos especies se encuentran en el Apéndice II, *Cathartes aura* "Gallinazo de cabeza roja" y *Spatula cyanoptera* "Pato colorado". Sin embargo, en nuestro país son especies residentes. Así mismo, se registró una (1) especie migratoria boreal (NB) *Muscisaxicola maclovianus* "Dormilona de cara oscura" con la información cualitativa de la temporada húmeda (ver Cuadro 4.2-10).

Cuadro 4.2-10 Especies de aves categorizadas

N.º	Familia	Especie	Nombre común	TS	TH*	DS N.º 004-2014-MINAGRI	SERFOR 2018	IUCN 2020-3	CITES 2021	CMS 2020	Endémica	IBA	EBA	Bioma	Migratorio
1	Anatidae	<i>Spatula cyanoptera</i>	pato colorado	X	-	-	-	LC	-	Apéndice II	-	PE 048	-	-	-
2	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	tórtola melódica	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
3	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	tórtola orejuda	X	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
4	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	tortolita peruana	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
5	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	garapatero de pico estriado	X	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
6	Trochilidae	<i>Myrtis fanny</i>	estrellita de collar púrpura	-	X	-	-	LC	Apéndice II	-	-	-	-	-	-
7	Trochilidae	<i>Rhodopis vesper</i>	colibrí de oasis	X	X	-	-	LC	Apéndice II	-	-	-	-	-	-
8	Trochilidae	<i>Amazilis amazilia</i>	colibrí de vientre rufo	X		-	-	LC	Apéndice II	-	-	-	-	-	-
9	Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	rascón plumizo	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
10	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	polla de agua común	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
11	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	huaco común	X	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
12	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	garcita estriada	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
13	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	garcita bueyera	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
14	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	garza grande	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
15	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	garcita tricolor	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
16	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	garcita blanca	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
17	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	garcita azul	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
18	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	gallinazo de cabeza roja	X	X	-	-	LC	-	Apéndice II	-	-	-	-	-
19	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	aguilucho variable	-	X	-	-	LC	Apéndice II	-	-	-	-	-	-

Cuadro 4.2-10 Especies de aves categorizadas

N.º	Familia	Especie	Nombre común	TS	TH*	DS N.º 004-2014-MINAGRI	SERFOR 2018	IUCN 2020-3	CITES 2021	CMS 2020	Endémica	IBA	EBA	Bioma	Migratorio
20	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	aguilucho de pecho negro	X	-	-	-	LC	Apéndice II	-	-	-	-	-	-
21	Strigidae	<i>Glaucidium peruanum</i>	lechucita peruana	X	-	-	-	LC	Apéndice II	-	-	-	-	-	-
22	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	lechuza terrestre	X	-	-	-	LC	Apéndice II	-	-	-	-	-	-
23	Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	lechuza de oreja corta	-	X	-	-	LC	Apéndice II	-	-	-	-	-	-
24	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	cernícalo americano	X	X	-	-	LC	Apéndice II	-	-	-	-	-	-
25	Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>	cotorra de frente escarlata	-	X	-	-	LC	Apéndice II	-	-	-	-	-	-
26	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	mosquerito silbador	X	-	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
27	Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	fío-fío de cresta blanca	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
28	Tyrannidae	<i>Anairetes reguloides</i>	torito de cresta pintada	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
29	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	mosquero bermellón	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
30	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maclovianus</i>	dormilona de cara oscura	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	NB
31	Tyrannidae	<i>Agriornis montanus</i>	arriero de pico negro	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
32	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	golondrina azul y blanca	X	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
33	Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i>	cachirla amarillenta	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
34	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	gorrión casero	X	-	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
35	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	gorrión de collar rufo	X	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
36	Thraupidae	<i>Conirostrum cinereum</i>	pico-de-cono cinéreo	X	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
37	Thraupidae	<i>Porphyrospiza alaudina</i>	fringilo de cola bandeada	X	-	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
38	Thraupidae	<i>Xenospingus concolor</i>	fringilo apizarrado	-	X	VU	VU	LC	-	-	E	-	EBA 052	-	-

Cuadro 4.2-10 Especies de aves categorizadas

N.º	Familia	Especie	Nombre común	TS	TH*	DS N.º 004-2014-MINAGRI	SERFOR 2018	IUCN 2020-3	CITES 2021	CMS 2020	Endémica	IBA	EBA	Bioma	Migratorio
39	Thraupidae	<i>Sporophila telasco</i>	espiguero de garganta castaña	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
40	Icteridae	<i>Leistes bellicosus</i>	pastorero peruano	-	-	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-
41	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	tordo brillante	-	X	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	-

TS=Temporada seca, TH=Temporada húmeda, (*) Información secundaria Tesis "Diversidad ornitológica de la parte baja del valle de Ilo (Caira, 2014).

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.8.4 Conclusiones

- La comunidad de aves utilizando información primaria y secundaria registró un total de 41 especies, 18 familias y 12 órdenes.
- Durante la temporada seca se registró 17 especies, distribuidas en 14 familias taxonómicas y 10 órdenes, mientras que, en la temporada húmeda registró 32 especies, 16 familias y 11 órdenes.
- Entre las unidades de vegetación, la mayor riqueza fue registrada en la Vegetación ribereña con 32 y 17 especies durante la temporada húmeda y seca respectivamente, seguida de Agricultura costera y andina con 23 y 11 especies húmeda y seca respectivamente.
- El mayor número de individuos fue registrado en Agricultura costera y andina (41 individuos), seguida de la Vegetación ribereña con 38 individuos.
- En la Vegetación ribereña los índices de diversidad fueron altos para la estación PB5 ($H' = 3.38$ bits/ind, $1-D=0.89$).
- Se registró una (1) especie *Xenospingus concolor* “fringilo apizarrado” bajo categoría vulnerable (VU) según legislación nacional (D.S. N.º 004-2014-MINAGRI, Serfor 2018).
- No hubo registros en categorías de amenaza a nivel internacional (IUCN, 2020-3). Las 41 especies se encuentran en la categoría preocupación menor (LC).
- De las 41 especies, 10 especies se encuentran dentro del apéndice II de la Cites (2021); *Rhodopsis vesper* “colibrí de oasis”, *Amazillis amazilia* “colibrí de vientre rufo”, *Myrtis fanny* “estrellita de collar purpura”, *Geranoaetus polyosoma* “aguilucho variable”, *Geranoaetus melanoleucus* “aguilucho de pecho negro”, *Glaucidium peruanum* “Lechucita peruana”, *Athene cunicularia* “lechuza terrestre” *Asio flammeus* “lechuza de oreja corta”, *Falco sparverius* “cernícalo americano” y *Psittacara wagleri* “Cotorra de frente escarlata”.
- Para la CMS (2020) dos (2) especies se encuentran en el Apéndice II, *Cathartes aura* “gallinazo de cabeza roja” y *Spatula cyanoptera* “pato colorado”.
- Se registró una (1) especie endémica *Xenospingus concolor* “Fringilo apizarrado” y dentro de la EBA 052 Vertiente pacífica de Perú y Chile.
- No se registró especies indicadoras de Biomas.
- La especie *Spatula cyanoptera* es indicadora del IBA PE-048 “Lagunas de Ite”
- No se registró especies de uso local.

4.2.9 Mamíferos menores

4.2.9.1 Introducción

Los mamíferos menores son importantes elementos de los ecosistemas, ya que influyen en la estructura, composición y dinámica de las comunidades al realizar actividades como dispersión de semillas (Brewer y Rejmanek 1999: 165-174), polinización (Fleming y Sosa, 1994: 845-851; Carthew y Goldingay 1997: 104-108), regulación de poblaciones de insectos (Yahner y Smith, 1991: 113-120; Cook *et al.*, 1995: 1234-1238) y como alimento para mamíferos mayores o carnívoros (Greene 1988: 1-152; Wright *et al.* 1994: 301-326). Además, los pequeños mamíferos son componentes clave en los procesos de sucesión y regeneración de las selvas tropicales, debido a que juegan un papel importante en la dispersión o depredación de semillas, control biológico de insectos, polinización, sus poblaciones son abundantes y sirven de base a la cadena

trófica, manteniendo a algunos carnívoros primarios como reptiles, aves, y mamíferos medianos, por lo que su presencia así como las fluctuaciones en sus abundancias, se reflejan en las poblaciones de sus depredadores (Adler 1998:243, Nupp 1998: 1235).

4.2.9.2 Metodología

4.2.9.2.1 Evaluación cuantitativa

La evaluación de mamíferos menores fue dirigida hacia las comunidades terrestres y voladoras. Para los mamíferos menores terrestres, se aplicaron técnicas de captura viva, que consiste en el uso de métodos de trampeo, las mismas que corresponden al uso de trampas Sherman. Se establecieron transectos de 300 metros por cada estación, en las que se colocaron 30 trampas dobles (2 trampas Sherman), con separaciones de 10 metros; el tiempo de permanencia corresponde a una (1) noche. Las trampas fueron revisadas al día siguiente, considerando que, si hay captura, se siguen los procedimientos de identificación y manipulación de individuos aplicando medidas de seguridad correspondientes.

4.2.9.2.2 Evaluación cualitativa

Para evaluar los mamíferos menores voladores se utilizó un detector acústico. Esta herramienta permite determinar la ocurrencia y actividad de especies de murciélagos con ayuda de dispositivos de grabación y análisis de ultrasonido. Su actividad relativa puede ser cuantificada a través del número de pases por intervalo de tiempo estandarizado. El detector acústico fue instalado y activado en cada estación de muestreo (en quebradas, grietas o entradas de cuevas), por el lapso de dos horas al día (18:00 h a 20:00 h), coincidiendo con el horario de mayor actividad de este tipo de especies (Minam, 2015).

4.2.9.2.3 Determinación taxonómica

Para la determinación sistemática y nomenclatura se emplearon las referencias bibliográficas para mamíferos menores terrestres y voladores apoyadas por fuentes bibliográficas especializadas como Pearson (1958), Hershkovitz (1962), Carleton & Musser (1989) y Steppan (1998). Los nombres comunes se basaron en información actualizada de la lista de mamíferos del Perú (Pacheco et al. 2002: 530).

4.2.9.2.4 Estaciones de muestreo

Para mamíferos menores terrestres, se establecieron ocho (8) estaciones de muestreo, donde en cada una se instaló un transecto de trampas, con excepción de la estación PB5 en el cual se identificó dos (2) unidades de vegetación en las cuales se estableció un transecto de trampas en cada una de ellas, totalizando nueve (9) transectos de evaluación para mamíferos menores terrestres. En cada transecto se anotó la información general sobre la unidad de muestreo (código de estación, número de punto de conteo, fecha, hora de inicio y coordenadas iniciales y finales de GPS), el tipo de hábitat, las condiciones ambientales y estado de conservación general del punto. Se presenta a continuación la ubicación geográfica de las estaciones de muestreo y los transectos establecidos en el área de estudio (Cuadro 4.2-11, Anexo 4.2.2 Mapa LBB-08A y Mapa LBB-08B) correspondiente al mapa de ubicación de transectos de evaluación de mamíferos menores.

Cuadro 4.2-11 Ubicación de las estaciones y transectos para la evaluación de mamíferos menores terrestres

Estación de Muestreo	Unidad de vegetación	Zona 19 K UTM WGS 84					
		Inicio			Final		
		Este	Norte	Altitud	Este	Norte	Altitud
PB1-Me01	Desierto costero	262 090	8 067 886	1292	261 863	8 068 104	1295
PB2-Me02	Desierto costero	260 839	8 067 460	1280	261 094	8 067 617	1285
PB3-Me03	Desierto costero	265 460	8 060 512	981	265 269	8 060 723	1021
PB4-Me04	Tillandsial	270 081	8 055 572	777	269 883	8 055 798	794
PB5-Me05	Agricultura costera y andina	267 930	8 057 937	263	267 761	8 058 005	263
PB5-Me06	Vegetación ribereña	267 960	8 057 866	275	268 102	8 058 119	275
PB6-Me07	Desierto costero	263 891	8 062 693	1055	264 075	8 062 448	1066
PB1*-Me08	Desierto costero	262 868	8 069 994	1298	262 656	8 070 205	1298
PB6*-Me09	Desierto costero	263 824	8 067 554	1307	263 817	8 067 858	1293

Elaboración: JCI, 2021

Para mamíferos menores voladores, se establecieron cinco (5) transectos de muestreo acústico representativas de las unidades de vegetación en el área del proyecto. Se presenta a continuación la ubicación geográfica de las estaciones de muestreo establecidos en el área de estudio (Cuadro 4.2-12, Anexo 4.2.2 Mapa LBB-09A).

Cuadro 4.2-12 Ubicación de las estaciones y transectos para la evaluación de mamíferos menores voladores

Estación de Muestreo	Unidad de vegetación	Zona 19 K UTM WGS 84					
		Inicio			Final		
		Este	Norte	Elevación	Este	Norte	Elevación
PB1-Mv01	Desierto costero	261 668	8 068 450	1294	261 863	8 068 104	1295
PB4-Me04	Tillandsial	269 985	8 055 459	770	269 955	8 055 842	798
PB5-Mv05	Agricultura costera y andina	267 930	8 057 937	263	267 761	8 058 005	263
PB5-Mv06	Vegetación ribereña	268 235	8 057 866	282	268 059	8 058 067	276
PB6-Mv07	Desierto costero	263 891	8 062 693	1055	264 094	8 062 713	1039

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.9.3 Resultados

4.2.9.3.1 Esfuerzo de muestreo

Siguiendo las pautas de muestreo planteadas en la Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (RM N.º 455-2018-MINAM), el esfuerzo consistió en la evaluación de ocho (8) estaciones de muestreo y nueve (9) transectos de evaluación, cada una con 60 trampas Sherman, a lo largo de transectos de 300 metros de longitud. El esfuerzo de muestreo estuvo enfocado principalmente en número de transectos, así como total de trampas-noche expresado en un total de 540 trampas-noche (Cuadro 4.2-13).

Cuadro 4.2-13 Esfuerzo de muestreo realizado para la evaluación de mamíferos menores

Unidad de vegetación	Trampas	Noches	Transectos	Esfuerzo Total (trampas-noche)
Desierto costero	60	1	6	360
Tillandsial	60	1	1	60
Vegetación Ribereña	60	1	1	60
Agricultura costera y andina	60	1	1	60
Total			9	540

Elaboración: JCI, 2021

De acuerdo con el plan de investigación aprobado, el muestreo acústico de mamíferos menores voladores se realizó por periodos de grabación de dos (2) horas entre las 18:00 a 22:00 empleando detectores acústicos instalados en cada unidad de vegetación, con un mayor esfuerzo en el Desierto Costero debido a su extensión (2 estaciones), (Cuadro 4.2-14).

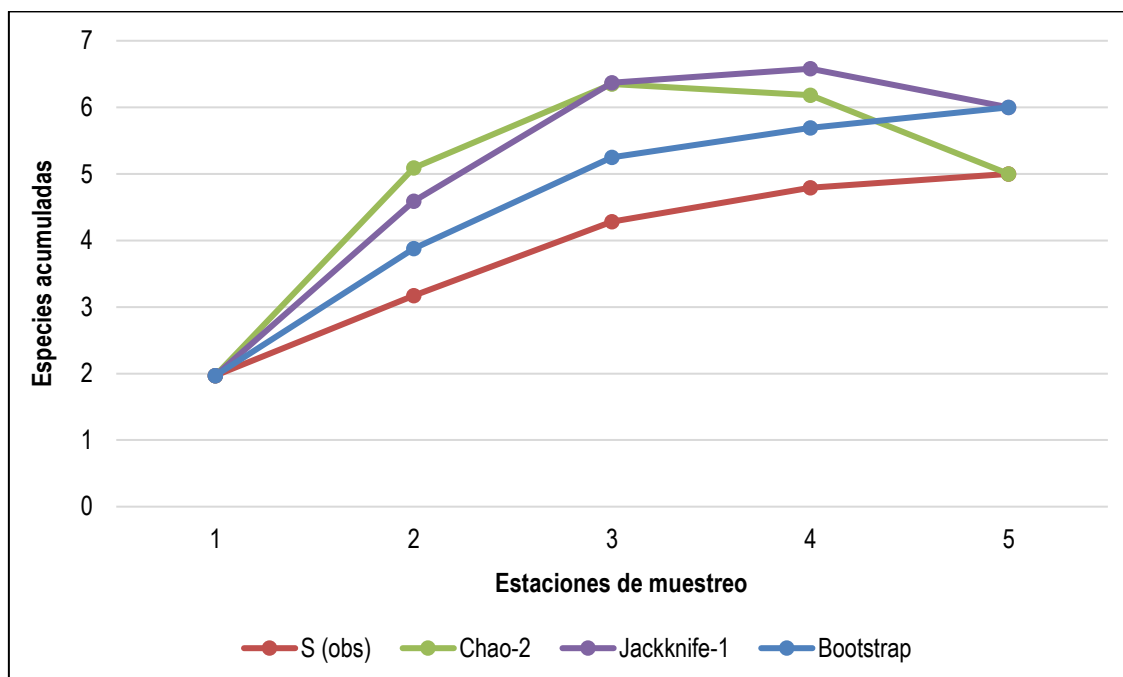
Cuadro 4.2-14 Esfuerzo de muestreo realizado para la evaluación de mamíferos menores voladores

Unidad de vegetación	Estación	Horas de grabación	Esfuerzo de Muestreo (Horas-noche)
Desierto costero	2	2	4
Tillandsial	1	2	2
Vegetación Ribereña	1	2	2
Agricultura costera y andina	1	2	2
Total			10

Elaboración: JCI, 2021

4.2.9.3.2 Acumulación de especies

No se puede estimar la curva de acumulación de especies, debido a la ausencia de registros de roedores obtenidos mediante captura viva empleando las metodologías descritas. Para el caso de mamíferos menores voladores, los registros acústicos están limitados a las zonas de vegetación de Agricultura costera y andina y Vegetación ribereña, y adicionalmente los registros fueron cualitativos ya que no es posible determinar un número de individuos exacto a partir de registros acústicos. Por ello se emplearon estimadores basados en información cualitativa (Chao-2) y los estimadores no paramétricos Jackknife 1 y Bootstrap, lo cual determinó representatividad del 100 % (Chao-2) y 86.6 % (Jackknife-1 y Bootstrap). La riqueza de especies en el estudio (5 especies) representa al menos el 86.6 % la riqueza (Gráfico 4.2-19).

Gráfico 4.2-19 Curva de acumulación de especies de mamíferos menores voladores

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.9.3.3 Composición de la comunidad y riqueza de especies

Debido a la ausencia de información sobre la riqueza y composición de la comunidad de mamíferos menores durante la temporada húmeda, fue necesario realizar una búsqueda de información histórica que permita determinar las especies potenciales de mamíferos en el área de estudio. Evidencias en estudios científicos muestran listados de 60 especies de mamíferos pertenecientes al dominio terrestre (Zeballos et al. 2001) y 48 especies de mamíferos menores tanto terrestres y voladores (Pari et al. 2018) en la vertiente occidental de los andes peruanos desde ambientes a nivel del mar hasta zonas altoandinas y periglaciares. No obstante, se realizó una selección de las especies de mamíferos menores silvestres presentes entre los 100 a 1600 m.s.n.m. ya que este rango altitudinal comprende hábitats similares al área de estudio y a una distancia máxima de 100 km del área del proyecto en ambientes costeros con lo cual se determinó un conjunto de 10 especies de mamíferos menores potencialmente presentes en el área de estudio (Cuadro 4.2-15).

Adicionalmente, se incluyen las especies de mamíferos menores registradas por Tersur 3 S.A.C. como parte del proyecto “Línea de transmisión eléctrica 220 kV Montalvo-Los Héroes y subestaciones asociadas” realizado en los departamentos de Tacna y Moquegua cuyo estudio de impacto ambiental fue aprobado mediante R.D. N.º 565-2017-MEM/DGAEE. Los mamíferos menores registrados en este reciente instrumento de gestión ambiental se realizaron entre los 400 m hasta los 1450 m a lo largo de sus 129 km en ambientes costeros del sur del Perú alcanzando un total de cinco (5) especies agrupando roedores (2 especies) y quirópteros (3 especies). Por lo anterior, la representación de la riqueza de mamíferos menores obtenida durante la evaluación en campo en el proyecto Hanaq Pampa resulta adecuada para la comunidad de mamíferos menores la cual se encuentra conformada por 12 especies de mamíferos potencialmente presentes en ambientes de extrema aridez de la costa sur del Perú (Cuadro 4.2-15).

Las especies de mamíferos menores nativos potencialmente presentes en el área de estudio se

distribuyen en dos (2) órdenes: Chiroptera (8 especies: *Amorphochilus schnablii*, *Desmodus rotundus*, *Histiotus montanus*, *Myotis atacamensis*, *Mormopterus kalinowskii*, *Promops davisoni*, *Tadarida brasiliensis* y *Eumops perotis*) y Rodentia (4 especies: *Akodon cf. mollis*, *Oligoryzomys arenalis*, *Phyllotis amicus* y *Phyllotis limatus*). Los análisis posteriores, relacionados a distribución de riqueza y estado de conservación incluyen solamente a las especies observadas durante la evaluación en el área del proyecto Hanaq Pampa.

Cuadro 4.2-15 Lista de especies de mamíferos menores registrados

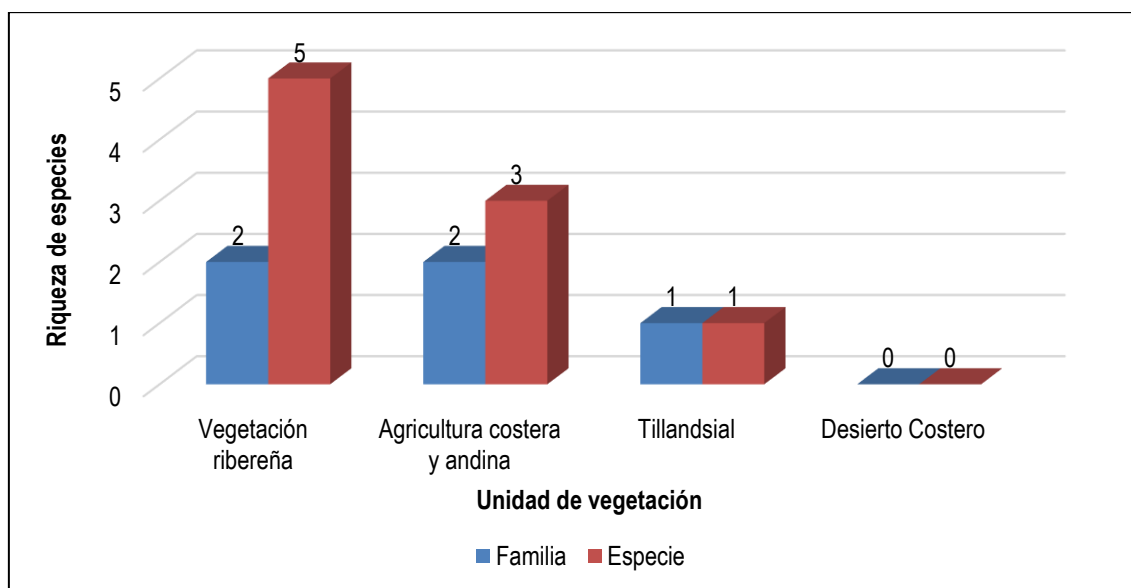
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Zaballos et al. (2001)	Tesur 3 (2017)	Temporada Seca 2020
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon cf. mollis</i>	ratón campestre moreno		x	
Rodentia	Cricetidae	<i>Oligoryzomys arenalis</i>	ratón arrozalero del desierto	x		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis amicus</i>	ratón orejón amigo	x		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	ratón orejón de lima	x	x	x
Chiroptera	Furipteridae	<i>Amorphochilus schnablii</i>	murciélago ahumado	x		
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	murciélago vampiro	x		
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis atacamensis</i>	murciélaguito de atacama	x	x	x
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Histiotus montanus</i>	murciélago insectívoro orejón	x	x	x
Chiroptera	Molossidae	<i>Promops davisoni</i>	murciélago mastín de Davison	x		x
Chiroptera	Molossidae	<i>Mormopterus kalinowskii</i>	murciélago de cola libre de kalinowski	x	x	
Chiroptera	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	murciélago de cola	x		x
Chiroptera	Molossidae	<i>Eumops perotis</i>	murciélago de bonete			x
Riqueza Total				10	5	6

Zaballos et al. 2001. Diversidad y conservación de los mamíferos de Arequipa, Perú

Tesur 3 2017. Informe Final del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) del Proyecto "Línea de transmisión eléctrica 220 kV Montalvo-Los Héroes y subestaciones asociadas"

Elaboración: JCI, 2021.

Gráfico 4.2-20 Distribución de la riqueza de mamíferos menores entre categorías taxonómicas de familia y especies por unidad de vegetación



Elaboración: JCI, 2021

Debido a que la información fue principalmente de carácter cualitativo con ausencia de registros de captura no se pueden obtener registros de abundancia y, por consiguiente, los análisis de diversidad alfa y beta no pueden ser determinados.

4.2.9.3.4 Especies en categorías de conservación

Del total de seis (6) especies de mamíferos menores (entre roedores y murciélagos) presentes en el área de estudio, se reportan dos (2) especies de murciélagos categorizados según referencias nacionales. Para el caso de *Myotis atacamensis* y *Promops davisoni* sus categorías de conservación corresponde a Vulnerable (D.S. N.º 004-2014-MINAGRI ni SERFOR, 2018).

Así mismo, sistemas internacionales como IUCN (2020-3) reconocen a *M. atacamensis* como especie Casi Amenazada (NT) y a *Promops davisoni* se le asigna la categoría de Datos Deficientes (DD) lo cual no permite clasificar esta especie con la información actual sobre su distribución y biología. Otros referentes internacionales como Cites (2021) no reportan especies de importancia para conservación, sin embargo, según la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de animales silvestres (CMS, 2020) la especie *Tadarida brasiliensis* se encuentra dentro del apéndice I, correspondiente a especies de comportamiento migratorio actualmente muy amenazadas por actividades antrópicas (Cuadro 4.2-1). Su representación cartográfica se detalla en el Anexo 4.2.2 Mapas LBB-09B: Mapa de especies de mamíferos menores y voladores categorizadas para la conservación.

Cuadro 4.2-16 Especies de mamíferos menores categorizados

Especie	Nombre común	DS N.º 004-2014- MINAGRI	Serfor 2018	IUCN 2020-3	Cites 2021	CMS 2020
<i>Myotis atacamensis</i>	murcielaguito de atacama	VU	VU	NT	-	-
<i>Promops davisoni</i>	murciélago mastín de Davison	VU	VU	DD	-	-
<i>Tadarida brasiliensis</i>	murciélago de cola	-	-	LC	-	I

VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazado, DD: Datos Deficientes, LC: Preocupación menor, I: Apéndice I.
Elaboración: JCI, 2021

4.2.9.3.5 Especies endémicas y de uso local

No se registraron especies endémicas o de uso local de mamíferos menores en el área de proyecto.

4.2.9.4 Conclusiones

- Se identificó a partir de registros de presencia y ausencia de especies, que la comunidad de mamíferos menores terrestres se caracteriza por reunir a seis (6) especies de mamíferos, entre las cuales una (1) especie corresponde a los mamíferos menores terrestres y cinco (5) a mamíferos menores voladores.
- El área de estudio presenta una riqueza potencial de 12 especies de mamíferos menores a partir de revisiones históricas, sin embargo, estudios correspondientes a instrumentos de gestión ambiental recientes reportan una riqueza similar de mamíferos menores a la obtenida en la presente evaluación (5 especies) por lo que el resultado en la caracterización se considera representativo.
- No se realizó capturas de mamíferos menores terrestres por el cual no se presentó datos sobre la abundancia.
- Para el caso de los mamíferos menores voladores, no fue posible determinar el número exacto de individuos a partir de registros acústicos.
- Fuera del diseño de muestreo, se hallaron carcasas de *Phyllotis limatus* “Ratón orejón de Lima” el cual es una especie frecuente de hallar en zonas desérticas del sur de Lima.
- Se registraron cinco (5) especies de murciélagos insectívoros pertenecientes a dos (2) familias en el área de evaluación.
- En general, se registran tres (3) especies de mamíferos menores voladores bajo alguna categoría de conservación o listas de especies migratorias de acuerdo con sistemas nacionales o internacionales.

4.2.10 Mamíferos mayores

4.2.10.1 Introducción

Los grandes carnívoros o mamíferos mayores son considerados importantes agentes ecológicos en ecosistemas terrestres, ya que pueden ejercer un efecto de control sobre los herbívoros, afectando indirectamente la abundancia y composición de la vegetación (Terborgh et al.,

2001:1923 Rumiz 2010: 56). Los mamíferos grandes pueden ser indicadores de condiciones ecológicas y del estado de conservación de ambientes, aunque, a veces, no son especies fáciles de contar o evaluar en su demografía. Sin embargo, los registros de presencia y ausencia de especies por grupos ecológicos y/o su contribución en la cosecha de cacería local son útiles para caracterizar la integridad faunística en sitios con distinto grado de disturbio (Navarro et al., 2008:7) y para establecer esquemas de monitoreo de impactos antrópicos o del cambio climático (Rumiz 2010:62).

4.2.10.2 Metodología

4.2.10.2.1 Evaluación semicuantitativa

La evaluación de mamíferos mayores se realizó mediante la búsqueda de evidencias directas (avistamiento) o indirectas (fecas, restos óseos, madrigueras, huellas, etc.) de los individuos, en un transecto de 1 km por cada estación de muestreo. Los recorridos fueron realizados durante el día, entre las 07:00 y 17:00 horas, caminando a una velocidad promedio de 1.5 km/h. Todos los registros observados fueron georreferenciados, fotografiados y caracterizados en su momento de encuentro.

Según Boddicker et al. (2002), se determinarán los índices de Ocurrencia (IO) e Índice de Abundancia (IA) obtenidos de multiplicar el valor de un tipo de evidencia (Anexo 4.2.1 Cuadro 1-1 y Cuadro 1-2) por el número de veces en que fue registrado; la sumatoria de todos los productos indica el IA (se considera abundante a una especie cuando el valor de si IA es mayor o igual a 20). El Índice de Ocurrencia (IO) provee una lista de evidencias a las cuales se les asigna un puntaje y cuando los puntos acumulados alcanzan a un límite (10) se concluye que la especie está presente en el sitio. Se considera esta un análisis semicuantitativo ya que no permite conocer el número de individuos en la comunidad, sin embargo, convierte en un índice cuantitativo el número de ocasiones en las que se observan registros indirectos.

4.2.10.2.2 Estaciones de muestreo

Se presenta la ubicación geográfica de los transectos de evaluación en cada una de las estaciones de muestreo establecidas (Cuadro 4.2-17, Anexo 4.2.2 Mapa LBB-09: Transectos de evaluación de mamíferos mayores).

Cuadro 4.2-17 Ubicación de los transectos para la evaluación de mamíferos mayores

Estación de Muestreo	Unidad de vegetación	Zona 19 K UTM WGS 84					
		Inicio			Final		
		Este	Norte	Altitud	Este	Norte	Altitud
PB1-Ma01	Desierto Costero	262 286	8 067 623	1294	261 634	8 068 367	1294
PB2-Ma02	Desierto Costero	261 288	8 067 827	1282	260 459	8 067 303	1282
PB3-Ma03	Desierto Costero	265 452	8 060 513	981	264 873	8 061 305	1049
PB4-Ma04	Tillandsial	269 786	8 055 924	809	270 433	8 055 138	769
PB5-Ma05	Vegetación ribereña	267 920	8 057 908	258	267 843	8 057 954	258
PB5-Ma06	Agricultura costera y andina	267 745	8 057 897	256	268 140	8 058 132	274
PB6-Ma07	Desierto Costero	263 611	8 063 008	1104	263 920	8 062 653	1078

Cuadro 4.2-17 Ubicación de los transectos para la evaluación de mamíferos mayores

Estación de Muestreo	Unidad de vegetación	Zona 19 K UTM WGS 84					
		Inicio			Final		
		Este	Norte	Altitud	Este	Norte	Altitud
PB1*-Ma08	Desierto Costero	263 131	8 069 707	1297	262 456	8 070 450	1302
PB6*-Ma9	Desierto Costero	263 809	8 067 194	1306	263 810	8 068 197	1278

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.10.3 Resultados

4.2.10.3.1 Esfuerzo de muestreo

Siguiendo las pautas de muestreo planteadas en la Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (RM N.º 455-2018-MINAM), el esfuerzo consistió en la evaluación de ocho (8) estaciones de muestreo en el cual se instalaron nueve (9) transectos de evaluación de 1 km no necesariamente lineal en caso el terreno de evaluación no presente condiciones adecuadas para el libre desplazamiento. El esfuerzo de muestreo estuvo enfocado principalmente en la distancia recorrida por el evaluador (Cuadro 4.2-18).

Cuadro 4.2-18 Esfuerzo de muestreo realizado para la evaluación de mamíferos mayores

Unidad de vegetación	Distancia recorrida km	Transectos	Distancia recorrida (Esfuerzo total)
Desierto costero	1	6	6 km
Tillandsial	1	1	1 km
Vegetación Ribereña	1	1	1 km
Agricultura costera y andina	1	1	1 km
Total		9	9 km

Elaboración: JCI, 2021.

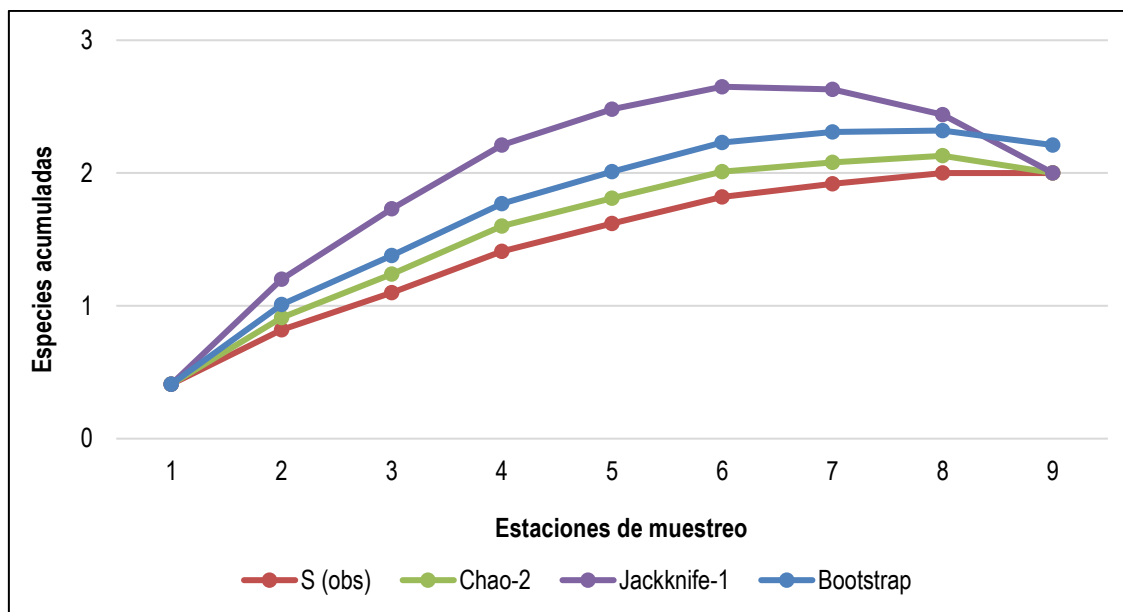
4.2.10.3.2 Acumulación de especies

En total de especies de mamíferos mayores registrados fue de dos (2) especies entre los nueve (9) transectos evaluados pertenecientes a cuatro (4) unidades de vegetación evaluadas. Considerando que los registros de mamíferos terrestres se basan en registros de presencia o ausencia, por lo que se emplearon los estimadores Chao-2, Jackknife-1 y Bootstrap.

Según los estimadores Jackknife-1 y Chao-2, se estima un total de dos (2) especies esperadas presentes en el área de proyecto, de las cuales se representó el 100 % mientras que, para el estimador Bootstrap, un ligero aumento del número de especies esperadas (2.21 especies) con una representatividad del 90.5 %, sin embargo, podemos interpretar que a partir del esfuerzo de

muestreo aplicado podría esperarse registrar una especie más de mamífero perteneciente al grupo de mamíferos mayores (Gráfico 4.2-21).

Gráfico 4.2-21 Curva de acumulación de especies de mamíferos mayores



S(obs): Especies observadas
Elaboración: JCI, 2021.

4.2.10.3.3 Composición de la comunidad

Los resultados para la composición de la comunidad de mamíferos mayores a partir de información semicuantitativa determinaron la presencia de dos (2) especies distribuidas en dos (2) familias taxonómicas y dos (2) órdenes (Cuadro 4.2-19). La lista total de especies registrada se detalla en el Anexo 4.2.1 Cuadro 4-3 según unidades de vegetación y estaciones de muestreo. De este modo, se aprecia que los órdenes Carnívora y Lagomorpha o familias Canidae y Leporidae contribuyen en la misma proporción (50 %) a la estructura de la comunidad.

Debido a la ausencia de información sobre la riqueza y composición de la comunidad de mamíferos mayores durante la temporada húmeda, se realizó una comparación con registro históricos obtenidos por estudios científicos-históricos en la vertiente occidental del sur del Perú, específicamente en localidades entre los 100 a 1600 m s. n. m. y a una distancia máxima de 100 km del área del proyecto Hanaq Pampa (Zeballos et al. 2001). De esta manera se determinó que un conjunto de cuatro (4) especies de mamíferos mayores presentan una distribución en hábitats similares al del área de estudio (Cuadro 4.2-19).

Adicionalmente, se compararon los registros obtenidos con los resultados de Tersur 3 S.A.C. realizados como parte del proyecto “Línea de transmisión eléctrica 220 kV Montalvo-Los Héroes y subestaciones asociadas” realizado en los departamentos de Tacna y Moquegua cuyo Estudio de Impacto Ambiental fue aprobado mediante R.D. N.º 565-2017-MEM/DGAE. Este estudio registró las mismas especies de mamíferos mayores que las halladas en el proyecto Hanaq Pampa, determinando la presencia de *Lycalopex culpaeus* a partir de evidencias indirectas como heces y huellas y a *Lepus europaeus* a través de avistamientos. Por lo anterior, la representación de la riqueza de mamíferos mayores obtenida durante la evaluación en campo en el proyecto Hanaq Pampa resulta adecuada para la comunidad de mamíferos mayores, la cual se encuentra

conformada por cuatro (4) especies de mamíferos potencialmente presentes en ambientes de extrema aridez de la costa sur del Perú (Cuadro 4.2-19). Los análisis posteriores, relacionados a distribución de riqueza y estado de conservación incluyen solamente a las especies observadas durante la evaluación en el área del proyecto Hanaq Pampa.

Cuadro 4.2-19 Lista de especies de mamíferos mayores registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Zeballos et al. (2001)	Tesur 3 (2017)	Temporada Seca 2021
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	x		
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	x	x	x
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro gris	x		
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus europaeus</i>	Liebre común	x	x	x
Riqueza Total				4	2	2

Zeballos et al. 2001. Diversidad y conservación de los mamíferos de Arequipa, Perú

Tesur 3 2017. Informe final del estudio de impacto ambiental semidetallado (EIA-sd) del proyecto “Línea de transmisión eléctrica 220 kV Montalvo-Los Héroes y subestaciones asociadas”

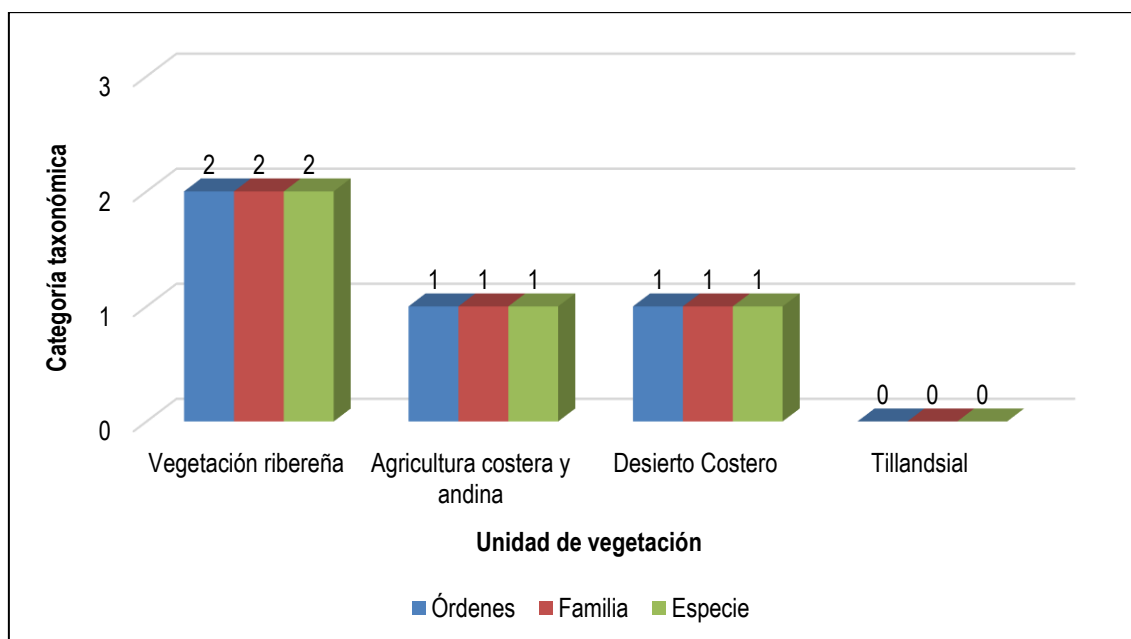
Elaboración: JCI, 2021.

4.2.10.3.4 Riqueza y actividad por unidad de vegetación y estación de muestreo

A) Riqueza de especies por unidad de vegetación y estación de muestreo

Entre las unidades de vegetación, la mayor riqueza de mamíferos mayores fue la Vegetación ribereña con dos (2) especies, dos (2) familias y dos (2) órdenes, representados por *Lycalopex culpaeus* “Zorro colorado” registrado a partir de heces y *Lepus europaeus* “Liebre europea” también registrada mediante heces y avistamientos directos. En segundo lugar, la unidad de Agricultura costera y andina albergó a una (1) especie (*L. europaeus*) mientras que, en zonas de Desierto costero se halló heces de *L. culpaeus*. En el Tillandsial, no se hallaron registros para especies de mamíferos mayores durante la presente evaluación (Gráfico 4.2-22, Anexo 4.2.1 Cuadro 4-3).

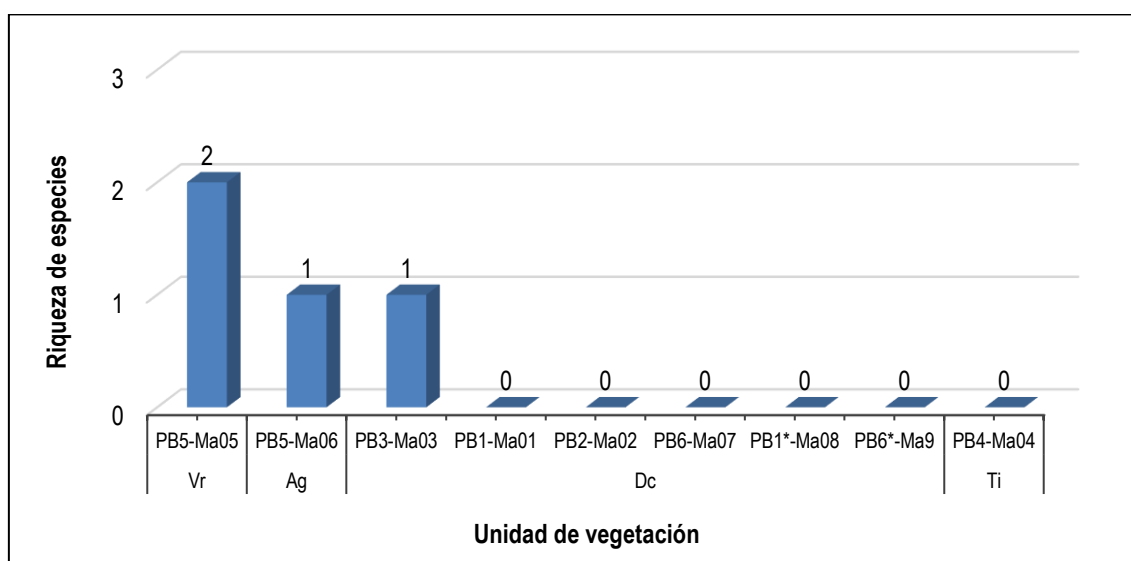
Gráfico 4.2-22 Distribución de la riqueza de mamíferos mayores entre categorías taxonómicas de orden, familia y especies por unidad de vegetación



Elaboración: JCI, 2021

Respecto a la riqueza por estación de muestreo, destaca que el transecto PB5-Ma05 que representa a la vegetación ribereña presenta a las dos (2) especies reconocidas en el área del proyecto. Por otra parte, en la unidad de Agricultura costera y andina representada por el transecto PB5-Ma06 se registró a *Lepus europaeus* mientras que, entre todas las estaciones pertenecientes al Desierto costero, únicamente en el transecto PB3-Ma03 se obtiene registro de *Lycalopex culpaeus* (Gráfico 4.2-23).

Gráfico 4.2-23 Distribución de la riqueza de mamíferos mayores entre estaciones de muestreo



Vr: Vegetación ribereña, Ag: Agricultura costera y andina, Dc: Desierto Costero, Ti: Tillandsial

Elaboración: JCI, 2021

B) Índices de Boddicker por estaciones de muestreo y unidades de vegetación

En cuanto a los mamíferos mayores, no se dispone de datos discretos sobre la abundancia debido a que estas especies tienen una mayor capacidad de desplazamiento, por lo que su rango de distribución es mayor al área del transecto en el que se evalúa su presencia. Se calculó el índice de ocurrencia y de actividad de Boddicker en las estaciones de muestreo (transectos) y unidades de vegetación en la cual se obtuvo registros. Se incluyó el Tillandsial a pesar de la falta de registros para fines comparativos (Cuadro 4.2-20).

Los registros de las dos (2) especies de la comunidad de mamíferos mayores fueron directos (observaciones) e indirectos (heces y huellas), mostrando índices de ocurrencia de acuerdo con el tipo de registro (evidencias de alta calidad y de baja calidad), valorando con cuatro (4) puntos los registros de heces y con 10 puntos los avistamientos directos (Boddicker et al 2002). De esta manera, se estableció que la especie con mayores índices el área del proyecto fue *Lepus europaeus* "Liebre europea" con un índice de ocurrencia de 14 puntos e índice de actividad de 58 puntos debido al registro de individuos avistados y heces mientras que, *Lycalopex culpaeus* "Zorro colorado" registro un índice de ocurrencia de cuatro (4) puntos e índice de actividad de 16 puntos, lo cual muestra una remota posibilidad de hallar a esta especie en durante las evaluaciones realizadas (Cuadro 4.2-20).

La estación con la mayor actividad de *L. europaeus* corresponde a la estación PB5-Ma05 en la cual se observó a un (1) individuo y siete (7) heces en puntos separados probablemente debido a que la Vegetación ribereña presenta condiciones adecuadas para que esta especie aproveche recursos alimenticios y sombra en ambientes desérticos. Para el caso de *Lycalopex culpaeus*, se registró únicamente mediante heces en la Vegetación ribereña y Desierto costero a través de dos (2) registros de heces en cada transecto (Cuadro 4.2-20).

Cuadro 4.2-20 Índices de Boddicker para mamíferos mayores registrados por estación de evaluación

Especie	Nombre común	Vr		Ag		Dc		Ti		Total	
		PB5-Ma05		PB5-Ma06		PB3-Ma03		PB4-Ma04			
		IO	IA	IO	IA	IO	IA	IO	IA	IO	IA
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	4	8	-	-	4	8	-	-	4	16
<i>Lepus europaeus</i>	Liebre común	14	38	4	20	-	-	-	-	14	58

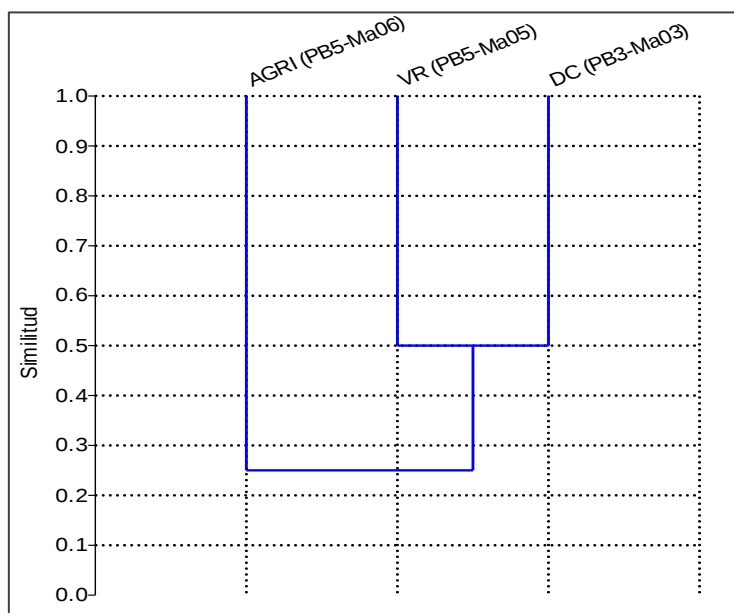
Vr: Vegetación ribereña, Ag: Agricultura costera y andina, Dc: Desierto Costero, Ti: Tillandsial

IO: Índice de Ocurrencia, IA: Índice de Abundancia

Elaboración: JCI, 2021

4.2.10.3.5 Análisis de similitud

La similitud entre las comunidades fue evaluada a través del índice de similitud de Jaccard, el cual se basa en registros cualitativos de presencia o ausencia de registros. Las relaciones de similitud entre unidades de vegetación y estaciones de muestreo son las mismas debido a que cada unidad de vegetación presenta solo una estación con registros. Adicionalmente, si bien la representación gráfica agrupa la Vegetación ribereña junto al desierto costero con una similitud del 50 %, esta unidad de vegetación también tiene una similitud del 50 % con la comunidad representada en la Agricultura costera y andina ya que en ambos comparten el 50 % de especies (Gráfico 4.2-24).

Gráfico 4.2-24 Similitud de Jaccard entre comunidades de mamíferos mayores


VR: Vegetación ribereña, AGRI: Agricultura costera y andina, DC: Desierto Costero
Elaboración: JCI, 2021

4.2.10.3.6 Especies en categorías de conservación

Ninguna de las especies de mamíferos mayores registrados se encuentra referida bajo alguna categoría de amenaza según sistemas de categorización nacionales (D.S. N.º 004-2014-MINAGRI ni Serfor, 2018). Sin embargo, la especie *Lycalopex culpaeus* se menciona en el apéndice II de Cites (2021) mientras que, IUCN recalca su estado de “Preocupación Menor” (Cuadro 4.2-21). La representación cartográfica se detalla en el Anexo 4.2.2 Mapas LBB-10C: Mapa de especies de mamíferos mayores categorizadas para la conservación.

Cuadro 4.2-21 Especies de mamíferos mayores categorizados

Especie	Nombre común	D.S. 004-2014 MINAGRI	Serfor 2018	IUCN 2020-3	Cites 2021	Endemismo
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	-	-	LC	Apéndice II	-

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.10.3.7 Especies endémicas y de uso local

No se registraron especies endémicas entre los mamíferos mayores halladas en el área de proyecto. No obstante, la presencia de *Lepus europaeus* es un indicador de proximidad a zonas de cultivo, dando relevancia a que es considerada una plaga en las zonas agrícolas del sur de la costa peruana.

4.2.10.4 Conclusiones

- La comunidad de mamíferos mayores en el área de proyecto fue representada por las especies *Lepus europaeus* “Liebre europea” (Familia Leporidae) y *Lycalopex culpaeus* “Zorro colorado” (Familia Canidae).
- El área de estudio presenta una riqueza potencial de cuatro (4) especies de mamíferos mayores a partir de revisiones históricas, sin embargo, estudios correspondientes a instrumentos de gestión ambiental recientes reportan una riqueza similar de mamíferos menores a la obtenida en la presente evaluación (2 especies) por lo que el resultado en la caracterización se considera representativo.
- Entre las unidades de vegetación, la mayor riqueza fue registrada en la Vegetación ribereña con dos (2) especies, seguida de la unidad de Agricultura costera y andina y el Desierto costero donde se reportó una (1) especie en cada caso y no se reportaron especies en el Tillandsial.
- La especie de mayor actividad según los índices de Boddicker fue *Lepus europaeus* con 58 puntos basado en el avistamiento de individuos y registro de numerosos rastros de heces en la Vegetación ribereña.
- La especie *Lycalopex culpaeus* se menciona entre las especies de interés del apéndice II de CITES (2021) mientras que, otros sistemas de categorización no la consideran bajo ninguna categoría de amenaza.

4.2.11 Anfibios y reptiles

4.2.11.1 Introducción

Los reptiles comprenden uno de los grupos más interesantes dentro de un ambiente ecológicamente extremo, presentan adaptaciones importantes que le permiten sobrevivir y reproducirse a pesar de soportar altas variaciones de temperaturas y una escasez de alimento, algunos presentan características fisiológicas y biológicas, muy sensibles a las modificaciones que se dan en el medio natural y por eso son organismos ideales para detectar los efectos de la pérdida de hábitat de manera temporal y espacial (Carvajal 2008:398).

El presente informe describe la herpetofauna del proyecto Fotovoltaico Hanaq Pampa, mediante la línea base biológica en el marco de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), cabe señalar que la presente descripción se realiza en base a los resultados de las evaluaciones llevadas a cabo por JCI Ingenieros & Servicios ambientales S.A.C. durante la temporada seca los días 06 al 10 de enero del 2021 y para la temporada húmeda con información secundaria proveniente de la Tesis “Caracterización de la herpetofauna presente en el río Ilo, perteneciente a la Subcuenca Ilo-Moquegua, cuenca del río Moquegua (Osmore)” (Oblitas, 2016) en la cual describe la composición de la herpetofauna para las unidades de vegetación monte ribereño y campos de cultivo, las cuales son equivalentes a vegetación ribereña y agricultura costera y andina para la presente caracterización biológica. Así mismo, es importante mencionar que ambas unidades no se encuentran dentro del mapa de coberturas vegetal, sino dentro de unidades antrópicas de cobertura vegetal, por lo cual no amerita su caracterización durante ambas temporadas, sin embargo; se incluye con fines de tener una mejor caracterización de las dos principales estaciones del año hídrico.

Por otro lado, para el caso de la unidad de vegetación Tillandsial según la evaluación realizada del componente flora no se registró individuos vivos del género Tillandsia, sino costras y vestigios de su anterior existencia, por ende, la estación de muestreo no presenta una vegetación estacional,

por lo cual excepcionalmente, se realiza la evaluación en un (1) sola temporada, debido a que el cambio de estación no afecta la integridad de la cobertura vegetal (estructura y composición florística) debido a que no hay vegetación alguna a nivel de las comunidades arbóreas, arbustivas y herbáceas principalmente (RM N.º 059-2015-MINAM y RM N.º 455-2018-MINAM), como es el caso del Desierto costero la cual solo fue caracterizado durante la temporada seca.

Es importante mencionar que debido al estado de emergencia y cuarentena nacional causado por el COVID-19 (Decreto Supremo N.º 044-2020-PCM) y la R.M. N.º 108-2020-MINAM, que aprueba las Disposiciones para Realizar el Trabajo de Campo en la Elaboración de la Línea Base de los Instrumentos de Gestión Ambiental que en el capítulo I, artículo 3, se prioriza el uso de información secundaria para la elaboración de la línea base de los instrumentos de gestión ambiental, las cuales deben estar debidamente aprobadas y ser información representativa, confiable y verificable, cuya información utilizada cumple con los términos referencia aprobados y en ese sentido la presente Declaración de Impacto Ambiental, contiene información primaria y secundaria con la finalidad de salvaguardar la salud de las personas.

4.2.11.2 Metodología

4.2.11.2.1 Evaluación cuantitativa

La evaluación se realizó mediante búsquedas por encuentro visual o VES, por sus siglas en inglés (Duellman 1979: 255-328; Crump y Scott 1994: 84-92; Carrillo y Icochea 1995:1-27). En esta técnica de evaluación, el evaluador camina en un área o hábitat durante un período de tiempo de 30 minutos por cada VES, buscando anfibios y reptiles de modo sistemático. El diseño de los VES es el más apropiado para muestrear microhábitats que se sabe diferentes o potencialmente distintos; además es usado extensamente para evaluaciones en grandes áreas, donde los hábitats son uniformes. Los individuos capturados fueron fotografiados, los VES se realizaron entre los horarios de 09:00 a 13:00 horas donde se encuentra mayor radiación solar y por lo tanto mayor actividad de anfibios y reptiles. Además, se realizó la búsqueda a través de registros oportunistas durante todo el período de evaluación.

4.2.11.2.2 Estaciones de muestreo

En el área de evaluación se establecieron 35 VES distribuidos en ocho (8) estaciones de evaluación cuyos puntos iniciales y finales se detallan en el Cuadro 4.2-22 y su ubicación geográfica en el Anexo 4.2.2 (Mapa LBB-11A Mapa LBB-11B: Mapa de ubicación de transectos de evaluación de reptiles).

Cuadro 4.2-22 Ubicación de unidades de muestreo para a evaluación de anfibios y reptiles

Estación de Evaluación	VES	Unidad de Vegetación	Coordenadas UTM (WGS 84) - Inicio		Altitud (m)	Coordenadas UTM (WGS 84) - Final		Altitud (m)
PB1	PB1-He1	Desierto costero	262 195	8 067 749	1288	262 133	8 067 241	1267
	PB1-He2	Desierto costero	261 843	8 067 326	1269	261 806	8 067 731	1278
	PB1-He3	Desierto costero	261 810	8 067 958	1297	262 038	8 068 196	1296
	PB1-He4	Desierto costero	261 689	8 068 534	1293	261 382	8 068 077	1293

Cuadro 4.2-22 Ubicación de unidades de muestreo para a evaluación de anfibios y reptiles

Estación de Evaluación	VES	Unidad de Vegetación	Coordenadas UTM (WGS 84) - Inicio		Altitud (m)	Coordenadas UTM (WGS 84) - Final		Altitud (m)
PB2	PB2-He1	Desierto costero	260 868	8 067 783	1279	260337	8 067 710	1283
	PB2-He2	Desierto costero	260 405	8 067 197	1265	260574	8 066 899	1268
	PB2-He3	Desierto costero	260 699	8 067 442	1277	260 598	8 066 839	1271
	PB2-He4	Desierto costero	260 535	8 067 955	1291	259 581	8 067 845	1271
PB3	PB3-He1	Desierto costero	265 123	8 060 918	1015	265 091	8 061 014	1028
	PB3-He2	Desierto costero	265 198	8 060 912	1003	265 152	8 060 999	1025
	PB3-He3	Desierto costero	265 254	8 060 893	1000	265 307	8 060 807	1027
	PB3-He4	Desierto costero	265 186	8 060 842	1008	265 239	8 060 775	1024
PB4	PB4-He1	Tillandsial	269 896	8 055 720	780	269 796	8 056 175	822
	PB4-He2	Tillandsial	269 873	8 056 266	826	269 962	8 056 059	809
	PB4-He3	Tillandsial	270 403	8 055 114	754	270 563	8 054 971	750
	PB4-He4	Tillandsial	270 625	8 054 899	752	270 885	8 054 822	749
	PB4-He5	Tillandsial	269 762	8 055 894	886	270 173	8 056 062	884
PB5	PB5-He1	Vegetación ribereña	267 962	8 058 010	252	268 071	8 058 181	248
	PB5-He2	Vegetación ribereña	268 151	8 058 173	249	268 310	8 058 244	250
	PB5-He3	Vegetación ribereña	267 609	8 057 920	239	267 521	8 057 833	238
	PB5-He4	Agricultura costera y andina	267 896	8 057 890	257	267 822	8 057 896	251
	PB5-He5	Agricultura costera y andina	267 960	8 058 011	247	267 908	8 057 964	247
PB6	PB6-He1	Desierto costero	262 931	8 064 002	1236	263 116	8 063 665	1230
	PB6-He2	Desierto costero	262 910	8 064 247	1227	262 883	8 064 066	1245
	PB6-He3	Desierto costero	264 131	8 062 365	1070	264 182	8 062 303	1070
	PB6-He4	Desierto costero	264 051	8 062 428	1060	264 095	8 062 340	1080
PB1*	PB1*-He1	Desierto costero	261 946	8 070 014	1290	262 194	8 070 080	1291
	PB1*-He2	Desierto costero	262 454	8 069 562	1290	262 436	8 069 719	1291
	PB1*-He3	Desierto costero	262 487	8 070 150	1295	262 534	8 069 973	1302
	PB1*-He4	Desierto costero	263 034	8 070 019	1303	262 948	8 069 775	1296
	PB1*-He5	Desierto costero	262 784	8 069 518	1285	262 984	8 069 538	1287
PB6*	PB6*-He1	Desierto costero	263 582	8 068 561	1274	263 701	8 067 535	1293
	PB6*-He2	Desierto costero	263 208	8 068 152	1265	263 417	8 068 244	1257
	PB6*-He3	Desierto costero	263 637	8 068 249	1288	263 820	8 068 018	1287
	PB6*-He4	Desierto costero	264 044	8 068 897	1300	263 915	8 068 647	1301

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.11.3 Resultados

4.2.11.3.1 Esfuerzo de muestreo

Siguiendo las pautas de muestreo planteadas en la Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (RM N.º 455-2018-MINAM), el esfuerzo de muestreo consistió en la evaluación de cuatro (4) VES de 30 minutos, cada VES en un área aproximada de 200 m² en cada estación de muestreo para todas las estaciones de muestreo con excepción de las estaciones PB4 y PB5 en las cuales se establecieron cinco (5) VES. En total, la evaluación alcanzó un esfuerzo total de 17.5 horas/hombre y 7000 m² (Cuadro 4.2-23).

Cuadro 4.2-23 Ubicación de muestreo para la evaluación de reptiles terrestres

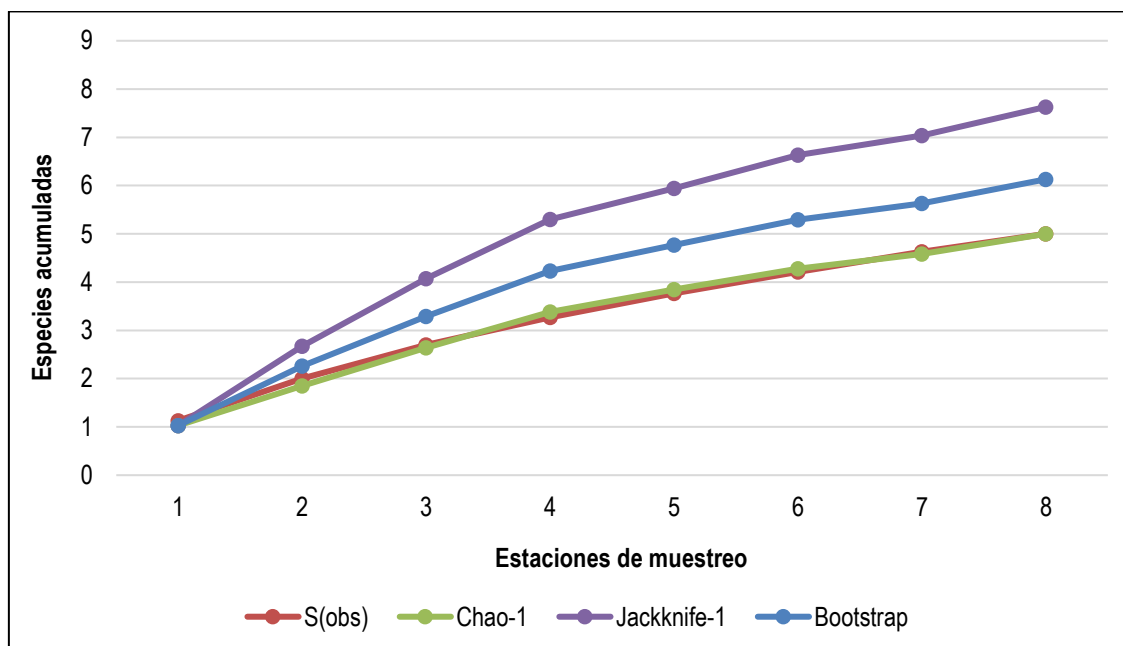
Unidad de vegetación	Tiempo de evaluación (h)	VES	Esfuerzo total (h)	Área (m ²)
Desierto costero	0.5	25	12.5	5000
Tillandsial	0.5	5	2.5	1000
Vegetación ribereña	0.5	3	1.5	600
Agricultura costera y andina	0.5	2	1	400
Total		35	17.5	7 000

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.11.3.2 Acumulación de especies

El registro correspondiente a la herpetofauna representó a cinco (5) especies observadas a partir de conteo de individuos. Por lo tanto, los estimadores a emplear para la elaboración de curvas de acumulación fueron Chao-1 basado en abundancias, Jackknife-1 y Bootstrap. Empleando el estimador Chao-1 se determina que el número de especies estimadas es el 100 % de especies observadas. Para el caso del estimador Jackknife-1, se estima una comunidad conformada por hasta ocho (8) especies por lo cual se ha logrado representar el 65.5 % de la riqueza de reptiles y mediante el estimador Bootstrap, se tiene el 81.6 % de las especies representadas a partir de una estimación de hasta siete (7) especies. Por consiguiente, la representatividad del muestreo de anfibios y reptiles ha sido representativa, pero podría tener mejores resultados en caso se aplique un mayor esfuerzo de muestreo o se realicen muestreos en zonas idóneas para su ocurrencia (Gráfico 4.2-25).

Gráfico 4.2-25 Curva de acumulación de especies de anfibios y reptiles



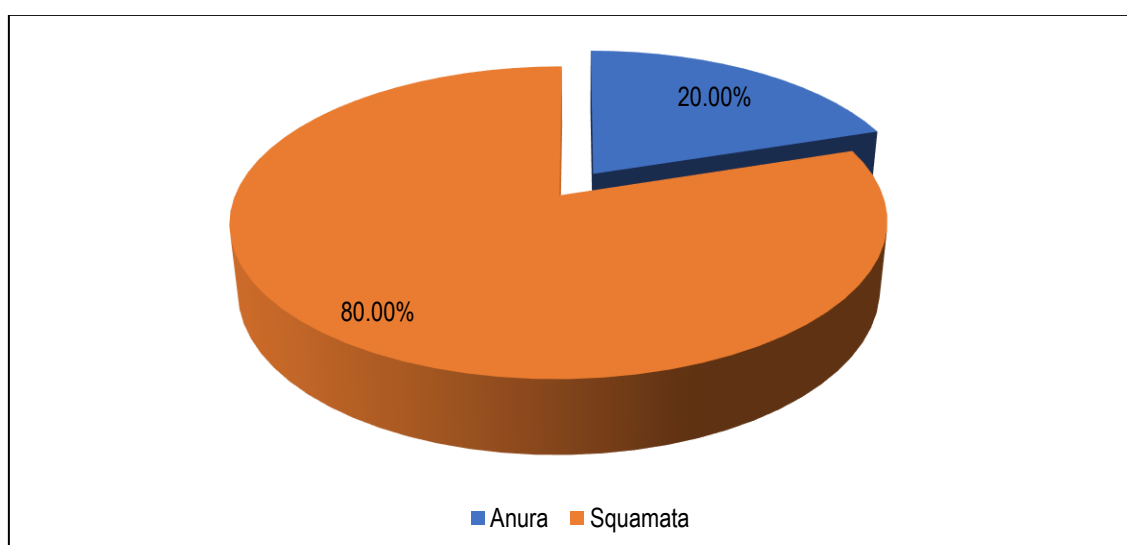
Elaboración: JCI, 2021.

4.2.11.3.3 Composición de la comunidad

Riqueza de especies

La riqueza obtenida para este grupo biológico a través de la información primaria y secundaria corresponde a cinco (5) especies, los cuales a nivel de categoría taxonómica de orden se agrupa en dos (2) siendo Squamata el mejor representado con cuatro (4) especies o el equivalente al 80.00 %, seguida de Anura con una (1) especie equivalente al 20.00 %. Ver Gráfico 4.2-26. Es importante mencionar que durante la temporada seca se registró cinco (5) especies y durante la temporada húmeda dos (2) especies.

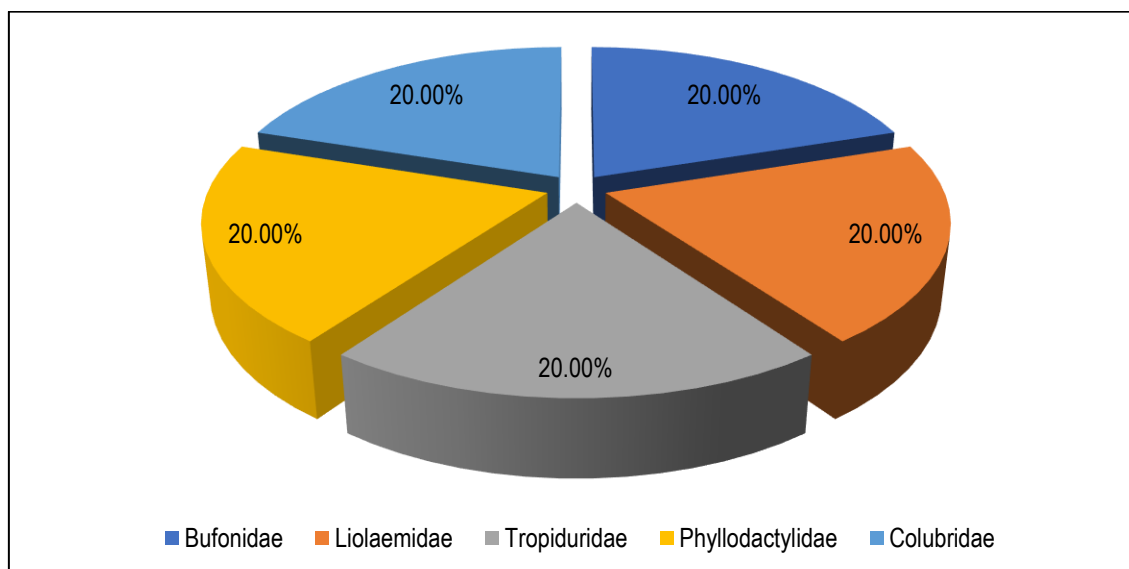
Gráfico 4.2-26 Riqueza de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden



Elaboración: JCI, 2021.

A nivel de categoría de familia las cinco (5) especies registradas fueron agrupadas en cinco (5) familias botánicas correspondiente a Bufonidae, Liolaemidae, Tropiduridae, Phyllodactylidae y Colubridae cada una representando el 20.00 %. Ver Gráfico 4.2-27.

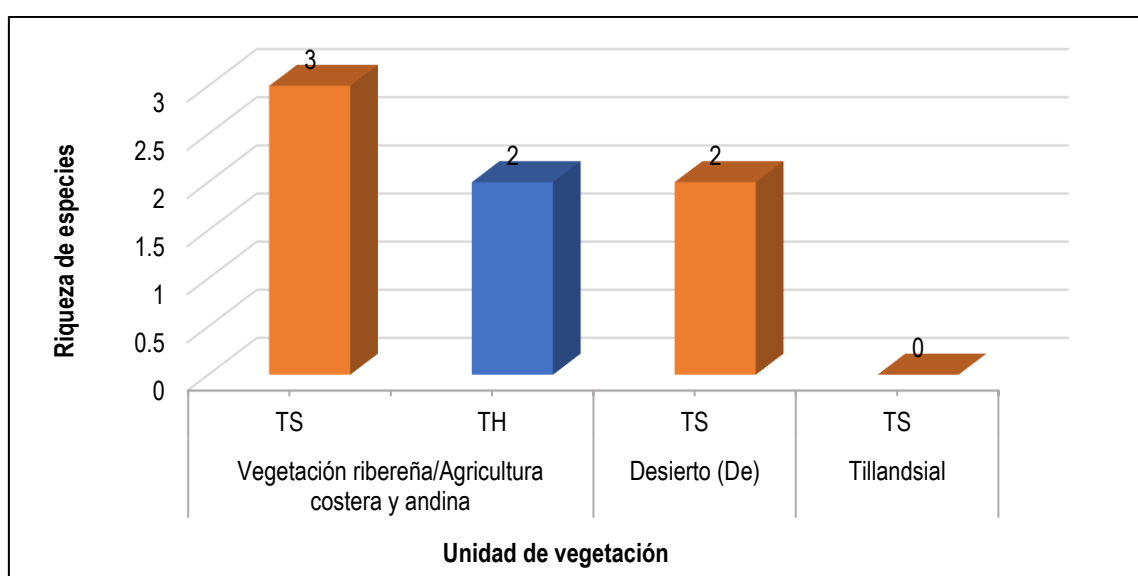
Gráfico 4.2-27 Riqueza de especies de anfibios y reptiles a nivel de familia



Elaboración: JCI, 2021.

En el Gráfico 4.2-28 se detalla la riqueza por unidad de vegetación y estación de evaluación, a nivel de unidad la Vegetación ribereña/Agricultura costera y andina registran la mayor riqueza con tres (3) especies durante la temporada seca y dos (2) durante la temporada húmeda; mientras que, en el Desierto costero se registró dos (2) especies, finalmente en el Tillandsial no hubo registro de especies.

Gráfico 4.2-28 Riqueza de especies de anfibios y reptiles por unidad de vegetación



TS=Temporada seca, TH=Temporada húmeda

(*) Información secundaria

Elaboración: JCI, 2021.

A nivel de estación de muestreo PB-05 registró la mayor riqueza con tres (3) especies, seguida de PB-06 con dos (2) especies y finalmente las estaciones PB-01* y PB-06* con una (1) especie cada una.

Cuadro 4.2-24 Especies de anfibios y reptiles registrados durante la evaluación

Familia	Especie	TS	TH*	Desierto (De)						Tillandsial	Vegetación ribereña/Agricultura costera y andina
				PB-01	PB-01*	PB-02	PB-06*	PB-06	PB-03	PB-04	PB-05
Bufonidae	<i>Rhinella limensis</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-	x
Liolaemidae	<i>Liolaemus cf. chiribaya</i>	X	-	-	-	-	-	x	-	-	-
Tropiduridae	<i>Microlophus peruvianus</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-	x
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	X	-	-	x	-	x	x	-	-	-
Colubridae	<i>Pseudalsophis elegans</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	x

TS=Temporada seca, TH=Temporada húmeda

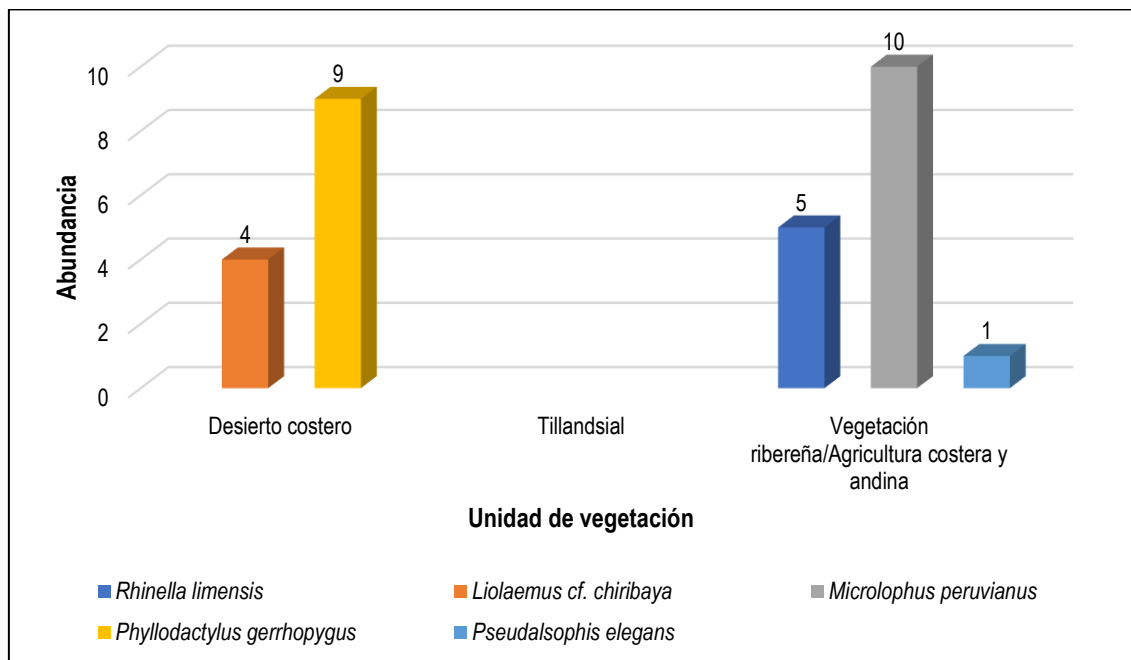
(*) Información secundaria Tesis "Caracterización de la herpetofauna presente en el río Ilo, perteneciente a la subcuenca Ilo-Moquegua, cuenca del río Moquegua (Osmore), 2014.

Elaboración: JCI, 2021.

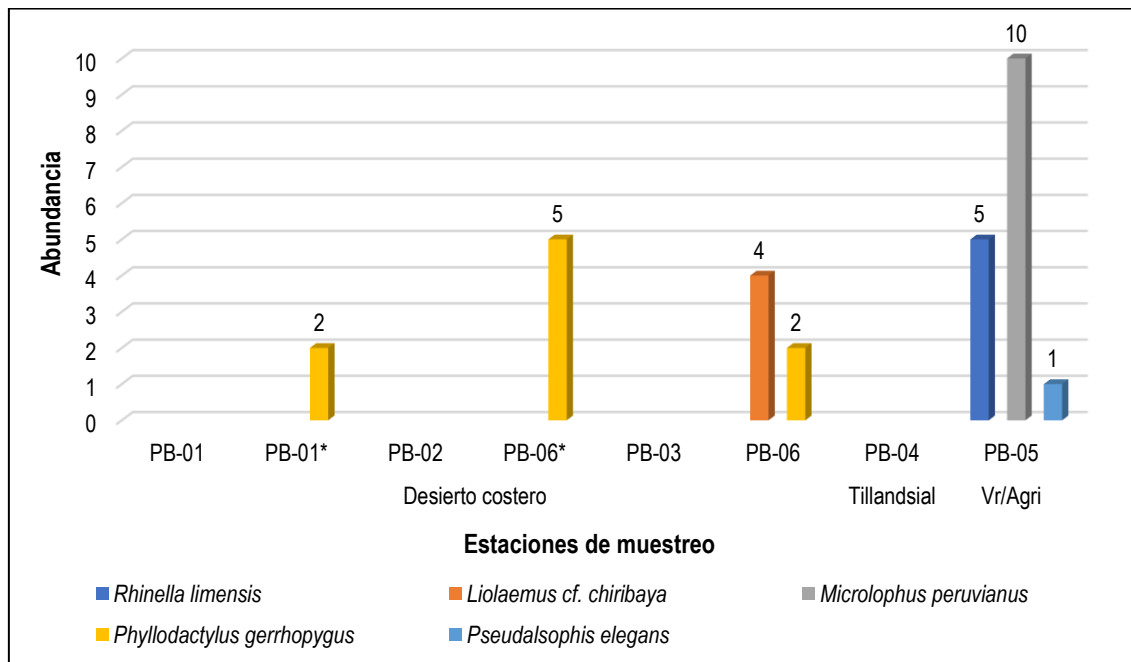
• Abundancia

Para toda el área de estudio se registraron 29 individuos correspondiente a cinco (5) especies, de las cuales 13 fueron registrados en la unidad de vegetación de Desierto costero, siendo *Phyllodactylus gerrhopygus* la más abundante con nueve (9) individuos, seguida de *Liolaemus cf. chiribaya* con cuatro (4) individuos; mientras que, en la unidad de Vegetación ribereña que incluye la Agricultura costera y andina registró 16 individuos, siendo la más abundante *Microlophus peruvianus* con 10 individuos, le sigue *Rhinella limensis* con cinco (5) individuos y *Pseudalsophis elegans* con un individuo, finalmente, la unidad de vegetación de Tillandsial no presentó ningún registro (ver Gráfico 4.2-29).

Con respecto a la abundancia por estación de muestreo, la estación PB5 registró la mayor abundancia con 16 individuos siendo la más abundante *Microlophus peruvianus* con 10 individuos, le sigue *Rhinella limensis* con cinco (5) individuos y *Pseudalsophis elegans* con un (1) individuo, le sigue la estación PB-06 con seis (6) individuos de los cuales cuatro (4) corresponde a *Liolaemus cf. chiribaya* y dos (2) a *Phyllodactylus gerrhopygus*, le sigue las estaciones PB-06* y PB-01* con seis (6) y dos (2) individuos de la especie *Phyllodactylus gerrhopygus*, el resto de estaciones no obtuvo registro para la presente evaluación (ver Gráfico 4.2-30).

Gráfico 4.2-29 Abundancia de especies de anfibios y reptiles por unidad de vegetación


Elaboración: JCI, 2021.

Gráfico 4.2-30 Abundancia de especies de anfibios y reptiles por estación de muestreo


Elaboración: JCI, 2021.

• Diversidad

Con respecto a la diversidad por estación de muestreo únicamente se registra valores para la estación PB-06 (Desierto costero) que registró un valor de 0.92 bits/individuo para el índice de Shannon y 0.44 probits/individuo para el índice de Simpson; mientras que, en la estación PB-05

(Vegetación ribereña/Agricultura costera y andina) registró un valor de 1.20 bits/individuo para el índice de Shannon y 0.51 probits/individuo para el índice de Simpson; mientras que, en el resto de estaciones fue posible el cálculo debido a que registraron una (1) especie o ninguna.

Los bajos valores de diversidad se debe principalmente a la baja riqueza de especies registrada en el área de estudio (ver Cuadro 4.2-25).

Cuadro 4.2-25 Especies de anfibios y reptiles registrados durante la evaluación

Unidad de vegetación	Estación	Riqueza	Abundancia	Shannon	Simpson	Pielou
Desierto costero	PB-01	-	-	-	-	-
	PB-01*	1	2	-	-	-
	PB-02	-	-	-	-	-
	PB-06*	1	5	-	-	-
	PB-03	-	-	-	-	-
	PB-06	2	6	0.92	0.44	1.32
Tillandsial	PB-04	-	-	-	-	-
Vegetación ribereña/Agricultura costera y andina	PB-05	3	16	1.20	0.51	1.09

Elaboración: JCI, 2021.

Especies con categoría de conservación nacional

Considerando la legislación nacional de especies amenazadas de fauna silvestre (D. S. N.º 004-2014-MINAGRI), no se registró especies en el alguna de las categorías (ver Cuadro 4.2-26).

Especies con categoría de conservación internacional

De acuerdo con las listas de conservación internacional como la *Lista roja de especies amenazadas* de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2020-3) no se registró especies dentro de las categorías de amenaza. Las especies registradas se encuentran en la categoría de "Preocupación menor" (LC) debido a que presentan poblaciones estables, mientras que, según la lista de la *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestre Amenazadas* (Cites, 2021) no se registró ninguna especie dentro de sus apéndices (ver Cuadro 4.2-26).

Especies endémicas

Rhinella limensis es la única especie endémica registrada en el área de estudio, su distribución está en los departamentos de La libertad, Ancash, Lima, Ica, Arequipa y Moquegua (ver Cuadro 4.2-26). La representación cartográfica se detalla en el Anexo 4.2.2 Mapas LBB-11C: Mapa de especies de anfibios y reptiles categorizadas para la conservación.

Cuadro 4.2-26 Especies de anfibios y reptiles categorizados

N.º	Especie	Nombre Común	TS	TH*	D.S. N.º 004-2014- MINAGRI	IUCN 2020-3	Cites 2021	Endémico
1	<i>Rhinella limensis</i>	Sapo	x	x	-	LC	-	Sí
2	<i>Liolaemus cf. chiribaya</i>	Lagartija	x		-	-	-	-
3	<i>Microlophus peruvianus</i>	Lagartija	x	x	-	LC	-	-
4	<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	Gecko	x		-	LC	-	-
5	<i>Pseudalsophis elegans</i>	Serpiente	x		-	LC	-	-

TS=Temporada seca, TH=Temporada húmeda

(*) Información secundaria Tesis "Caracterización de la herpetofauna presente en el río Ilo", perteneciente a la subcuenca Ilo-Moquegua, cuenca del río Moquegua (Osmore), 2014.

Elaboración: JCI, 2021.

Uso por pobladores locales

No hay referencias de uso local para las especies registradas en el área de estudio.

4.2.11.4 Conclusiones

- Se registró cinco (5) especies agrupadas en dos (2) órdenes y cinco (5) familias.
- El orden más representativo corresponde a Squamata con cuatro (4) especies.
- Las familias Bufonidae, Liolaemidae, Tropicuridae, Phyllodactylidae y Colubridae presentaron igual representatividad con una especie cada una.
- La vegetación ribereña/Agricultura costera y andina registró la mayor cantidad de especies con tres (3) especies durante la temporada seca y dos (2) en la temporada húmeda.
- Un total de 29 individuos fueron registrados, siendo la mayor abundancia registrada en Vegetación ribereña con 16 individuos y 13 en Desierto costero, ninguno en Tillandsial.
- La estación PB-05 registró la mayor riqueza con tres (3) especies y mayor abundancia con 16 individuos, seguida de PB-06 con dos (2) especies y seis (6) individuos.
- La especie más abundante fue *Microlophus peruvianus* con 10 individuos, seguida de *Phyllodactylus gerrhopygus* con nueve (9) individuos.
- La estación PB-05 registró la mayor diversidad con 1.20 bits/ind, seguida de PB-06 con un valor de 0.92 bits/ind.
- No se registraron especies categorizadas a nivel nacional e internacional durante la presente evaluación.
- La especie *Rhinella limensis* es una especie endémica registrada para el área de estudio.
- No registró uso especies con uso local conocido.

4.2.12 Artrópodos

4.2.12.1 Introducción

En el 2020 Guillermo Martínez de la vega menciona que el phylum Arthropoda (del griego arthron: articulación, y podos: pie) es un antiguo y vasto grupo de animales invertebrados, del que se encuentran tanto fósiles (trilobites) como grupos actuales. Se originaron durante el Precámbrico, hace 600 millones de años, a partir de un ancestro común. Está formado por cuatro grupos vivientes: arácnidos, miriápodos, crustáceos e insectos (Barnes 1995, Conabio 2015).

De los cuatro grupos que lo integran, los insectos presentan la mayor cantidad de especies: cuentan con 47 853, que corresponden a 80.55 % del total de los artrópodos aproximadamente. Los insectos, por su abundancia y su diversidad, constituyen parte importante de la mayoría de los ecosistemas (Spotorno et. al 1998); dentro de los cuales los insectos son el grupo más diverso, en relación con los vertebrados y la función que desempeñan en la dinámica de los ecosistemas es fundamental. Una de las razones porque los insectos sean tan diversos se debe a la ocupación de la mayoría del macro y microhábitats, posibilitando más información sobre las condiciones del ecosistema, permitiendo establecer programas de conservación. Pueden ser herbívoros, carnívoros, carroñeros o incluso establecen eficientes relaciones de comensalismo y parasitismo (Brusca y Brusca, 2002). Los insectos juegan un gran papel en las funciones del ambiente. Son los principales depredadores de otros invertebrados y por lo tanto controladores de plagas. Descomponen y eliminan un porcentaje importante de la materia orgánica y son los principales polinizadores de plantas de importancia ecológica y económica. Las plantas juegan un papel importante por poseer nitrógeno siendo un factor determinante en la naturaleza, calidad e intensidad de la fitofagia de artrópodos (Maynard y Loosli, 1978), esto se refleja en la tendencia prioritaria al consumo de tejidos meristemáticos de hojas y de ramas nuevas, donde hay mayor concentración de este elemento (Ananthakrishnan 1984).

4.2.12.2 Metodología

4.2.12.2.1 Trampas Pitfall (Ausden & Drake, 2006)

Llamadas también trampas de caída consisten en recipientes con paredes rectas enterrados al ras del suelo en los cuales caen los invertebrados que las merodean. En esta evaluación, los recipientes a utilizados fueron envases plásticos de boca ancha de 1 litro de capacidad conteniendo unos 300 ml de una solución de agua con champú, lo cual disminuyó la tensión superficial del agua lo que permitió que los insectos capturados escapen. Estas trampas son empleadas para capturar insectos que se encuentran en la superficie del suelo (conformados principalmente por hormigas, coleópteros y micro himenópteros ápteros). Para mayor efectividad en dos de las trampas de caída se adicionó un cebo de fecas con la finalidad de obtener la captura de escarabajos coprófagos.

4.2.12.2.2 Bandejas amarillas o Pantraps (Moericke, 1950)

Se colocaron recipientes poco profundos de color amarillo intenso contiendo una mezcla de agua con champú neutro hasta un centímetro de profundidad. Es una trampa muy útil para capturar insectos polinizadores, himenópteros que vuelan bajo y eventualmente insectos ápteros (Sarmiento, 2006).

4.2.12.2.3 Búsqueda Directa (Ausden, 1996; Márquez-Luna, 2005)

Consistió en una búsqueda directa se realizó colectando los artrópodos hallados debajo de piedras o excremento seco de vacuno, o en pequeños cuerpos de agua. Los artrópodos serán colectados empleando pinzas, pinceles, frascos pequeños, etc.

4.2.12.2.4 Estaciones de muestreo

Se establecieron dos (2) transectos de evaluación en cada una de las ocho (8) estaciones evaluadas, excepto en la estación PB5 en la cual se establecieron tres (3) transectos debido al reconocimiento de dos (2) unidades de vegetación. En cada estación de muestreo se instaló un transecto de 10 trampas pitfall de las cuales dos (2) de ellas contenían cebo intercaladas con 10 bandejas amarillas (PB), también se evaluó un (1) transecto de tiempo o de colecta libre de un tiempo de búsqueda de 1 hora o de una distancia aproximada de 1 km (TT). En el Cuadro 4.2-27 y Anexo 4.2.2: Mapa LBB-12A y Mapa LBB-12B, se ubican las unidades muestrales correspondientes a la evaluación del grupo biológico de artrópodos.

Cuadro 4.2-27 Estación de muestreo y puntos de conteo para la evaluación de artrópodos

Estación	Transecto	Unidades de vegetación	Coordenadas WGS84 19K			
			Inicio		Final	
PB1	PB1-Art1-PB	Desierto costero	262 327	8067 379	262 288	8067 633
	PB1-Art1-TT	Desierto costero	262 252	8067636	261 972	8067713
PB2	PB2-Art1-PB	Desierto costero	261 318	8 067 806	261 273	8 067 771
	PB2-Art1-TT	Desierto costero	261 245	8 037 746	261 064	8 067 555
PB3	PB3-Art1-PB	Desierto costero	264 904	8 061 228	265 043	8 061 176
	PB3-Art1-TT	Desierto costero	264 718	8 061 618	264 865	8 061 306
PB4	PB4-Art1-PB	Tillandsial	269 929	8 055 686	269 896	8 055 797
	PB4-Art1-TT	Tillandsial	270 041	8 055 490	270 176	8 055 318
PB5	PB5-Art1-TT	Agricultura costera y andina	267 831	8 057 986	267 918	8 057 920
	PB5-Art2-PB	Vegetación ribereña	267 994	8 057 943	267 953	8 057 895
	PB5-Art2-TT	Vegetación ribereña	267 944	8 057 899	267 880	8 057 874
PB6	PB6-Art1-PB	Desierto costero	263 877	8 062 709	263 970	8 062 591
	PB6-Art1-TT	Desierto costero	263 665	8 067 825	263 803	8067 466
PB1*	PB1*-Art1-PB	Desierto costero	262 792	8 070 085	262 865	8 070 049
	PB1*-Art1-TT	Desierto costero	262 912	8 069 995	263 214	8 069 800
PB6*	PB6*-Art1-pb	Desierto costero	263 668	8 067 783	263 604	8 067 786
	PB6*-Art1-TT	Desierto costero	263 809	8 067 194	263 810	8 068 182

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.12.3 Resultados

4.2.12.3.1 Esfuerzo de muestreo

Siguiendo las pautas de muestreo planteadas en la Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (RM N.º 455-2018-MINAM), el esfuerzo de muestreo consistió en la evaluación de cuatro (4) unidades de vegetación en la cual se establecieron un número de transectos en función a la extensión de cada una. Debido a que el Desierto costero presenta la mayor extensión, este contó con seis (6) transectos con 10 trampas pitfall y 10 bandejas amarillas por estación de muestreo y una búsqueda directa de una (1) hora aproximadamente. Las unidades de vegetación restantes estuvieron representadas por una estación de muestreo (ver Cuadro 4.2-28).

Cuadro 4.2-28 Esfuerzo de muestreo para artrópodos

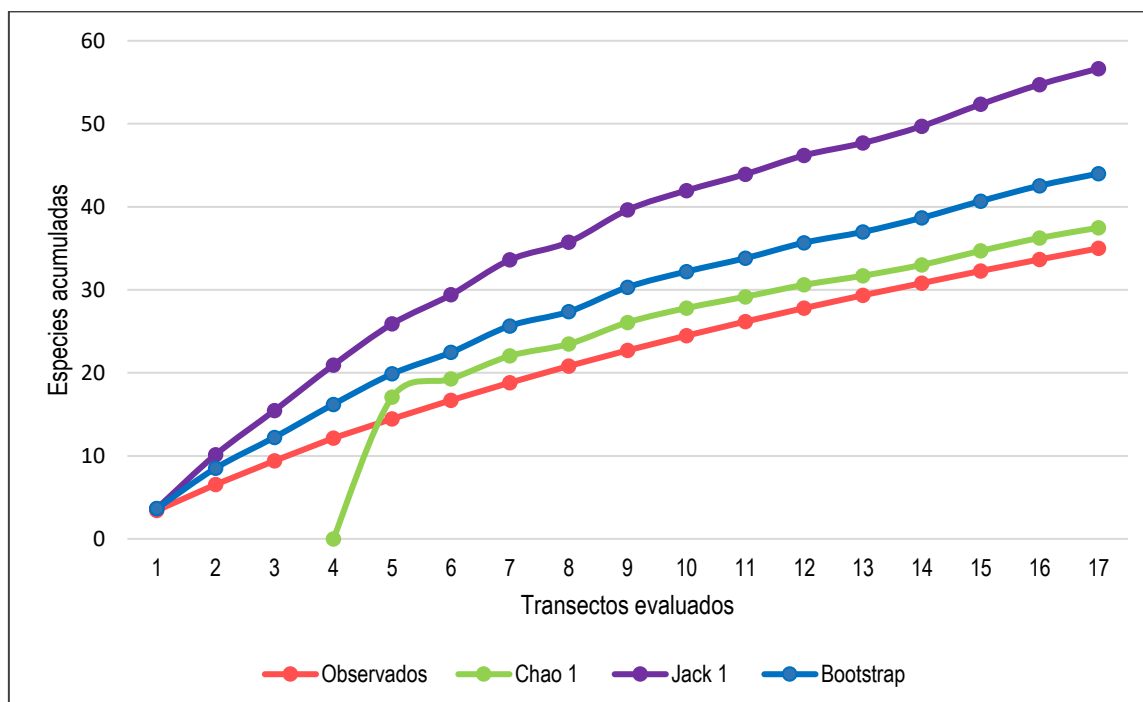
Unidad de vegetación	Pitfall	Bandejas amarillas	Transectos de tiempo (búsqueda directa H/hombre)
Desierto costero	60	60	6
Tillandsial	10	10	1
Vegetación ribereña	10	10	1
Agricultura costera y andina	10	10	
Total	90	90	8 horas/Hombre

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.12.3.2 Acumulación de especies

Con la finalidad de poder determinar el esfuerzo de muestreo en campo se elaboran las curvas de acumulación de especies bajo estimadores no paramétricos, la misma que utiliza los datos de presencia o ausencia de especies o en algunos casos permite el uso de datos de abundancia para las mismas (Colwell y Coddington, 1994; Moreno, 2001). Algunos autores han considerado a los estimadores no paramétricos como el avance más importante en la medida de la biodiversidad en los últimos tiempos (Magurran, 2004). Entre ellos están los estimadores desarrollados por Chao (1984) basados en la abundancia o en la incidencia de las especies (Colwell & Coddington, 1994; Leitner y Turner, 2001; Chao, 2005), y los métodos basados en el remuestreo, como las técnicas Bootstrap (Palmer, 1990). Estas técnicas son adiciones valiosas al conjunto de herramientas con que cuentan los ecólogos para cuantificar la biodiversidad (Longino *et al.*, 2002) y evaluar las consecuencias de las actividades humanas sobre los ecosistemas (Walther y Martin, 2001).

Para la acumulación de especies se utilizó los estimadores no paramétricos Chao1, Jackknife-1 y Bootstrap. Con Chao 1 se estima un total de 37 especies esperadas logrando observar en campo el 94.59 %, Jackknife-1 estima 57 especies con un registro de 61.40 %, mientras que con Bootstrap se estima 44 especies registrando en campo el 79.55 %. Mediante las curvas de acumulación se estima que el esfuerzo de muestreo empleado en 6 estaciones con 17 transectos ha permitido registrar un buen porcentaje de las especies de artrópodos existentes en el área del proyecto, siendo un inventario altamente fiable, corroborado con las estimas superiores al 60 % (Jiménez-Valverde & Hortal, 2000. (Gráfico 4.2-31).

Gráfico 4.2-31 Curva de acumulación de especies de artrópodos

Elaboración: JCI, 2021

4.2.12.3.3 Composición de la comunidad

Los resultados para la composición de la comunidad de artrópodos a partir de información cuantitativa determinaron la presencia de 35 morfoespecies de distribuidas en 31 familias taxonómicas y 12 órdenes (Cuadro 4.2-29). La lista total de morfoespecies registrada se detalla en el Anexo 4.2.1 Cuadro 3-1 según las unidades de vegetación y el Cuadro 6-1 según estaciones de muestreo.

Cuadro 4.2-29 Lista de especies de artrópodos registradas

N.º	Clase	Orden	Familia
1	Arachnida	Araneae	Araneidae
2	Arachnida	Araneae	Theridiidae
3	Arachnida	Solifugae	Solifugae
4	Arachnida	Scorpiones	Caraboctonidae
5	Insecta	Archaeognatha	Archaeognatha
6	Insecta	Coleoptera	Coocinellidae
7	Insecta	Coleoptera	Curculionidae
8	Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae
9	Insecta	Diptera	Bombyliidae
10	Insecta	Diptera	Calliphoridae
11	Insecta	Diptera	Cecidomyiidae
12	Insecta	Diptera	Cecidomyiidae
13	Insecta	Diptera	Dolichopodidae 1

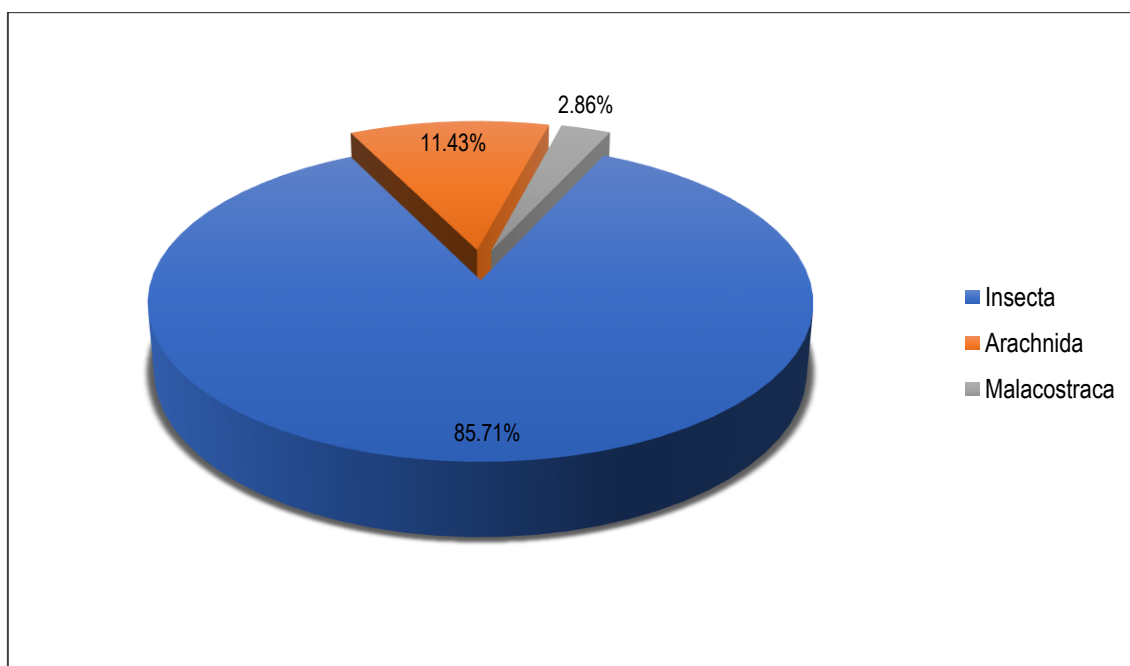
Cuadro 4.2-29 Lista de especies de artrópodos registradas

N.º	Clase	Orden	Familia
14	Insecta	Diptera	Dolichopodidae 2
15	Insecta	Diptera	Lonchaeidae
16	Insecta	Diptera	Muscidae
17	Insecta	Diptera	Sarcophagidae
18	Insecta	Hemiptera	Aphididae
19	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae
20	Insecta	Hemiptera	Rhyarochromidae
21	Insecta	Hymenoptera	Andrenidae
22	Insecta	Hymenoptera	Apidae
23	Insecta	Hymenoptera	Cabrionidae
24	Insecta	Hymenoptera	Formicidae
25	Insecta	Hymenoptera	Tiphidae
26	Insecta	Hymenoptera	Vespidae 1
27	Insecta	Hymenoptera	Vespidae 2
28	Insecta	Lepidoptera	Gelechiidae
29	Insecta	Lepidoptera	Hesperiidae
30	Insecta	Lepidoptera	Lycaenidae
31	Insecta	Lepidoptera	Noctuidae
32	Insecta	Lepidoptera	Noctuidae
33	Insecta	Neuroptera	Crysomelidae
34	Insecta	Orthoptera	Grillidae
35	Malacostraca	Isopoda	Isopoda

Elaboración: JCI, 2021.

La composición de los Artrópodos está conformada en su mayoría por la clase Insecta con el 85.71 % (30 morfoespecies), en menor proporción se evidencia las clases Arachnida con el 11.43 % (4 morfoespecies) y la clase Malacostraca con el 2.86 % (1 morfoespecie) (Gráfico 4.2-32). La clase Insecta es el grupo de animales más exitoso y diverso a nivel mundial, con aproximadamente un millón de formas descritas (Adler y Footitt, 2009), esta riqueza se debe a su variada biología, unida a una larga historia de más de 400 millones de años. Los insectos pueden encontrarse en casi todos los ambientes del planeta, no solo presentan una gran diversidad, sino que también son increíblemente abundantes lo que demuestra su predominancia en el área de estudio.

Gráfico 4.2-32 Composición porcentual de las especies de los artrópodos registrados por clase taxonómica en el área de estudio



Elaboración: JCI, 2021.

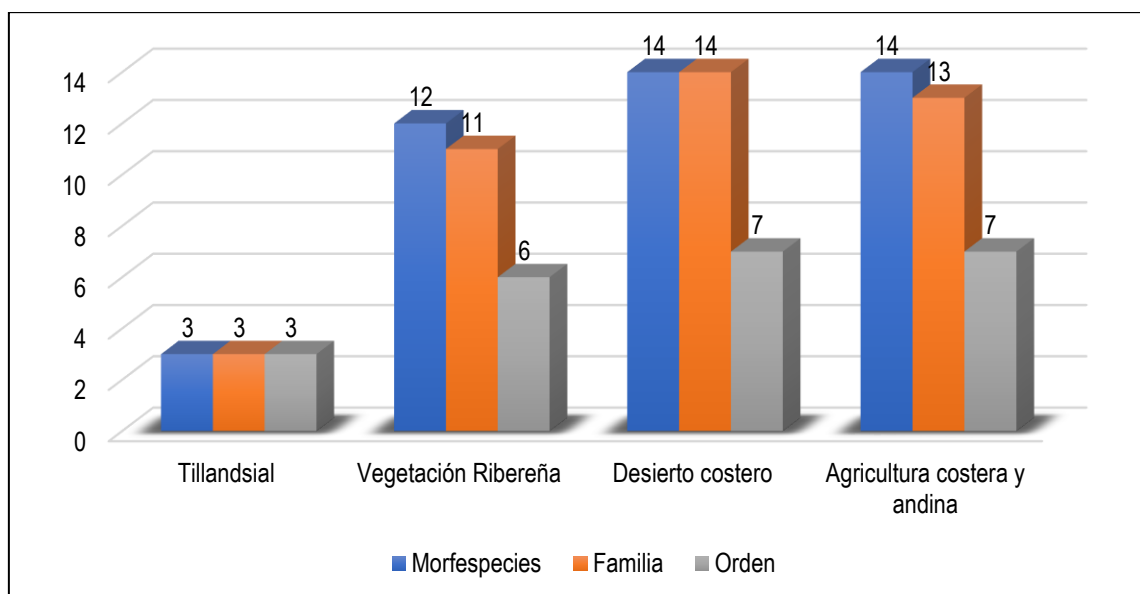
4.2.12.3.4 Riqueza y abundancia por unidad de vegetación y estación de muestreo

A) Riqueza de especies por unidad de vegetación

Entre las unidades de vegetación, la mayor riqueza de artrópodos fue registradas en la unidad Áreas de cultivo con 14 morfoespecies distribuidas en 13 familias y siete (7) órdenes y en la unidad de vegetación Desierto costero con 14 morfoespecies distribuidas en 14 familias y siete (7) familias. Cabe señalar que en la unidad de vegetación del Desierto costero tiene mayor esfuerzo de muestreo y de riqueza, con seis (6) estaciones de muestreo, mientras que, la unidad de vegetación de Agricultura costera y andina es solo de una (1) estación de muestreo.

En la Vegetación ribereña se registra 12 morfoespecies distribuidas en 11 familias y seis (6) órdenes, finalmente en el Tillandsial, la riqueza de especies fue representada por tres (3) morfoespecie (Gráfico 4.2-33). La lista total de especies por unidad de vegetación se detalla en el Anexo 4.2.1 Cuadro 3-1.

Gráfico 4.2-33 Distribución de la riqueza de artrópodos entre categorías taxonómicas de orden, familia y especies por unidad de vegetación



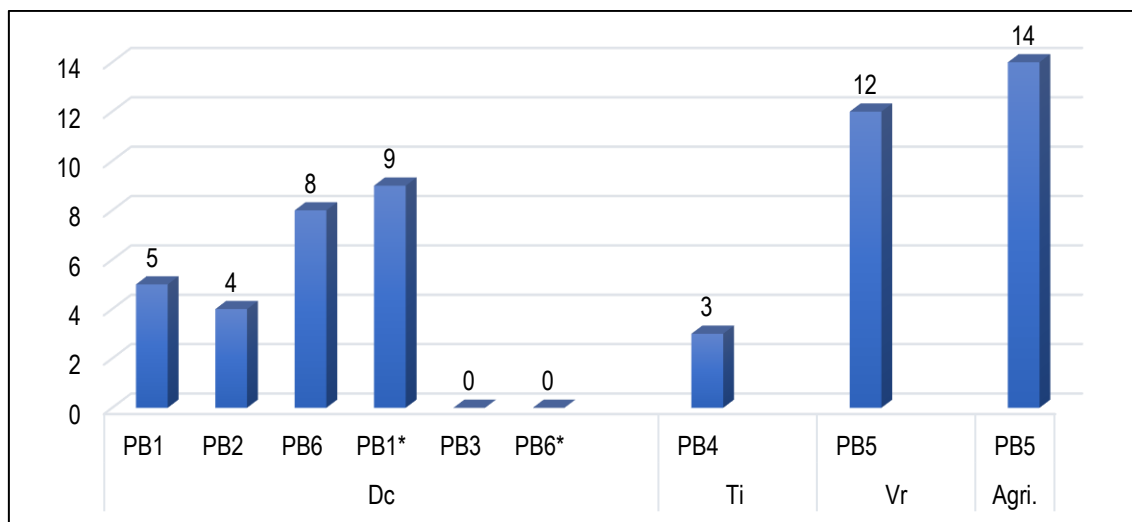
Elaboración: JCI, 2021.

Respecto a la riqueza por estación de muestreo, destaca que el transecto PB-5 que representa las unidades de vegetación de áreas de cultivo y vegetación ribereña en simultáneo, las cuales registraron: 14 morfoespecies y 12 morfoespecies respectivamente. La PB5 relacionada a Agricultura costera andina se caracterizó por presentar policultivo con predominancia de plantaciones de olivo alternado con plantaciones de manzana, higos y maizal, por ello la presencia de aphidos, noctuidos especies plagas típicas de manzana y maizal así también se registró especies de la familia Andrenidae que son polinizadores Vespidae depredadores de plagas y controladores biológico como son de la familia Crysomelidae. también se observó daños en los brotes de los olivos por *Palpita persimilis* comúnmente llamado gusano del brote del olivo. Sin embargo, no se encontró estadios larvales en los brotes. Cabe señalar que los insectos plagan y controladores del cultivo van con relación a la fenología del mismo no tanto con la estacionalidad y sobre todo con el manejo del agricultor muchas veces estos cultivos son fumigados por lo que la riqueza y la abundancia es muy dinámica en un campo de cultivo.

Por otra parte, entre las estaciones ubicadas en la unidad de Desierto costero la estación PB1* registró la mayor riqueza con nueve (9) morfoespecies, en segundo lugar, la estación PB6 con ocho (8) morfoespecies las otras estaciones PB1 y PB2 con cinco (5) y cuatro (4) morfoespecies respectivamente, las otras dos (2) estaciones restantes no obtuvieron registro alguno. Cabe señalar si bien existe un registro de especies en el desierto costero la mayoría son especies que están relacionadas a vegetación como son los noctuidos, Gelechiidae, Tiphidae entre otras especies. Sin embargo, en todas las estaciones no se encontró vegetación alguna siendo extensas áreas de desierto, por lo que es probable que estas especies perdieron la orientación o fueron arrastradas por el viento. Las especies que son típicas de desierto y las encontraremos incluso todo el año son las Archaeognatha que son petrófilos, es decir gustan de vivir sobre o debajo de las piedras del desierto y es donde se les ha encontrado durante las evaluaciones. La familia Solifugidae es otra familia que encontraremos todo el año porque prefieren ambientes áridos y semiáridos del mundo (Muma, 1966), también los autores Paskoff & Manríquez, 2004; Castro & Brignardello, 2005 mencionan que en Chile esta familia se encuentra en ambientes que se

encuentran en el desierto costero transicional que se caracteriza por el predominio de dunas costeras. Finalmente, el Tillandsial solo registró tres (3) especies (Gráfico 4.2-34).

Gráfico 4.2-34 Distribución de la riqueza de artrópodos entre estaciones de muestreo



Vr: Vegetación ribereña, Agri: Agricultura costera y andina, Dc: Desierto Costero, Ti: Tillandsial
Elaboración: JCI, 2021.

Se ha realizado una comparación de especies registradas en la temporada húmeda con información secundaria de la Tesis de Biodiversidad de fauna epigea en las riberas de los ríos Estique y Tarucachi, provincia de Tarata, mayo-noviembre del 2015 Presentada por: Bach. Angel Bonifacio Garcia Ninaja. de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna en el 2017; cabe señalar que solo se ha selecciona la data del río Tarucachi por ser suelo rocoso arenoso y vegetación rala, esta información cuenta con mayor número de esfuerzo tanto en estaciones, área, así como en tiempo de evaluación. Se observa que la riqueza de especies es muy similar son embargo se registra otras familias, como se mencionó la estación PB5 cuenta con dos unidades una es la vegetación ribereña y la vegetación de agricultora costera y andina donde se ha registrado algunas familias registras en esta investigación como son Grillidae y Formicidae (ver Cuadro 4.2-30).

Cuadro 4.2-30 Lista de familias de artrópodos registradas en Vegetación ribereña

Clase	Orden	Familia	Temporada Húmeda	Temporada Seca (mayo a junio) *
Arachnida	Araneae	Araneidae	x	x
Arachnida	Araneae	Sicariidae		x
Arachnida	Araneae	Lycisidae		x
Arachnida	Araneae	Theridiidae	x	
Insecta	Coleoptera	Coocinellidae	x	
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	x	
Insecta	Diptera	Muscidae		x
Insecta	Diptera	Culicidae		x
Insecta	Diptera	Calliphoridae		x
Insecta	Diptera	Cecidomyiidae	x	
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	x	

Cuadro 4.2-30 Lista de familias de artrópodos registradas en Vegetación ribereña

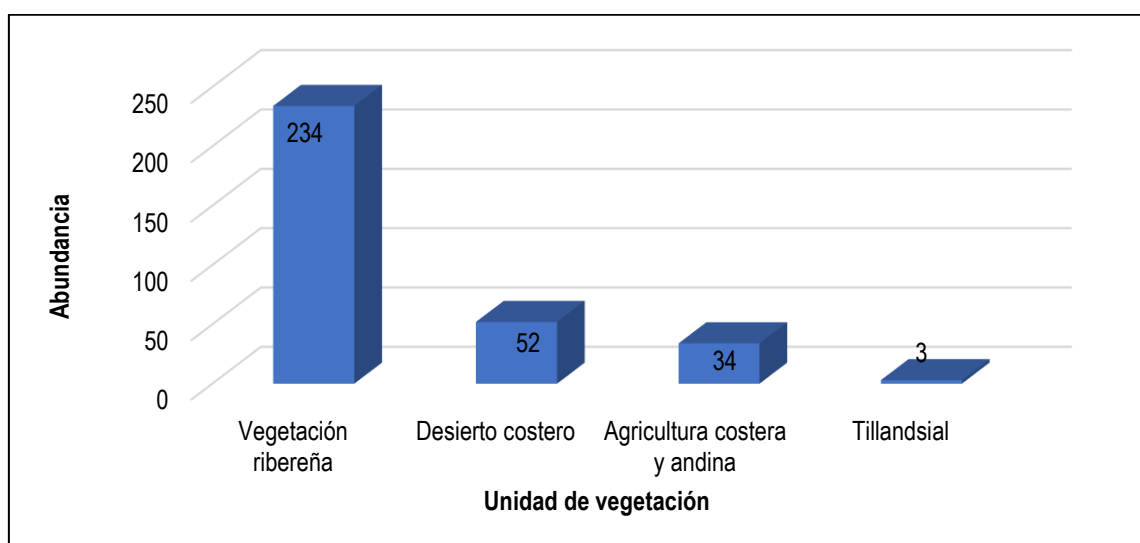
Clase	Orden	Familia	Temporada Húmeda	Temporada Seca (mayo a junio) *
Insecta	Diptera	Calliphoridae		
Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	x	
Insecta	Hemiptera	Rhyparochromidae	x	
Insecta	Hemiptera	Nabidae		x
Insecta	Hymenoptera	Apidae	x	
Insecta	Hymenoptera	Tiphiidae	x	
Insecta	Hymenoptera	Formicidae		x
Insecta	Lepidoptera	Gelechidae	x	
Insecta	Lepidoptera	Noctuidae		x
Insecta	Lepidoptera	Pyrilidae		x
Insecta	Lepidoptera	Pieridae		x
Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae		x
Insecta	Orthoptera	Locustidae		x
Insecta	Orthoptera	Gryllidae		x
Riqueza			11	14

(*) información secundaria TESIS: Biodiversidad de fauna epigea en las riberas de los ríos Estique y Tarucachi, provincia de Tarata, 2017

Elaboración: JCI, 2021.

B) Abundancia por estaciones de muestreo y unidades de vegetación

Con respecto a la abundancia de aves por unidad de vegetación, se observa el mayor número de registros (234 individuos) en la Vegetación ribereña, seguida de las áreas del Desierto costero con 52 individuos. En las áreas de Agricultura costera y andina, 34 individuos fueron registrados y tres (3) individuos en el Tillandsial (Gráfico 4.2-35).

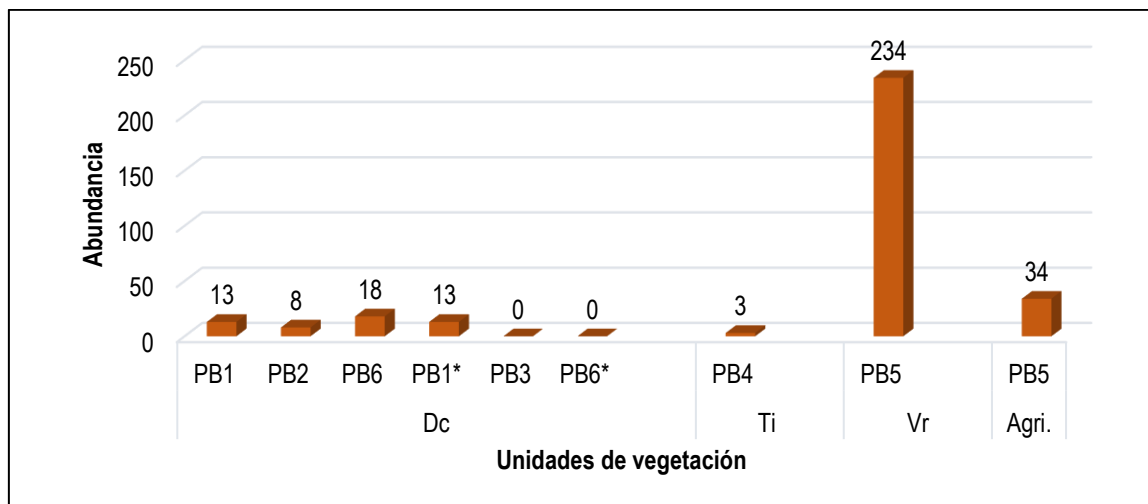
Gráfico 4.2-35 Abundancias de artrópodos según unidad de vegetación

Elaboración: JCI, 2021.

La abundancia por estaciones de muestreo, la estación PB5 que presenta dos (2) unidades de vegetación; Vegetación ribereña y Agricultura costera y andina; registran 234 individuos y 34 individuos respectivamente, en el Desierto costero las estaciones con mayor abundancia fueron PB1, PB6* con 13 individuos, la estación PB6 con 18 individuos registrados. Finalmente, la PB2 con tan solo ocho (8) individuos, las otras dos (2) estaciones obtuvieron cero (0) registros,

Por último, la estación PB4 de Tillandsial representada por tres (3) individuos (Gráfico 4.2-36).

Gráfico 4.2-36 Abundancias de artrópodos según estación de muestreo



Vr: Vegetación ribereña, Agri: Agricultura costera y andina, Dc: Desierto Costero, Ti: Tillandsial
Elaboración: JCI, 2021.

4.2.12.3.5 Diversidad de especies

Los resultados de diversidad alfa fueron obtenidos en todas las estaciones de evaluación excepto PB3 y PB6* por ausencia de registros. En el área de cultivo, los índices de diversidad fueron altos para el transecto PB5, donde el valor de índice de diversidad de Shannon-Wiener se calculó en 3.34 bits/ind correspondiente a una diversidad alta, que junto al índice de diversidad de Simpson (0.86 probits/ind) muestra el valor de mayor diversidad entre las estaciones restantes las cuales presentan entre tres (3) a (12) morfoespecies (Cuadro 4.2-31).

Cuadro 4.2-31 Índice de diversidad de artrópodos por unidad de vegetación y estación

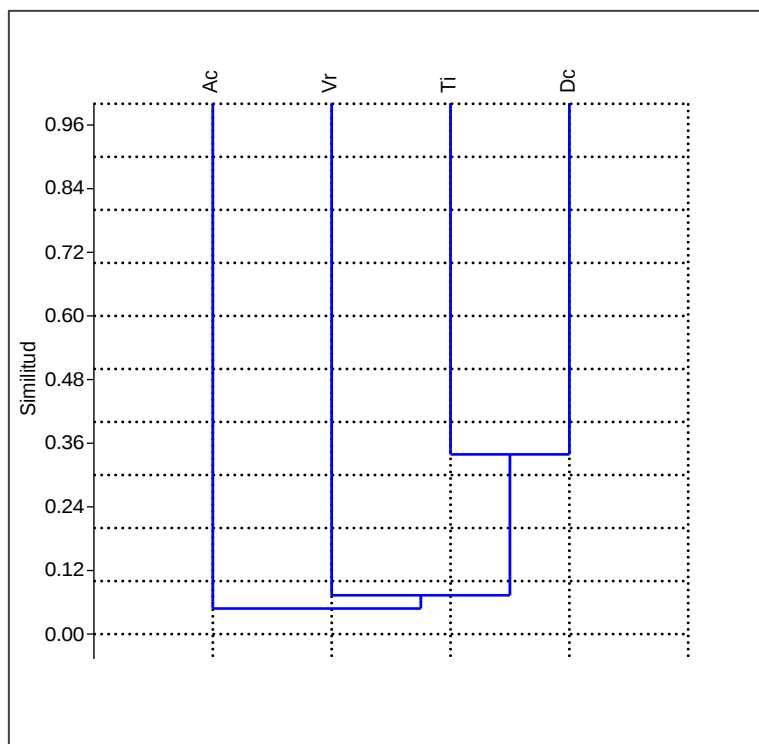
Unidades de vegetación	Estaciones	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de diversidad de Shannon	Índice de Simpson 1-D
Desierto costero	PB1	5	13	2.04	0.72
	PB2	4	8	2.00	0.75
	PB6	8	18	2.71	0.82
	PB1*	9	13	3.09	0.88
	PB3	0	0	0	0
	PB6*	0	0	0	0
Tillandsial	PB4	3	3	1.59	0.67
Vegetación ribereña	PB5	12	234	1.39	0.40
Agricultura costera y andina	PB5	14	34	3.34	0.86

1-D: Índice de diversidad de Simpson, H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener
Elaboración: JCI, 2021.

4.2.12.3.6 Análisis de similitud

Se consideró el análisis de similitud de Morisita basado en que todas estaciones y unidades de vegetación presentaron información cuantitativa. A partir de este análisis, se determinó que las unidades de vegetación de Tillandsial (Ti) y Desierto costero (Dc) presentan una comunidad de artrópodos 33.90 % similar, mientras que, otra agrupación la conforma el Desierto costero (Dc) con la Vegetación ribereña (Vr) con un 14.03 % de similitud (ver Gráfico 4.2-37).

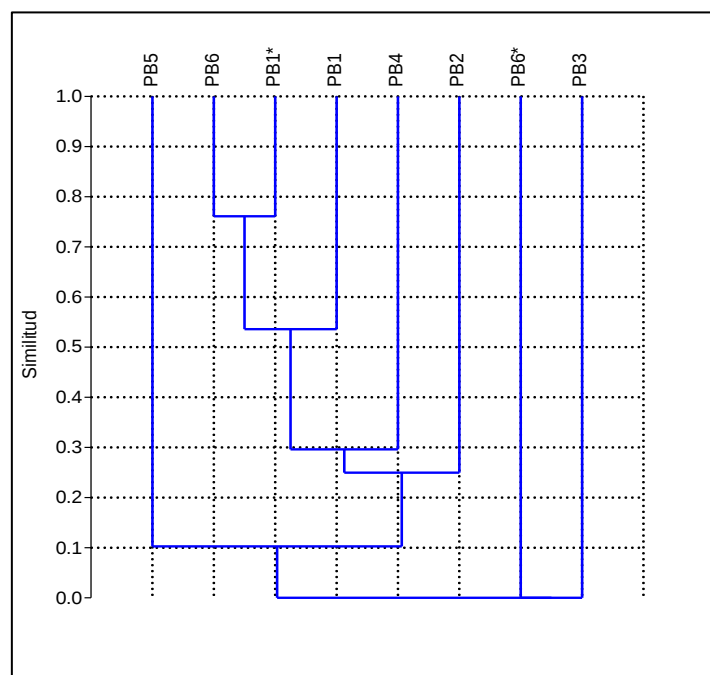
Gráfico 4.2-37 Similitud de Morisita entre unidades de vegetación



Vr: Vegetación ribereña, Ac: Agricultura costera y andina, Ti: Tillandsial, Dc: Desierto Costero
Elaboración: JCI, 2021.

Respecto la comparación entre unidades de muestreo, el dendrograma resultante presentó una alta similitud entre las estaciones PB1* y PB6 respecto a la estación PB6 con el 76.09 % ambas pertenecientes a la unidad de vegetación de Desierto costero. Seguida de las estaciones PB1 y PB6 con el 54.22 % similares y entre el PB1 y PB1* con un 52.94 %. Se observa la baja similitud entre la estación PB5 (vegetación ribereña y Agricultura costera y andina) con el resto de las estaciones debido a que la composición de artrópodos hallada en esta estación presenta un alto número de especies, un escenario que ninguna otra unidad de vegetación comparte (Gráfico 4.2-38).

Gráfico 4.2-38 Similitud de Morisita entre Unidades de Vegetación



Elaboración: JCI, 2021.

4.2.12.3.7 Especies en categorías de conservación

Del total de 35 morfoespecies presentes en el área de estudio, no se registraron especies amenazadas según referencias nacionales (D.S. N.º 004-2014-MINAGRI ni Serfor, 2018). Así mismo, en los sistemas internacionales como IUCN (2020-3) considera a *Apis mellifera* con deficiencia de datos (DD); así mismo, ninguna morfoespecie se encuentra dentro de los apéndices de Cites (2021).

4.2.12.3.8 Especies endémicas y de uso local

No se registraron especies endémicas entre los artrópodos halladas en el área de proyecto. No obstante, la presencia de *Apis mellifera* en la Vegetación ribereña indicando la presencia de colmenas en el entorno de dicha vegetación así mismo la proximidad a campos de cultivo, *Apis mellifera* es un buen polinizador tanto para las plantas silvestres como los de cultivo.

4.2.12.4 Conclusiones

- La comunidad de aves en el área de proyecto fue representada por 35 morfoespecies de distribuidas en 31 familias taxonómicas y 12 órdenes.
- Las familias propias de desierto costero son Solifugae y Archaeognatha, familias que encontraremos todo el año.
- Entre las unidades de vegetación, la mayor riqueza fue registrada en la vegetación agricultura costera y andina con 14 especies, seguida de la unidad de vegetación ribereña con 12 morfo especies.
- El mayor número de registros (234 individuos) en la vegetación ribereña, seguida de la

agricultura costera y andina colindante con 52 individuos.

- La riqueza y abundancia de artrópodos en la vegetación de agricultura costera está en relación a la fenología del cultivo y el manejo propio del cultivo.
- En el área de cultivo los índices de diversidad fueron altos para el transecto PB5, donde el valor de índice de diversidad de Shannon-Wiener se calculó en 3.34 bits/ind correspondiente a una diversidad alta, que junto al índice de diversidad de Simpson (0.86 probits/ind)
- No hay registros de especies bajo alguna categoría de amenaza según legislación nacional y solo la IUCN Coloca a *Apis melífera* con deficiencia de data (DD).

4.2.13 Hidrobiología

La evaluación hidrobiológica en el área de estudio se enfoca en las comunidades presentes en los cuerpos de agua, estos se clasifican de acuerdo con el lugar que ocupan en la columna de agua; aquellos que flotan en el agua se denominan plancton; los que se fijan a un sustrato perifiton; los que viven en el fondo, macroinvertebrados bentónicos y por último los que pueden nadar libremente en el agua y en contra corriente, se denomina necton.

La evaluación hidrobiológica se realizó el 12 de octubre del 2020, durante la temporada húmeda, el cual fue de tipo cuantitativo y estuvo orientado a la identificación y caracterización de dos (2) cuerpos lóticos; la quebrada Guaneros (MH-01) y el río Osmore (MH-02), en las cuales se evaluaron cuatro (4) comunidades hidrobiológicas: plancton (fitoplancton, zooplancton), perifiton, macroinvertebrados bentónicos y necton, con la finalidad de tener información referencial del estado de los cuerpos hídricos al inicio de las actividades del proyecto y determinar si tienen potencial para la afectación del ecosistema acuático.

En base a la información obtenida en campo, se presenta los resultados a nivel de composición, riqueza y abundancia de cada una de las comunidades hidrobiológicas, el análisis de los descriptores comunitarios (diversidad, equidad, entre otros), así como los índices bióticos indicadores de la calidad de agua como Wilhm y Dorris, Índice de EPT, índice de BMWP y ABI cuyos valores fueron obtenidos en base a los resultados del análisis de macroinvertebrados bentónicos (bentos). Es importante mencionar que no se realizó la toma de muestras en la Quebrada Guaneros (MH-01) debido a que no presentaba agua para realizar el muestreo, solo la estación ubicada en el río Osmore (MH-02) presentó información para las comunidades hidrobiológicas.

Los detalles de la ubicación de las estaciones de muestreo se presentan en el Anexo 4.2.3 Mapa LBB-13 Ubicación de estaciones de evaluación hidrobiología y por último en el Anexo 4.2.5. Informe de ensayo de laboratorio acreditado por Inacal.

4.2.13.1 Metodología

4.2.13.1.1 Evaluación cuantitativa

Evaluación de plancton

El plancton se agrupa en dos (2) comunidades biológicas que serán colectadas, almacenadas e identificadas por separado: fitoplancton y zooplancton.

Fitoplancton

La muestra se colectó directamente de la superficie del cuerpo de agua, sin filtrar, con la ayuda de una botella de 150 ml de capacidad y de preferencia de color ámbar. La muestra fue colectada a 10-20 cm de profundidad de la orilla del cuerpo de agua y se llenará hasta el 90 % de su capacidad. Las muestras fueron almacenadas en frascos de plástico de 250 ml, para la preservación se utilizará formol al 4 %, en cantidad de 20 ml (MHN-UNMSM / Minam 2014). La identificación de los organismos se realizó en un laboratorio especializado y acreditado por Inacal.

Zooplancton

El método empleado fue el filtrado de volúmenes de agua con uso de una red de plancton de 60 μ m de abertura de malla. La muestra fue colectada entre la orilla y el centro del cuerpo de agua. El volumen de agua filtrado fue de 40 L y fue almacenado en frascos de plástico de 250 ml. La preservación de las muestras de zooplancton se realizó empleando una solución de formol al 4 % en cantidad de 20 ml, (Minam y MUSM-UNMSM 2014). La identificación de los organismos se realizó en un laboratorio especializado y acreditado por Inacal.

Evaluación de perifiton

En cada estación de monitoreo se realizó un raspado en piedras en un área de 30 cm² con la ayuda de un cepillo o espátula. Luego la muestra fue colocada en frascos de 250 ml y preservadas en formol de 4 % en cantidad de 20 ml para su posterior separación e identificación de los organismos en un laboratorio especializado (MHN-UNMSM, Minam 2014).

Evaluación de macroinvertebrados bentónicos

El muestreo se realizó en las orillas de las quebradas mediante una red Surber de marco metálico 0.30 x 0.30 m (0.09 m²), con una abertura de malla de 500 μ considerándose tres subréplicas por estación en los ambientes lénticos (ríos y/o quebradas), siendo el de área de superficie total de muestreo total 0.27 m². El tiempo de exposición fue en un promedio entre 20-30 segundos (MHN-UNMSM / Minam, 2014). Las muestras fueron almacenadas en frascos de plástico de 500 ml de volumen, etiquetados y fijados con alcohol al 70 % vertido en el frasco plástico hasta enrasarlo (300 ml aprox.), para su posterior separación e identificación de los organismos en un laboratorio especializado y acreditado.

Evaluación de necton

Para la colecta de muestras de necton (peces) se aplicará la técnica de captura activa mediante el arte de pesca con atarraya y/o red de arrastre. Las dimensiones de la atarraya a utilizada fueron de 4 m de diámetro y con 20 mm de abertura, realizando ocho (8) lances para la captura de peces.

4.2.13.1.2 Análisis de información

Índices bióticos indicadores de calidad de agua

Aplicados sobre la base del conocimiento de especies indicadoras de calidad de agua, se usan para determinar el estado actual del cuerpo de agua estudiado. En estos índices se integran los conceptos de probidad y el de diversidad, pero con la ventaja añadida de tomar en cuenta la composición y adaptabilidad de los taxa. El análisis de índices de abundancia y diversidad se llevó a cabo mediante el programa PAST y Primer.

Estos dos últimos aspectos son considerados al determinar la tolerancia de los diferentes grupos de organismos a los factores de perturbación. La presencia o ausencia de un taxón y/o su abundancia se pondera de acuerdo con la sensibilidad que presenta al factor de perturbación que

se quiera valorar (Segnini, 2003). En este estudio se emplean índices bióticos para cada comunidad biológica muestreada:

Clasificación del estado de conservación de Wilhm y Dorris (1968)

Determina el grado de contaminación de los cuerpos de agua con el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H').

Cuadro 4.2-32 Condición de contaminación según el índice de Shannon-Wiener

H'	Condición
> 3	Hábitat limpio
1 a 3	Contaminación moderada
< 1	Contaminación severa

Índice de EPT

Expresa el número total de individuos de los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera, en proporción a la abundancia total encontrada. Estos insectos son considerados organismos sensibles y su presencia generalmente está relacionada a aguas de buena calidad.

$$\% EPT = \frac{Ephemeroptera + Plecoptera + Trichoptera}{N} \times 100$$

Donde: N= número de individuos de la muestra:

Cuadro 4.2-33 Calidad de agua para índices EPT

Clase	Índice EPT (%)	Calidad del agua
1	75-100	Muy buena
2	50-74	Buena
3	25-49	Regular
4	0-24	Mala

Índice biótico de familias de Hillsenhoff (IBF)

El índice biótico de familias (IBF) otorga un puntaje a cada familia de invertebrados encontrados en un cuerpo de agua, según su nivel de sensibilidad a la contaminación (Cuadro 4.2-34) y el número de individuos existentes en cada familia, permitiendo clasificar la corriente de agua desde Clase I (excelente) a Clase VII (muy malo).

$$IBF = \frac{1}{N} \sum (ni \times ti)$$

Donde: N = número total de individuos en la muestra (estación)

ni = número de individuos en una familia

ti = puntaje de tolerancia de cada familia

Cuadro 4.2-34 Valores de tolerancia de macroinvertebrados bentónicos utilizadas en la determinación del IBF

Trichóptera		Ephemeroptera		Plecóptera		Coleóptera	
Brachycentridae	1	Baetidae	4	Gripterygiidae	1	Dryopidae	5
Calamoceratidae	3	Baetiscidae	3	Notonemouridae	0	Elmidae	4
Ecnomidae	3	Caenidae	7	Perlidae	1	Psephenidae	4
Glossomatidae	0	Ephemerellidae	1	Diamphinidae	0	Dysticidae	5
Helicophidae	6	Ephemeridae	4	Austronemouridae	1		
Helicopsychidae	3	Heptageniidae	4	Eustheniidae	0	Hemiptera	
Hydropsychidae	4	Leptophlebiidae	2	Capniidae	1	Corixidae	5
Hydroptilidae	4	Metretopodiidae	2	Chloroperlidae	1	Nepidae	8
Lepidostomatidae	1	Siphonuridae	7	Leutidae	0	Notonectidae	5
Leptoceridae	4	Oligoneuridae	2	Nemouridae	2		
Limnephilidae	4	Ameletopsidae	2	Pteronarcyidae	0	Lepidóptera	
Moldannidae	6	Coloburiscidae	3	Taeniopterygidae	2	Pyrallidae	4
Odontoceridae	0	Oniscigastridae	3				
Philopotamidae	3	Potomanthidae	4	Díptera		Mollusca	
Phryg aneidae	4	Trichorythidae	4	Atheriidae	2	Amnicolidae	6
Polycentropodidae	6			Blepharoceridae	0	Chilinae	6
Psychomyidae	2	Odonata		Ceratopogonidae	6	Lymnaeidae	6
Rhyacophilidae	0	Aeshinidae	3	Chironomidae	7	Sphaeriidae	8
Sericostomidae	3	Calopterygidae	5	Dolichopodidae	4	Physidae	8
Uenidae	3	Coenagrionidae	9	Empididae	6	Planorbidae	3
Xiphocentronidae	3	Cordulegastridae	3	Ephydriidae	6		
		Cordullidae	5	Psychodidae	10	Bivalvia	
Megalóptera		Gomphidae	1	Simuliidae	6	Pisidiidae	8
Corydalidae	0	Lestidae	9	Muscidae	6	Unionidae	4
Sialidae	4	Libellulidae	9	Syrphidae	10		
		Macromiidae	3	Tabanidae	6	Amphípoda	
Isópoda		Petaluridae	5	Tipulidae	3	Gammaridae	4
Asellidae	8					Talitridae	8
		Hirudinea		Turbellaria		Hyalellidae	8
Oligochaeta	8	Bdellidae	10	Platyhelminthidae	4		
						Decápoda	6
Acariformes	4						

Fuente: Hilsenhoff, 1988.

Cuadro 4.2-35 Sistema de clasificación de la calidad de agua basado en el IBF

Clase	IBF (HILSENHOFF 1988)	Características ambientales
I	0.00-3.75	Excelente
II	3.76-4.25	Muy bueno
III	4.26-5.00	Bueno
IV	5.01-5.75	Regular
V	5.76-6.50	Relativamente Malo
VI	6.51-7.25	Malo
VII	7.26-10.00	Muy Malo

Fuente: Hilsenhoff, 1988.

Índice BMWP

El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) es aplicado a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y se calculan sumando las puntuaciones de los distintos grupos en función de su mayor o menor sensibilidad a la contaminación orgánica. Este índice fue creado en Inglaterra en la década del 70, y ha sido adaptado para aguas continentales sudamericanas por Roldán (2003) quien lo aplicó en Colombia. El uso de este índice ha sido recomendado en países como España y varios países sudamericanos, debido a su sencillez, precisión y eficacia. Este método es aplicado al nivel taxonómico de familia, género o especie, por lo cual resulta más preciso, y no es necesario cuantificar la abundancia de los grupos y sólo se registra su ausencia o presencia. Se expresa en 5 clases de calidad ambiental.

Cuadro 4.2-36 Método de evaluación de la calidad del agua con el método BMWP

Familias				Puntajes
Blephariceridae	Calamoceratidae	Odontoceridae	Ptilodactylidae	10
Leptoceridae	Perlidae	Philopotomidae	Xiphocentronidae	8
Cossidae	Glossosomatidae	Hebridae	Hydrobiosidae	7
Leptinidae	Limnephilidae	Oligoneuriidae	Polycentropodidae	
Isotomidae	Psephenidae			
Hyaletellidae	Helolidae	Chordodidae	Hydroptilidae	6
Calopterygidae	Leptophlebiidae	Bibionidae		
Aeshnidae	Ancyliidae	Belostomatidae	Cicadellidae	5
Dalyelliidae	Dugesidae	Gomphidae	Gyrinidae	
Libellulidae	Ostracoda	Planariidae	Pyrilidae	
Coenagrionidae	Corydalidae	Hydropsychidae	Leptohyphidae	
Simuliidae	Sphaeriidae			
Baetidae	Caenidae	Curculionidae	Decapoda	4
Dolichopodidae	Elmidae	Empididae	Gerridae	
Hydracarina	Naucoridae	Nematoda	Noteridae	
Pleidae	Staphylinidae	Tipulidae	Veliidae	
Dixidae	Halipidae	Palaemonidae		
Ceratopogonidae	Dytiscidae	Gelastocoridae	Glossiphoniidae	3
Hirudinea	Lymnaeidae	Physidae	Planorbidae	
Hydrophilidae	Psychodidae			
Chironomidae	Culicidae	Ephydriidae	Muscidae	2
Stratiomyidae				
Aelosomatidae	Naididae	Syrphidae	Tubificidae	1

Cuadro 4.2-37 Valor del Índice BMWP para las diferentes clases de calidad biológica del agua

Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
I	Buena	> 150	Aguas muy limpias	Azul
		101-149	Nula o escasamente alteradas	
II	Aceptable	61-100	Se evidencia contaminación	Verde
III	Dudosa	36-60	Contaminación moderada	Amarillo
IV	Crítica	16-35	Muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	< 15	Gravemente contaminadas	Rojo

4.2.13.2 Estaciones de muestreo

Dos (2) estaciones de muestreo fueron evaluados para la caracterización hidrobiología una ubicada en la quebrada Guaneros (MH-01) y un punto en el río Osmore (MH-02) (ver Cuadro 4.2-38). La representación cartográfica de la ubicación de las estaciones de muestreo se presenta en el Anexo 4.2.3 Mapa LBB-12 Ubicación de estaciones de evaluación hidrobiología. Es importante mencionar que no se realizó la toma de muestras en la quebrada Guaneros (MH-01) debido a que no presentaba agua para realizar el muestreo (punto seco), solo la estación ubicada en el río Osmore (MH-02) presentó información para las comunidades hidrobiológicas.

Cuadro 4.2-38 Estaciones de muestreo para la evaluación hidrobiológica

N.º	Estaciones de muestreo	Coordenadas UTM – WGS 84		Referencia
		Este	Norte	
1	MH-01	266 971	8 058 993	Quebrada Guaneros
2	MH-02	267 970	8 057 950	Río Osmore

Elaboración: JCI, 2021.

4.2.13.3 Resultados

4.2.13.3.1 Fitoplancton

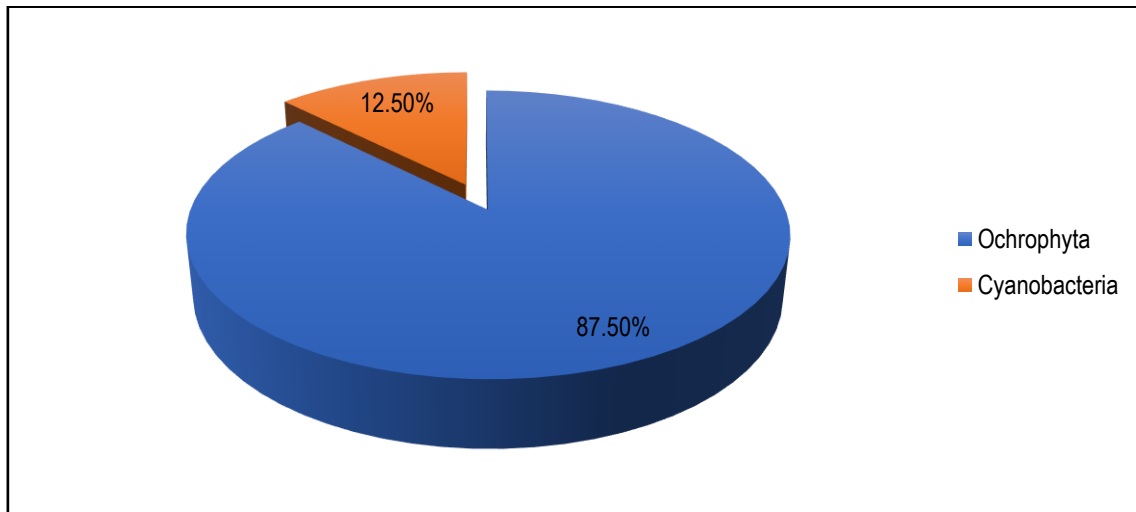
El fitoplancton comprende los productores primarios del ecosistema acuático. En su mayoría son organismos microscópicos que se encuentran en suspensión en la columna de agua a merced de las corrientes. Este grupo es de naturaleza muy variada y por ser la base de la cadena trófica, mientras más diverso sea esto influenciará en una mayor diversidad de zooplancton, bentos y peces. (Roldan, 1992:440).

Composición de especies

En la presente evaluación se registraron ocho (8) taxas, distribuidas en ocho (8) familias, ocho (8) órdenes, tres (3) clases y dos (2) phylum; de las cuales la mayoría fueron determinados hasta el

nivel taxonómico de género. En cuanto a la composición por phylum se observó que el 87.50 % (7 taxas) correspondieron al phylum Ochrophyta o también denominado Bacillariophyta (diatomeas), seguido por el 12.50 % (1 taxa) perteneciente al phylum Cyanobacteria. (ver Gráfico 4.2-39).

Gráfico 4.2-39 Composición porcentual del fitoplancton por phylum

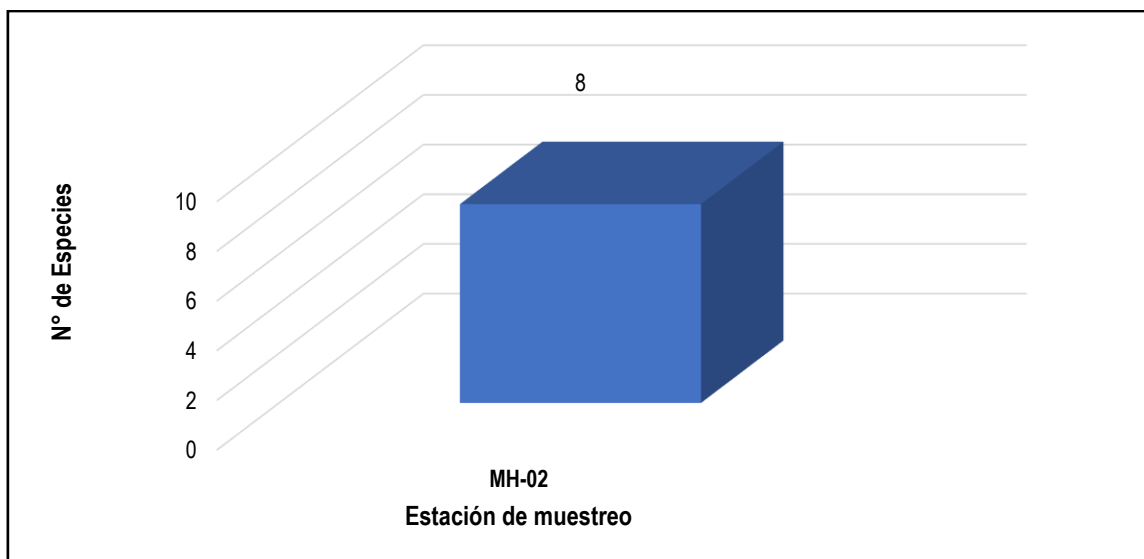


Elaboración: JCI, 2021.

El phylum Ochrophyta conocido también como “Bacillariophyta” se caracteriza por tener una gran riqueza de especies debido a su capacidad de colonizar y dominar una amplia gama de hábitats acuáticos; conformado por más 285 géneros a nivel mundial abarca entre los 10 000 a 12 000 especies es el phylum más dominante, con una gran preferencia en aguas continentales y corrientes turbulentas (Bellinger 2010: 271).

En cuanto a la riqueza por estación de muestreo solo la estación MH-02 obtuvo registros, con ocho (8) taxas registradas, posiblemente por las condiciones fisicoquímicas adecuados para el establecimiento de este grupo de organismos en particular (Gráfico 4.2-40).

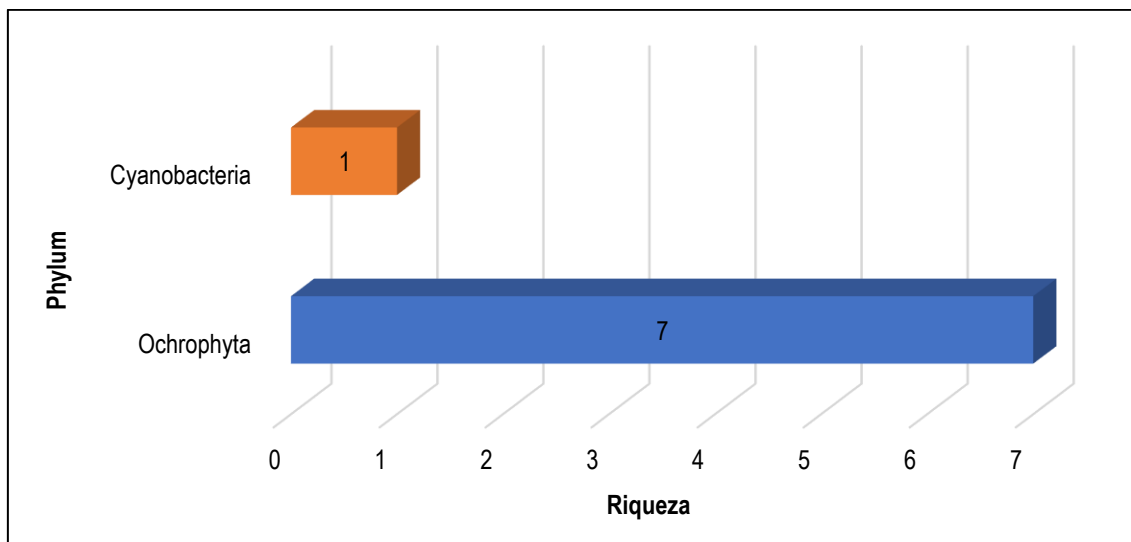
Gráfico 4.2-40 Número de especies de fitoplancton en la estación de muestreo MH-02



Elaboración: JCI, 2021.

En cuanto a la riqueza de especies por phylum se determinó que Ochrophyta fue el phylum, que dominó el área de estudio con siete (7) taxas, al estar presente en la estación MH-02. Por otro lado, el phylum con el menor registro fue Cyanobacteria con una (1) taxa, (ver Gráfico 4.2-41). Se ha demostrado que Ochrophyta no tiene una distribución al azar, sino que son el producto de las interacciones espaciales y temporales de los factores abióticos que favorecen su carácter cosmopolita (Pedraza 2011: 14).

Gráfico 4.2-41 Riqueza de fitoplancton por phylum en la estación de muestreo MH-02

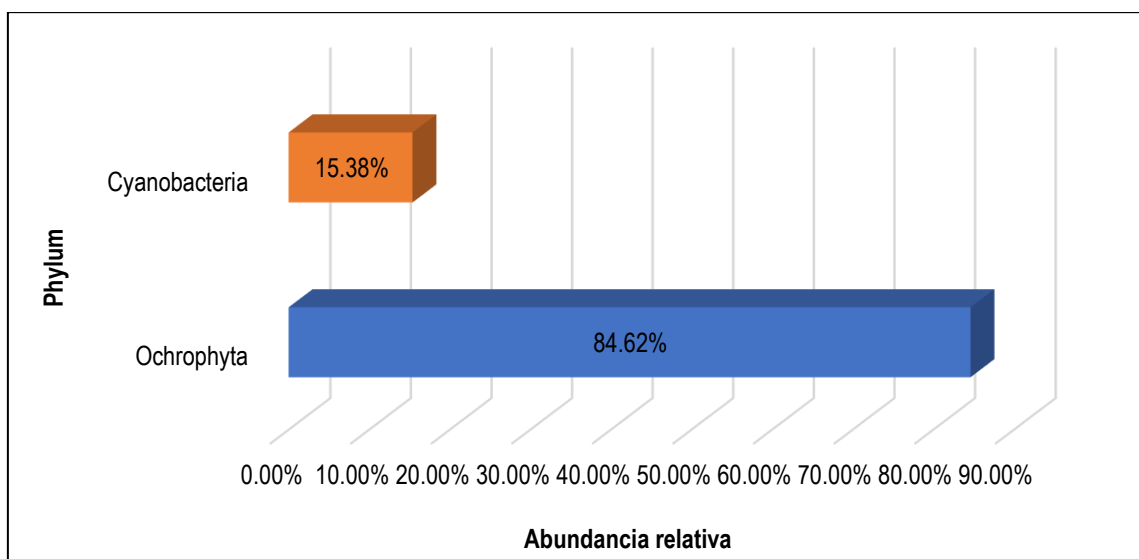


Elaboración: JCI, 2021.

Abundancia

Respecto a la abundancia del fitoplancton por phylum se observó que Ochrophyta registró 88 cel/mL, lo que representó el 84.62 % del total de especies registrados, seguido por Cyanobacteria con 16 cel/mL (15.38 %), (ver Gráfico 4.2-42). La estación MH-02 (río Osmore), presentó una abundancia total de 104 cel/mL registrados en esta temporada.

Gráfico 4.2-42 Abundancia relativa del fitoplancton por phylum en la estación de muestreo MH-02

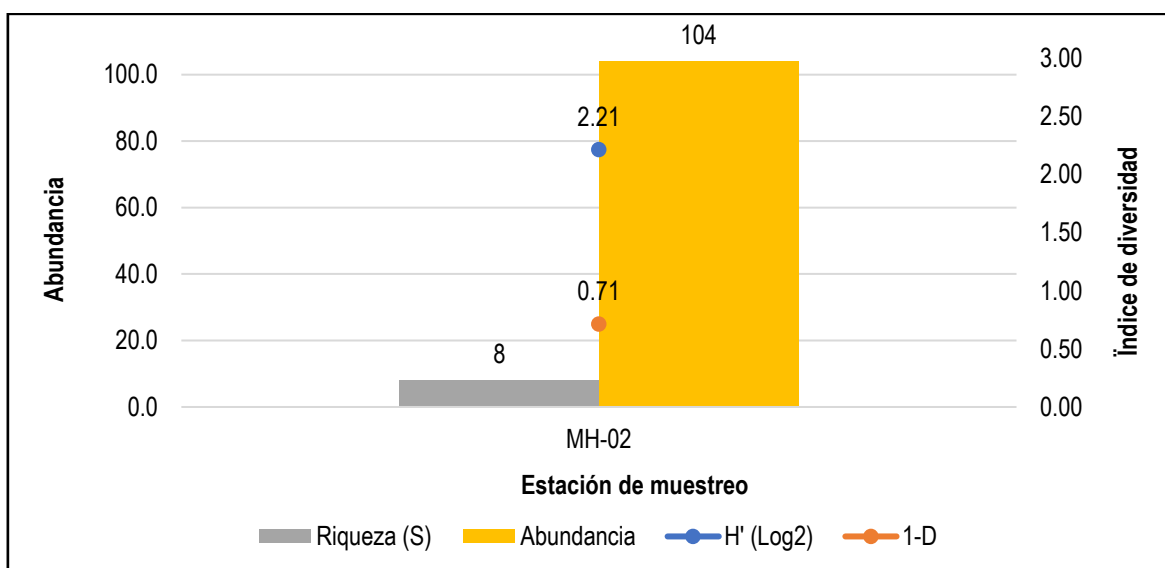


Elaboración: JCI, 2021.

Índice de diversidad

Para el análisis de la diversidad se utilizaron dos (2) índices; el índice de diversidad de Shannon y el índice de diversidad de Simpson. Según el índice de Shannon, la estación MH-02 ($H' = 2.21$ bits/ind) es decir un valor medio de diversidad, mientras que, el índice de diversidad de Simpson, la estación MH-02 ($1-D=0.71$) indica la presencia de una comunidad con tendencia heterogénea puesto que los valores del índice son más cercanos a la unidad. (ver Gráfico 4.2-43).

Gráfico 4.2-43 Valores de diversidad para la evaluación de fitoplancton en la estación de muestreo MH-02



Elaboración: JCI, 2021.

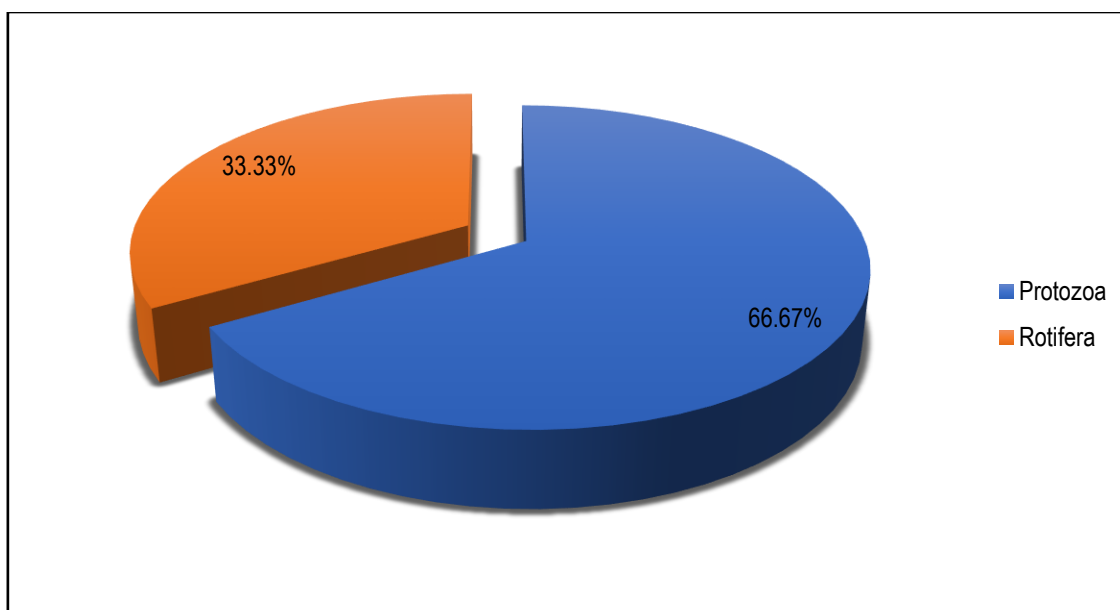
4.2.13.3.2 Zooplancton

El zooplancton de agua dulce está compuesto por animales con altas tasas de crecimiento, un rasgo que permite responder rápidamente a ambientes cambiantes. Otra de sus características es su capacidad para producir abundantes huevos de resistencia que mantienen su viabilidad por décadas o siglos (Hairston, 1996). Las formas de resistencia en el sedimento de los lagos representan un banco de huevos, análogo al banco de semillas de muchas plantas terrestres (Marcus et al., 1994).

Composición de especies

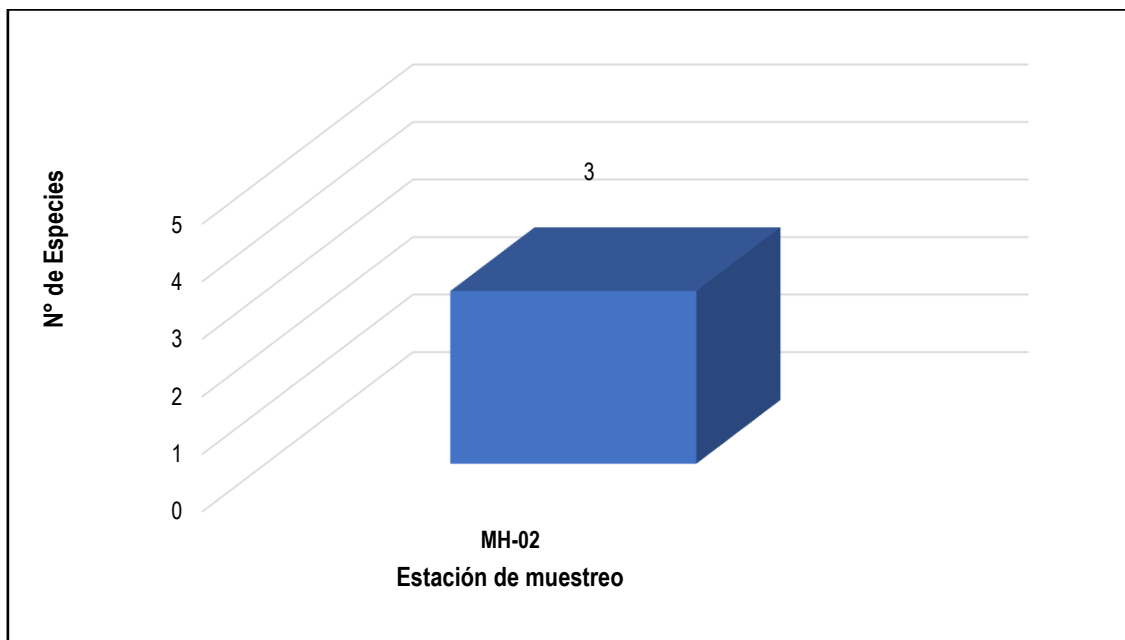
Se registraron tres (3) taxas, agrupadas en tres (3) familias, dos (2) órdenes, dos (2) clases y dos (2) phylum, los cuales fueron determinados hasta el nivel taxonómico de género. En cuanto a la composición por phylum (Gráfico 4.2-44), se observó que el 66.67 % (2 taxas) correspondieron al phylum Protozoa, seguido por el 33.33 % (1 taxa) perteneciente al phylum Rotífera. Un total de tres (3) taxas se registró en la estación MH-02 (Río Osmore, (Gráfico 4.2-45).

Gráfico 4.2-44 Composición general del zooplancton por phylum



Elaboración: JCI, 2021.

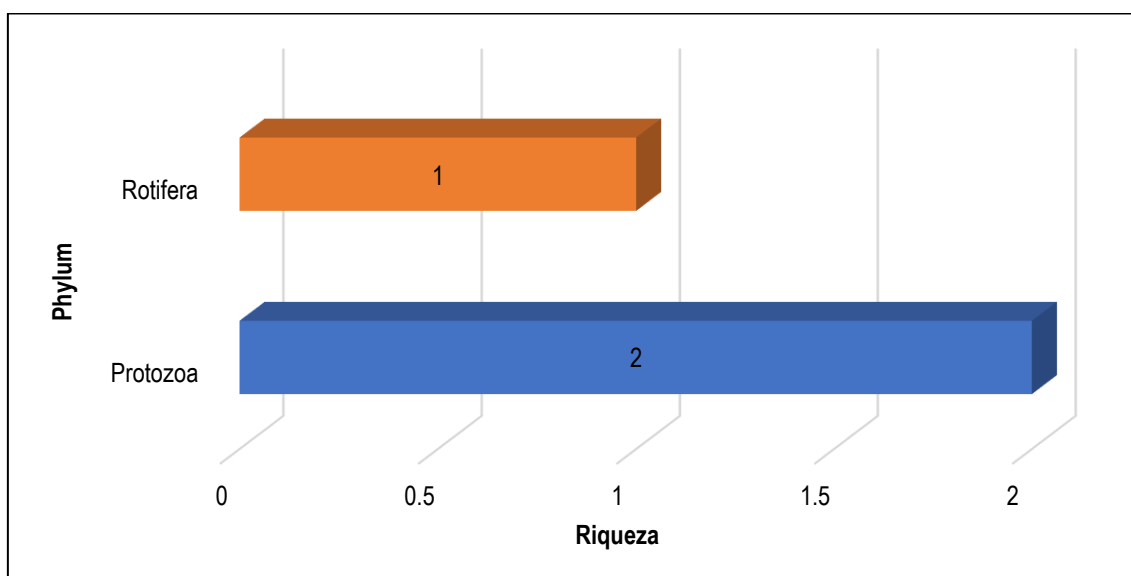
Gráfico 4.2-45 Número de especies de zooplancton en la estación de muestreo MH-02



Elaboración: JCI, 2021.

En cuanto a la composición por número de especies en la estación MH-02 (río Osmore) registró dos (2) phylum; Protozoa con dos (2) taxas y Rotífera con una (1) taxa durante la presente temporada húmeda (Gráfico 4.2-46).

Gráfico 4.2-46 Número de especies de zooplancton por phylum en la estación de muestreo MH-02

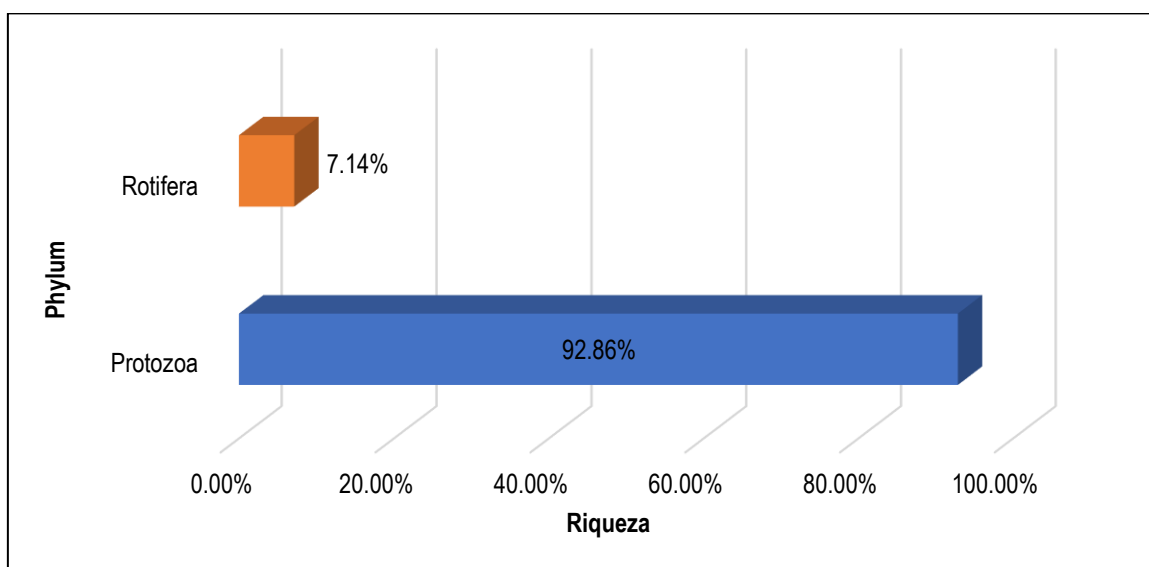


Elaboración: JCI, 2021.

Abundancia

Respecto a la abundancia relativa, la estación MH-02, registró el 100 % de organismos pertenecientes a tres (3) taxas distribuidos en dos (2) phylum. El phylum Protozoa con el 92.86 % (26 Org/L) y Rotífera con 7.14 % (2 Org/L) (ver Gráfico 4.2-47).

Gráfico 4.2-47 Abundancia relativa del zooplancton en la estación de muestreo MH-02

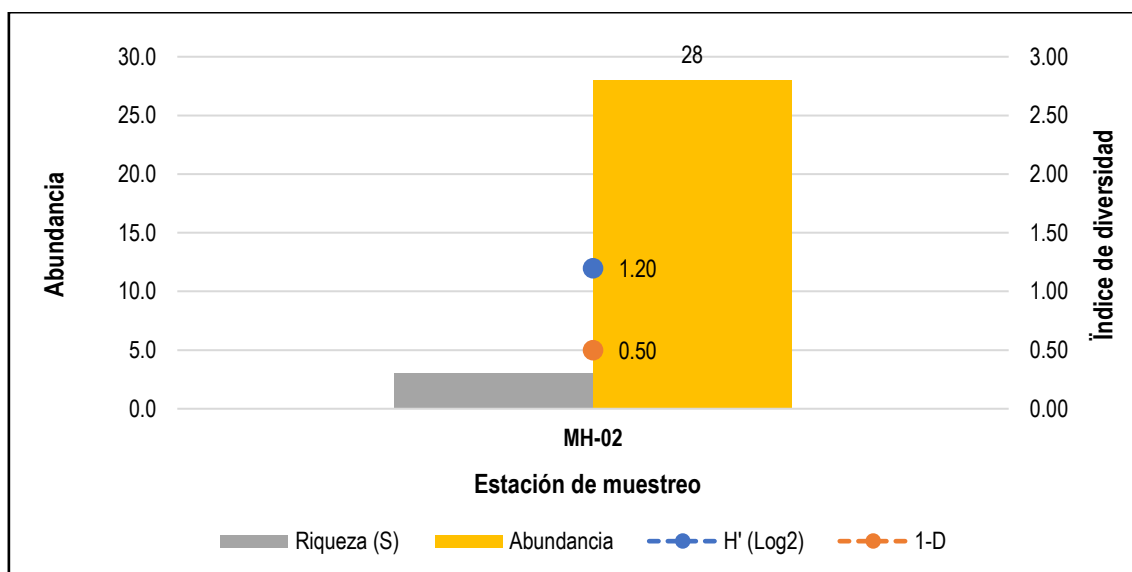


Elaboración: JCI, 2021.

Índice de diversidad

Para el análisis de diversidad se emplearon el índice de diversidad de Shannon y el índice de diversidad de Simpson. La estación MH-02 ($H' = 1.20$ bits/ind) corresponde a una diversidad baja, en tanto, según el índice de diversidad de Simpson, registró un valor intermedio ($1-D = 0.50$) es decir que existe al menos una especie dominante en su composición, (ver Gráfico 4.2-48).

Gráfico 4.2-48 Valores de diversidad en la evaluación de zooplancton para la estación de muestreo MH-02



Elaboración: JCI, 2021.

4.2.13.3.3 Perifiton

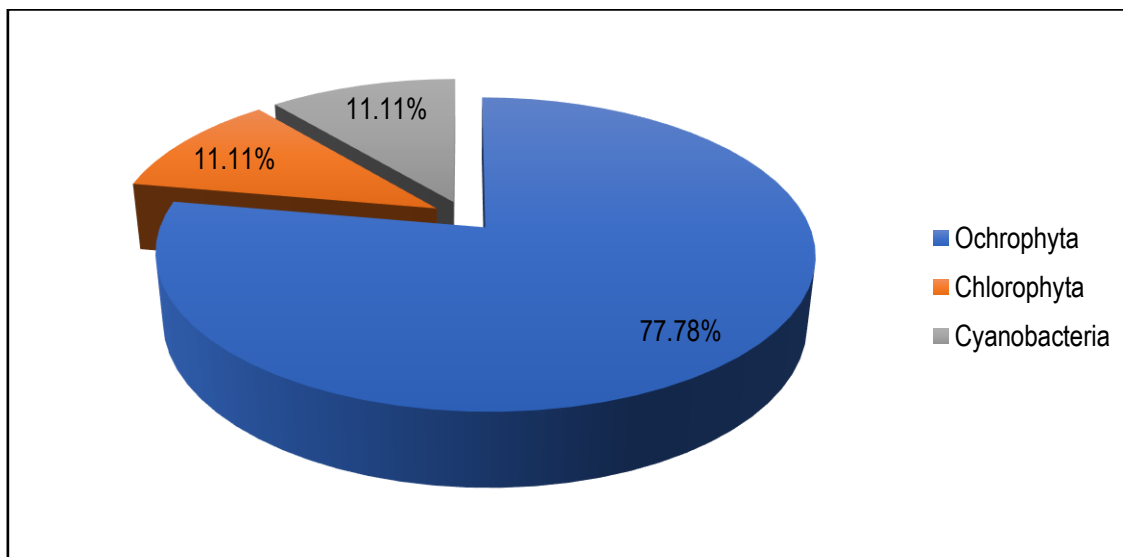
El perifiton se define como el conjunto de organismos microscópicos y mesoscópicos, con predominancia algal, que crece sobre diferentes sustratos. Entre sus integrantes se encuentran formas incrustantes, adherentes, semisésiles y errantes. En general se utilizan términos más exactos para denominar a las comunidades algales no planctónicas teniendo en cuenta el tipo de sustrato sobre el cuál se desarrollan (epifito: sobre macrofitas, epilíton: sobre piedras, episammon: sobre arena) (Roldán 1992:440). Así mismo, el perifiton puede dividirse en perifiton vegetal (conformado por algas y bacterias, entre otros) y perifiton animal, conformado por animales que viven al interior (protozoos, rotíferos, artrópodos, etc.), es importante mencionar que perifiton animal no fue registrado para el presente monitoreo.

Perifiton vegetal

Composición de especies

Se registraron nueve (9) taxas, agrupadas en nueve (9) familias, nueve (9) órdenes, tres (3) clases y tres (3) phylum, de los cuales una (1) taxa no fue determinado (ND). En cuanto a la composición por phylum se observó que Ochrophyta obtuvo la mayor riqueza, con el 77.78 % (7 taxas); seguido por el 11.11 % (1 taxa) del phylum Chlorophyta y Cyanobacteria, cada phylum. (Gráfico 4.2-49).

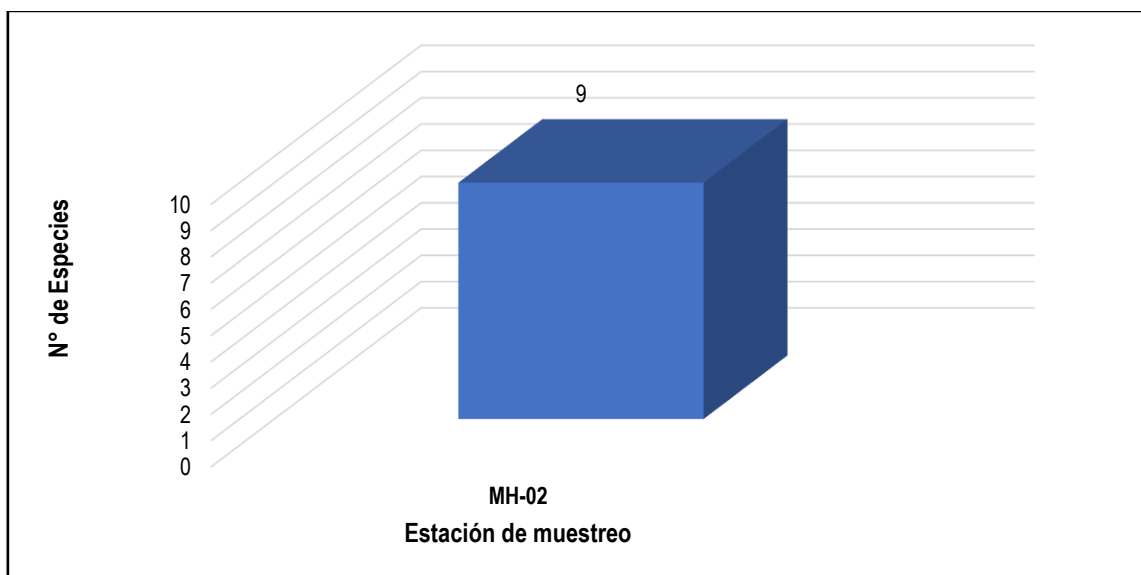
Gráfico 4.2-49 Composición general del perifiton vegetal por phylum



Elaboración: JCI, 2021.

Un total de nueve (9) taxas se registraron en la estación MH-02. Es importante mencionar que no se pudo realizar el muestreo hidrobiológico en la estación MH-01 debido al cauce seco de la quebrada Guaneros (Gráfico 4.2-50).

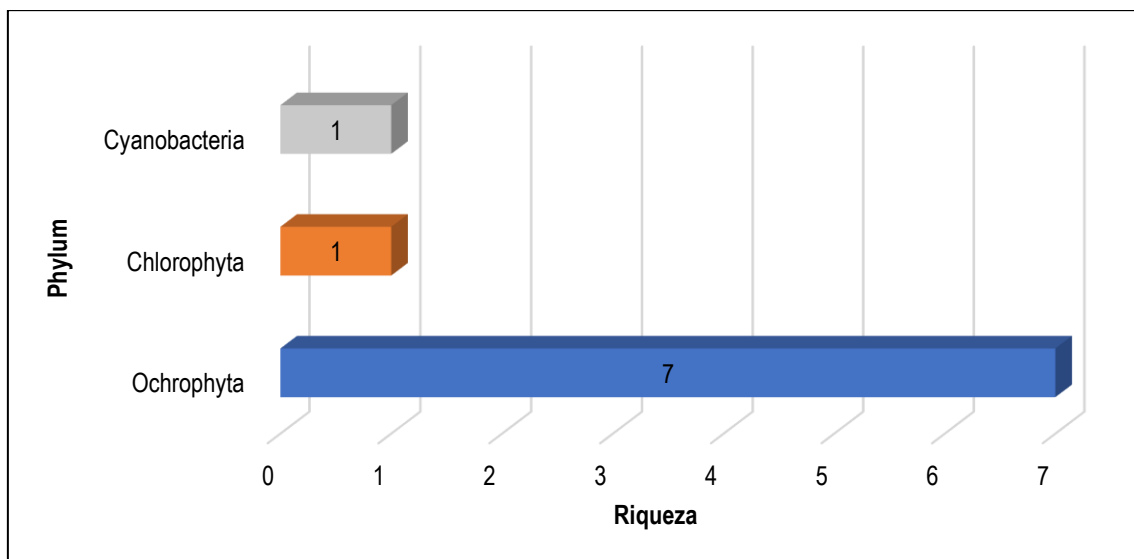
Gráfico 4.2-50 Número de especies de perifiton vegetal en la estación de muestreo MH-02



Elaboración: JCI, 2021.

Los phylum registrados fueron: Ochrophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria, es así que la estación MH-02, se registró nueve (9) taxas, de estos el phylum Ochrophyta presentó mayor riqueza con siete (7) taxas, seguido por Chlorophyta y Cyanobacteria, con solo una (1) taxa respectivamente (Gráfico 4.2-51).

Gráfico 4.2-51 Riqueza de perifiton vegetal por phylum en la estación de muestreo MH-02

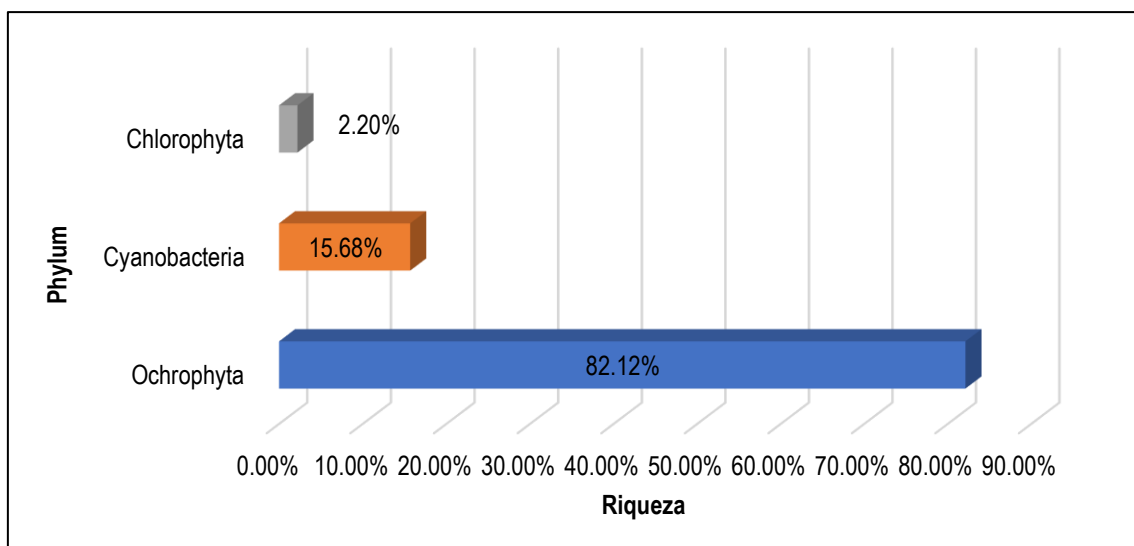


Elaboración: JCI, 2021.

Abundancia

Respecto a la abundancia relativa por estación de muestreo, la estación MH-02 obtuvo mayor abundancia relativa del phylum Ochrophyta con el 82.12 % (859 Org/mm²), seguido por el phylum Cyanobacteria con el 15.68 % (164 Org/mm²) y Chlorophyta con 2.20 % (23 Org/mm²), (Gráfico 4.2-52).

Gráfico 4.2-52 Abundancia relativa del perifiton vegetal en la estación de muestreo MH-02

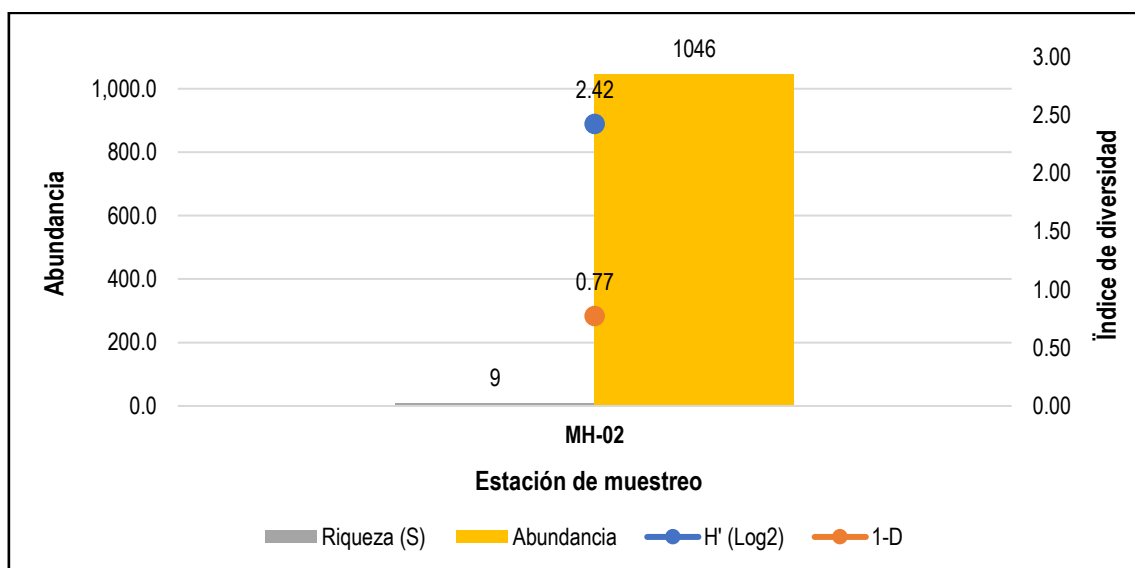


Elaboración: JCI, 2021.

Índice de diversidad

Para el análisis de la diversidad se hallaron dos índices: Shannon y el índice de diversidad de Simpson. Según el índice de Shannon, la estación de muestreo MH-02, obtuvo $H' = 2.42$ bits/ind, lo que indica diversidad media y según el índice de diversidad de Simpson, la estación MH-02, presentó comunidades con tendencia heterogénea ($1-D = 0.77$), (Gráfico 4.2-53).

Gráfico 4.2-53 Valores de diversidad en la evaluación de Perifiton vegetal para la estación de muestreo MH-02



Elaboración: JCI, 2021

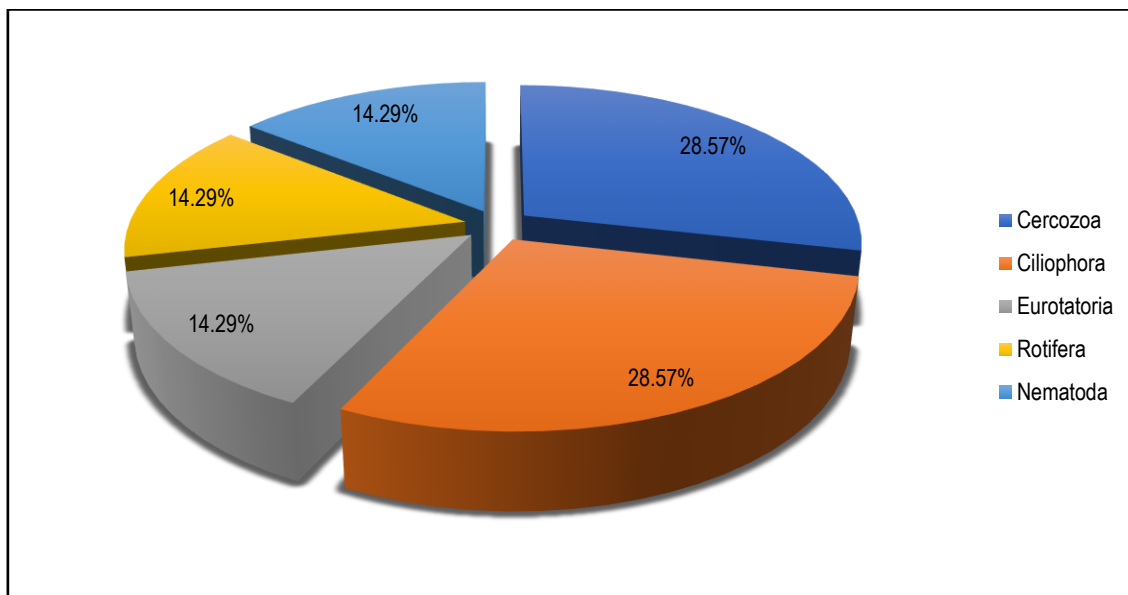
Perifiton animal

Composición de especies

Se registraron siete (7) taxas agrupadas en siete (7) familias, de las cuales tres (3) familias no han sido determinadas (ND) y cinco (5) phylum, de los cuales tres (3) taxas no fueron determinados.

En cuanto a la composición por phylum, se observó que el phylum Cercozoa y Ciliophora, obtuvieron la mayor riqueza, con el 28.57 % (2 taxas), cada phylum; seguido por los tres (3) phylum restantes: Eurotatoria, Rotifera y Nematoda, con una (1) taxa cada uno, lo que representó el 14.29 %. (Gráfico 4.2-54).

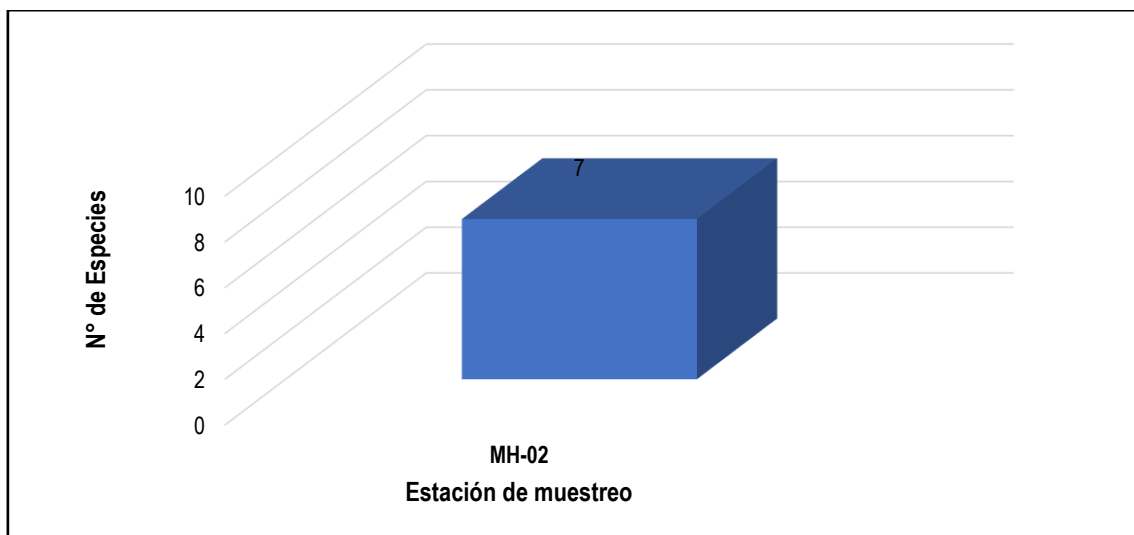
Gráfico 4.2-54 Composición general del perifiton animal por phylum



Elaboración: JCI, 2021.

En cuanto al registro por estación de muestreo, la estación MH-02, registró siete (7) taxas, (Gráfico 4.2-55).

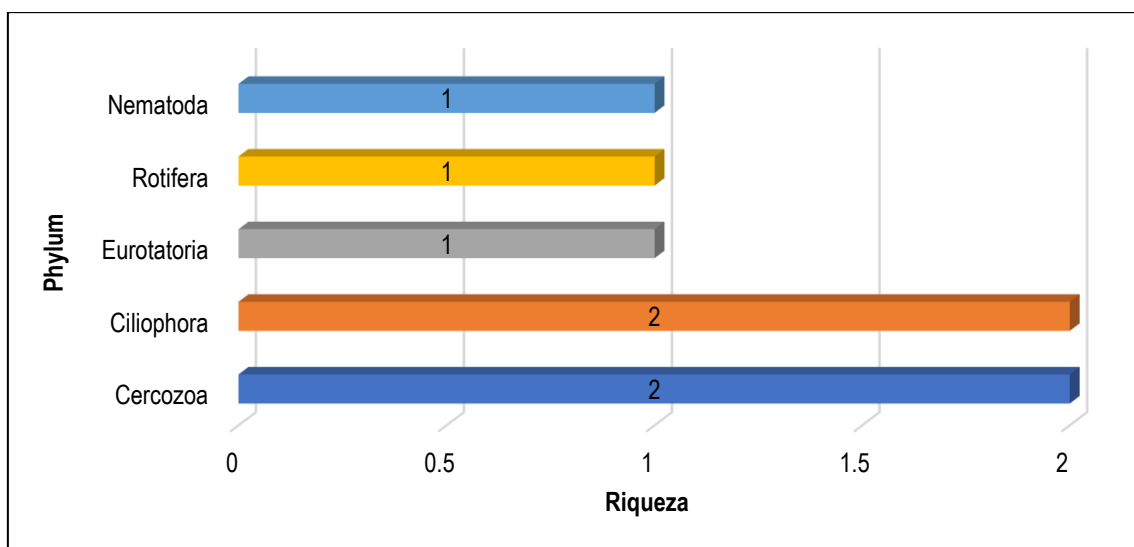
Gráfico 4.2-55 Número de especies de perifiton animal en la estación de muestreo MH-02



Elaboración: JCI, 2021.

Los phylum registrados, fueron: Cercozoa, Ciliophora, Eurotatoria, Rotifera y Nematoda. En la estación MH-02, todos los phylum registrados Cercozoa y Ciliophora, presentaron la mayor riqueza con dos (2) taxas, mientras que el resto de phylum Nematoda, Rotifera y Eurotatoria registraron solo una (1) taxa (Gráfico 4.2-56).

Gráfico 4.2-56 Número de especies de perifiton animal por phylum y estación de muestreo

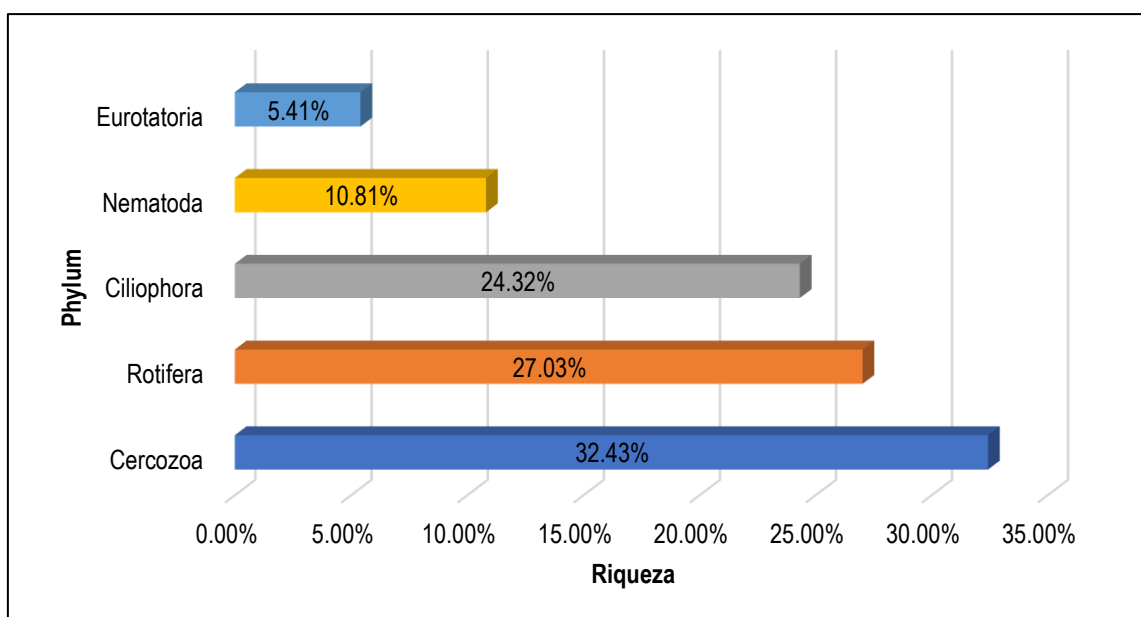


Elaboración: JCI, 2021.

Abundancia

Respecto a la abundancia relativa por estación de muestreo, la estación MH-02 obtuvo mayor abundancia relativa del phylum Cercozoa con el 32.43 % (12 Org/mm²), seguido por el phylum Rotífera, con el 27.03 % (10 Org/mm²), el phylum Ciliophora con 24.32 % (9 Org/mm²), en tanto, el Nematoda obtuvo 10.81 % (4 Org/mm²) y phylum Eurotatoria, con solo 5.41 % (2 Org/mm²), (Gráfico 4.2-57).

Gráfico 4.2-57 Abundancia relativa del perifiton animal por estación de muestreo

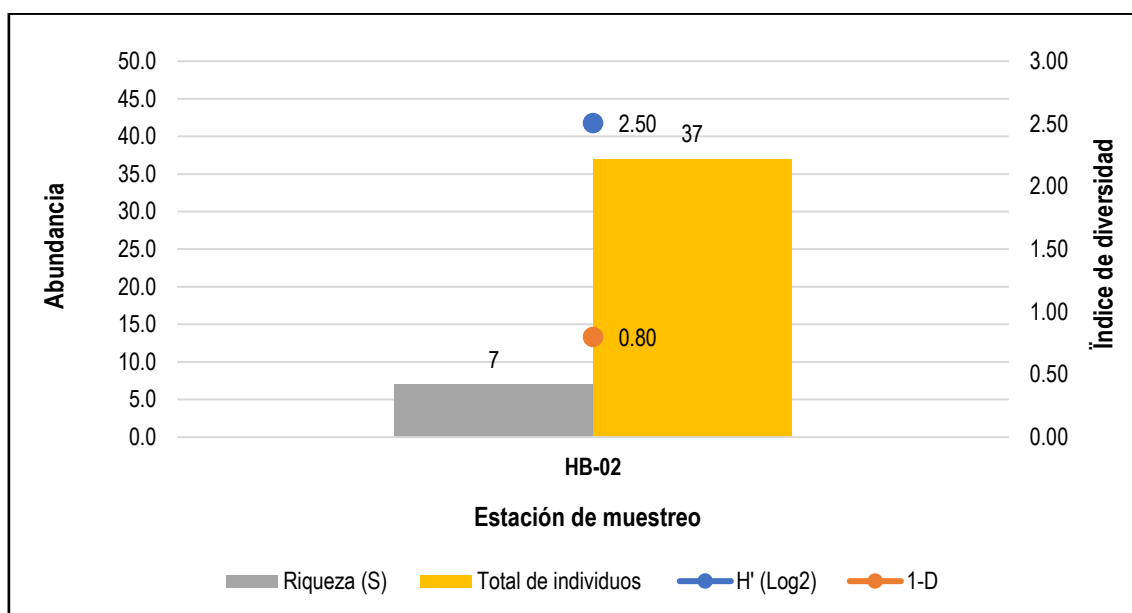


Elaboración: JCI, 2021.

Índice de diversidad

Para el análisis de la diversidad se hallaron dos índices: Shannon y el índice de diversidad de Simpson. Según el índice de Shannon, la estación de muestreo MH-02, obtuvo $H' = 2.50$ bits/ind, lo que indica diversidad media; según el índice de diversidad de Simpson, la estación MH-02, presentó una comunidad heterogénea, puesto que el valor del índice resultó $1-D = 0.80$, (Gráfico 4.2-58).

Gráfico 4.2-58 Valores de diversidad por estación de muestreo en la evaluación de Perifiton animal



Elaboración: JCI, 2021

4.2.13.3.4 Macroinvertebrados bentónicos

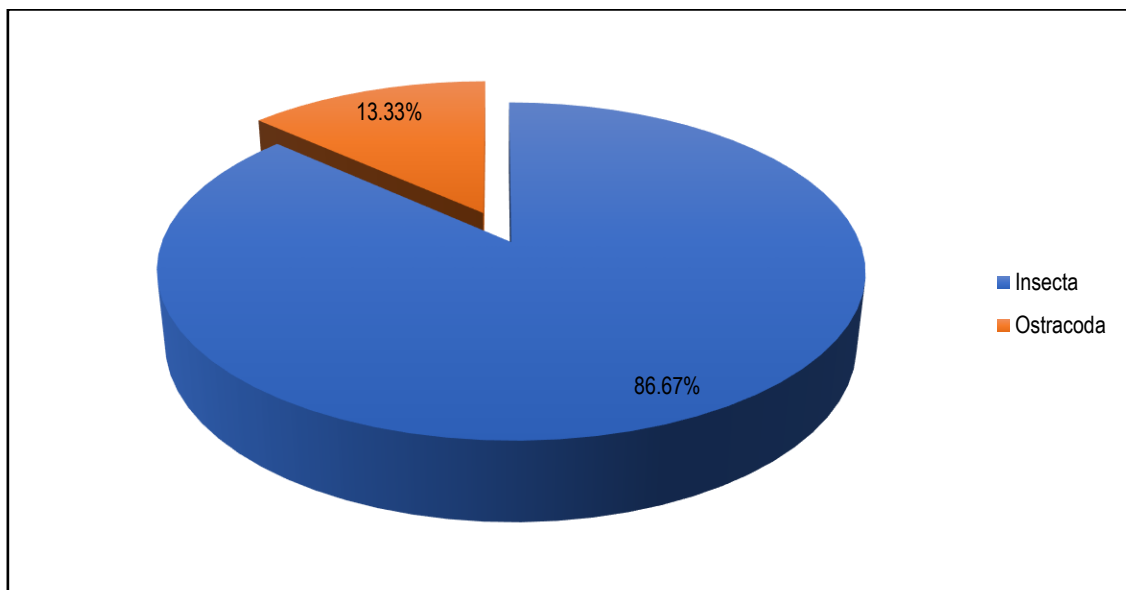
Son organismos que viven en el fondo, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y otros sustratos; el grupo más grande de los macroinvertebrados acuáticos en aguas continentales son los insectos, como las familias Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera entre otros, los cuales son valiosos indicadores, considerados los más diversos en contraste con los peces (Thorner y Williams, 1997). De todos los organismos que se encuentran dentro de un sistema acuático, los macroinvertebrados bentónicos ofrecen ventajas para ser usados como indicadores de contaminación (Figuerola et al., 2003).

Composición de especies

Se registraron 15 especies, agrupadas en 11 familias, cinco (5) órdenes, dos (2) clases y un (1) phylum, de los cuales 11 taxos no fueron determinados.

En cuanto a la composición todas las especies determinadas pertenecen al phylum Arthropoda, en tanto se identificaron dos clases: Insecta y Ostracoda, lo que corresponde al 86.67 % y 13.33 %, respectivamente (ver Gráfico 4.2-59).

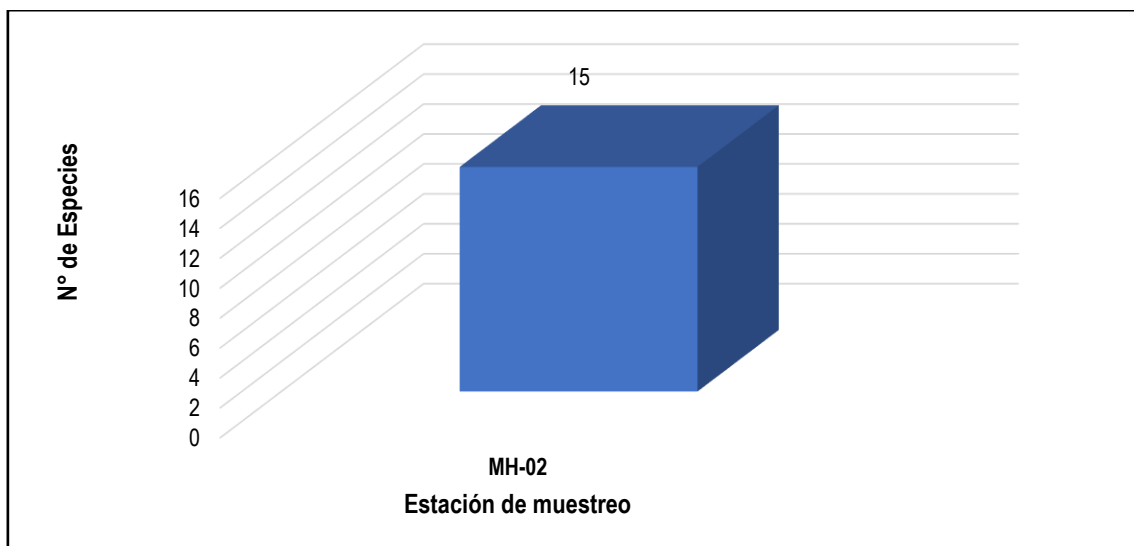
Gráfico 4.2-59 Composición general del Macroinvertebrados bentónicos por clase



Elaboración: JCI, 2021.

En cuanto, al registro por estación de muestreo, la estación MH-02, registró mayor riqueza con 15 especies, (Gráfico 4.2-60).

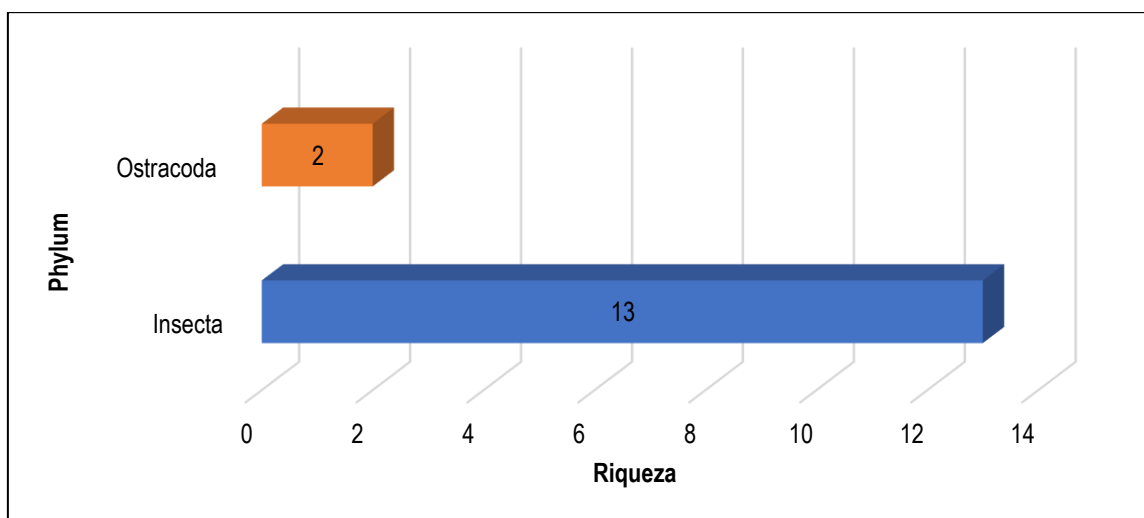
Gráfico 4.2-60 Número de especies de Macroinvertebrados bentónicos en la estación de muestreo MH-02



Elaboración: JCI, 2021.

En esta evaluación el único phylum registrado fue Arthropoda, donde solo MH-02 obtuvo registros, con 13 especies de la clase Insecta y 2 especies del phylum Ostracoda (Gráfico 4.2-61).

Gráfico 4.2-61 Número de especies de Macroinvertebrados bentónicos por clase en la estación de muestreo MH-02

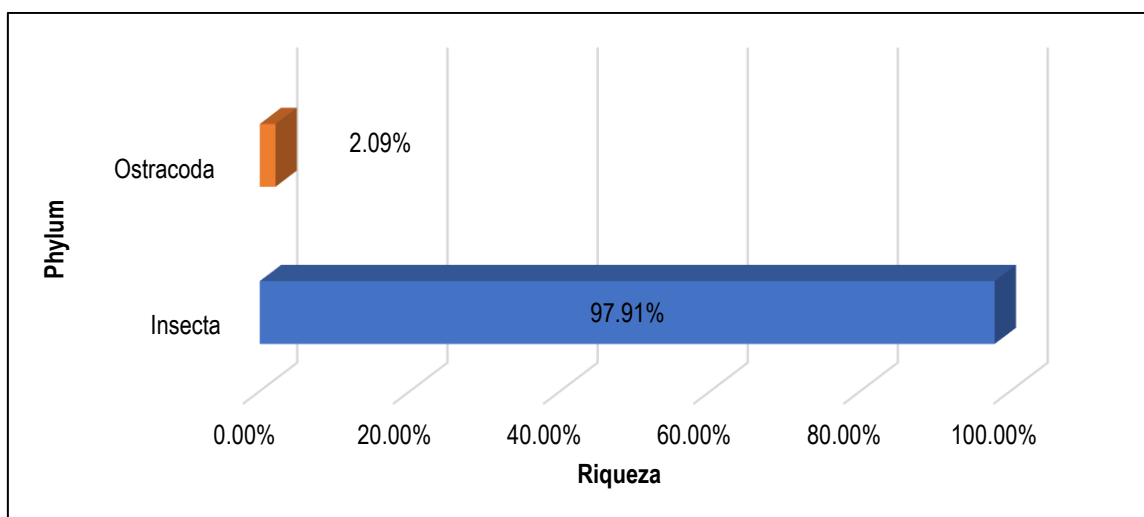


Elaboración: JCI, 2021.

Abundancia

Respecto a la abundancia relativa por estación de muestreo, la estación MH-02 obtuvo mayor abundancia relativa del phylum Arthropoda, donde la clase Insecta obtuvo mayor abundancia relativa (97.91 %) en tanto, Ostrácoda con el 2.09 %. (Gráfico 4.2-62).

Gráfico 4.2-62 Abundancia relativa del macroinvertebrados bentónicos en la estación de muestreo MH-02



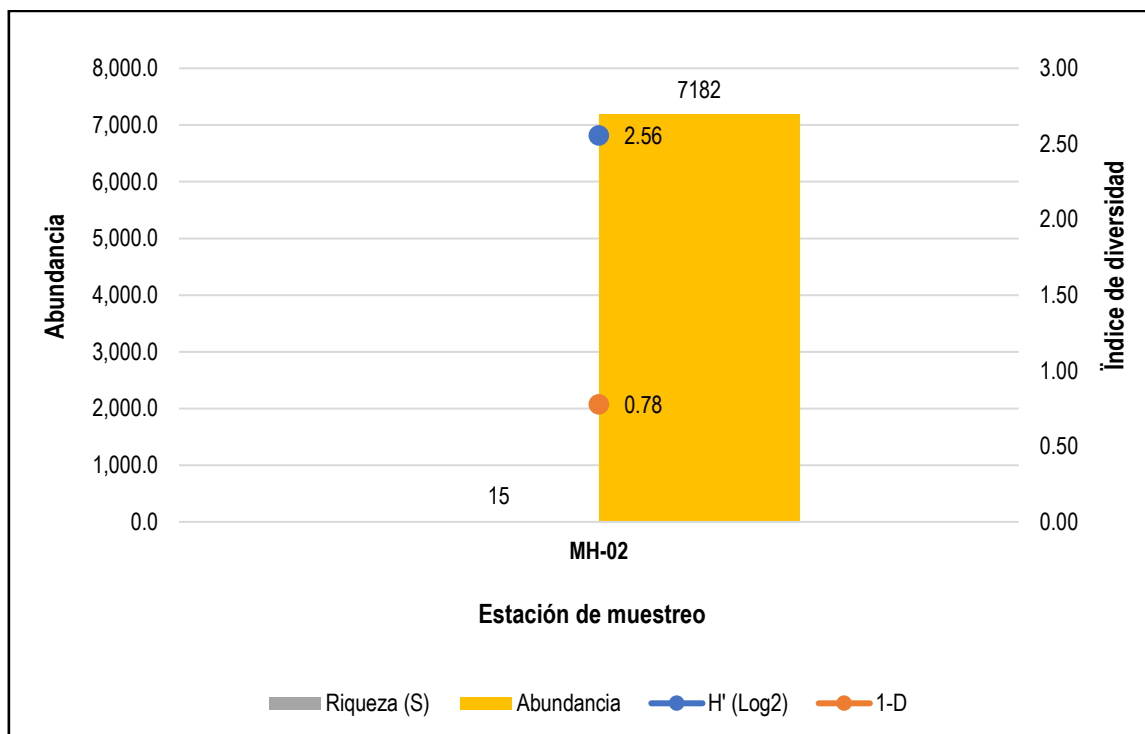
Elaboración: JCI, 2021.

Índice de diversidad

Para el análisis de la diversidad se hallaron dos índices: Shannon y el índice de diversidad de Simpson. Según el índice de Shannon, la estación MH-02 obtuvo $H' = 2.56$ bits/ind), mientras que, según el índice de diversidad de Simpson, la estación MH-02 ($1-D=0.78$) tiende a pertenecer

ligeramente a comunidades heterogéneas, (Gráfico 4.2-63).

Gráfico 4.2-63 Valores de diversidad en la evaluación de macroinvertebrados bentónicos en la estación de muestreo MH-02



Elaboración: JCI, 2021

Índices bióticos indicadores de calidad de agua

Una forma de acceder a conocer el estado de la calidad de agua de los acuíferos de manera referencial es por medio del uso de indicadores biológicos, donde diferentes autores han desarrollado a base valores asignados a un taxa de manera cuantitativa o cualitativa.

Según el Índice biótico elaborado por Wilhm y Dorris (1968) para MH-02, la estación de muestreo obtuvo un 2.56, lo que indica contaminación moderada; en tanto según el índice EPT, el valor obtenido fue inferiores al 61.74 por lo que la calidad de agua fue clasificada como “buena”; mientras que según el Índice Biótico de Familias (IBF), solo la estación MH-02 obtuvo la calidad “excelente”, mientras que, según el índice cualitativo BMWP, la estación HB-02 obtuvo la calidad “dudosa” (Cuadro 4.2-39). Para la estación MH-01 no se obtuvieron valores, debido que no se pudo realizar el muestreo debido al encontrar el cauce seco de la quebrada Guaneros.

Cuadro 4.2-39 Índices bióticos indicadores de calidad de agua

INDICADORES	Estaciones de muestreo	
	MH-01*	MH-02
Wilhm y Dorris	-	2.56
Calidad de agua	-	Contaminación moderada
EPT	-	61.74
Calidad de agua	-	Buena
IBF	-	3.02
Calidad de agua	-	Excelente
BMWP	-	57
Calidad de agua	-	Dudosa

(*) Punto sin agua

Elaboración: JCI, 2021

4.2.13.3.5 Necton

Estos organismos tienen la capacidad de movilidad propia en la columna de agua, en zonas altoandinas el necton está compuesto por peces, representado por un número reducido de especies, comúnmente se llega encontrar a los géneros *Orestias*, *Astroblepus* y *Trichomycterus* (Chocano, 2005).

Sin embargo, en las estaciones evaluadas no se registraron organismos correspondientes a esta comunidad hidrobiológica.

4.2.13.4 Conclusiones

- La estación HB-01, evaluada durante la temporada de estiaje, se encontraba seca.
- En la comunidad del fitoplancton, se registraron 8 especie, agrupados en 2 phyla, donde Ochrophyta registró el 87.50 % de las especies identificadas.
- El zooplancton, registro 3 especies, agrupadas en dos phyla: Protozoa (66.67 %) y Rotifera (33.33%).
- En el caso del perifiton, se analizó por separado; el perifiton vegetal registro 9 especies, agrupados en 3 phyla: Ochrophyta (77.78 %), Chlorophyta (11.11%) y Cyanobacteria (11.11 %). En tanto, el perifiton animal, registro 7 especies, agrupados en 5 phyla: Cercozoa (28.57 %), Ciliophora (28.57 %), Eurotatoria (14.29 %), Rotífera (14.29 %) y Nematoda (14.29 %).
- Se registraron 15 especies, pertenecientes a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, los cuales todos pertenecen al phylum Arthropoda, el cual estuvo representado por dos clases: Insecta (86.67%) y Ostracoda (13.33%).
- No se registró especies de la comunidad hidrobiológica de necton.

Referencias bibliográficas

Flora y vegetación

BRIDSON, Diane y Leonard FORMAN

1992 *The Herbarium Handbook*. The Board of Trustees of The Royal Botanic Gardens, Kew, UK. pp. 93

MOSTACEDO, Bonifacio y Tood S. FREDERICKSEN

2000 *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia.

BRITTO, Berni

2017. *Actualización de las Ecorregiones Terrestres del Perú* Propuesta en el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú. *Gayana Botánica* 74(1): 15-29, 2017 pp.15

CITES.

2021 *Apéndices I, II y III*. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (Convention on International Trade Endangered Species-CITES). En <http://www.cites.org/esp>. Actualización, Febrero 2018.

DILLON, Michael

2011 *Floristic Checklist of the Peruvian Lomas Formations*. *Arnaldoa*, 18,1, pp.7-32.

GRAF, Esteban y Luis SAYAGUES

2000 *Muestreo de vegetación*. Unidad de sistemas ambientales. Facultad de Agronomía. Universidad de la República, pp. 41.

HOLDRIDGE, Leslie

1947 *Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data*. *Science* Vol 105 No. 2727, pp. 367-368.

INRENA.

1995 *Mapa Ecológico del Perú - Guía Explicativa* Republica del Perú Ministerio de Agricultura. pp. 219

LÓPEZ Alejandra y Guadalupe W. LINERA

2006 *Evaluación de método no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, núm 78, Junio, 2006, pp 7-15.

MARTELLA, Monica y otros

2012 *Manual de ecología*. Evaluación de la biodiversidad. *Reduca (Biología)* Ser. Ecol. 5(1): 71-pp.115.

MARTÍNEZ DE PISÓN, Eduardo

1983 *Cultura y ciencia del paisaje*. Ag. y Soc. N°27. Universidad Autónoma de Madrid.

MINAGRI.

2006 *Normas legales: Aprueban Categorización de especies Amenazadas de Flora Silvestre*. Diario El Peruano. Decreto Supremo N°043-2006-AG.

MINAM

2010 *Cuarto informe nacional sobre la aplicación del convenio de Diversidad Biológica Años 2006-2009*. Dirección de Diversidad Biológica. Ministerio del Ambiente.

MINAM.

2015 *Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva* / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú pp.108.

MINAM.

2018 *Definiciones conceptuales de los Ecosistemas del Perú*. Ministerio del Ambiente, Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, dirección General de Diversidad Biológica, Dirección de Conservación Sostenible de Ecosistemas y Especies. Resolución Ministerial N°440-2018, pp.490.

MORENO, Claudia E.

2001 *Métodos para medir la biodiversidad*. CYTED, ORCYT/UNESCO y SEA, Zaragoza. pp.83.

MCINTOSH, Robert

1967 *An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity*. Ecology, 48, pp. 392-404.

ONERN

1976 *Mapa ecológico del Perú*. Guía explicativa. Republica del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.

PEET, Robert

1974 *The measurement of species diversity*. Annual Review of Ecological and Systematics 5: pp. 285-307.

REYNEL, Carlos

2013 *Como se formo la Diversidad Ecológica del Perú*. 1ra Edición. Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. pp. 412

ZAMORA, Carlos

1996 *Las regiones ecológicas del Perú*. En L. O. Rodríguez (Ed.), Diversidad Biológica del Perú: Zonas Prioritarias para su Conservación (pp.137-141). Lima, Perú. Fange, GTZ- Inrena.

Aves

ARIZMENDI, María del Coro

2001 *Multiple ecological interactions: néctar robbers and hummingbirds in a Highland forest in Mexico*. Canada Journal Zoology volumen 79 pp. 997-1006

BIBBY, Colin y Trevor D. CHARLTON

1991 *Observation on the San Miguel Bullfinch*. Acoreana volumen 7, pp. 297-304

BIBBY, Colin y otros

1993 *Bird Census Techniques*. Academic Press, Cambridge.

BIRDLIFE INTERNATIONAL.

2017 *Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs)*. En www.birdlife.org/worldwide/programme-additional-info/important-bird-and-biodiversity-areas-ibas

CITES.

2021 *Apéndices I, II y III*. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (Convention on International Trade Endangered Species-CITES). En www.cites.org/esp/app/appendices.php

CMS.

2020 *Appendix I & II of CMS*. En www.cms.int/en/page/appendix-i-ii-cms

COLWELL, Robert y Jonathan CODDINGTON

1994 *Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation*. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 345, pp. 101-108.

DEL HOYO, Josep y otros

1996 *Handbook of the Birds of the World. Volume 3. Hoatzin to Auks*. Barcelona, España: Lynx edicions. pp. 821.

IUCN.

2020 *IUCN Red List of Threatened Species*. Versión 2020-3. www.iucnredlist.org.

MAGURRAN, Anne E.

2004 *Measuring Biological Diversity*. Nueva York: Wiley. 256 pp.

MORENO, Claudia E.

2001 *Métodos para medir la biodiversidad*. Cyted, Orcyt/Unesco & SEA. Zaragoza, España. 84 pp.

NAVARRO, Adolfo

1989 *La Sistemática Ornitológica en México, posibilidades y limitaciones*. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Facultad de Ciencias, UNAM.

NORMAS LEGALES

2014 *D.S. N.º 004-2014-MINAGRI*. Decreto supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas.

PALMER, Michael W.

1990 *The Estimation of Species Richness by Extrapolation*. Ecology, 71, pp. 1195-1198.

PLENGE Manuel.

2020 c:\MS Excel 2007\My Documents\01 Aves Peru 1\01 Aves Peru List\List of the Birds of Peru 2020.docx

POZO-ZAMORA, Glenda

2017 *Dieta del cernícalo americano (Falco sparverius Linnaeus, 1758) en dos localidades del valle intendino del norte de Ecuador*. Revista peruana de biología volumen 24, issue 2, pp. 145-150.

SCHULENBERG, Thomas y otros

2010 *Aves de Perú*. Lima, Perú: Corbidi. pp. 660

S, EKERCIOG~ LU, C,.

2004 *Ecosystem consequences of bird declines*. Center for Conservation Biology, Department of Biological Sciences, Stanford University, 371 Serra Mall, Stanford, CA 94305-5020, vol.101 N°52.

STATTERSFIELD, Alison y otros

1998 *Endemic bird areas of the world: priorities for bird conservation*. Cambridge, Reino Unido: BirdLife International (BirdLife Conservation Series 7), pp. 815

WALTHER, Bruno A. y Jean-Louis MARTIN

2001 *Species Richness Estimation of Bird Communities: How to Control for Sampling Effort?* *Ibis* volumen 143, pp. 413-419.

Mamíferos terrestres

ALDER Gregory

1998 *Impacts of Resource Abundance on Populations of a Tropical Forest Rodent*. Ecology, Vol.79, N°1, 242-254.

BREWER, Steven y Marcel REJMÁNEK

1999 *Small Rodents as Significant Dispersers of Tree Seeds in a Neotropical Forest*. *Journal of Vegetation Science*, 10, 165-174.

BODDICKER Major y otros

2002 *Indices for assessment and monitoring of large mammals with an adaptive management framework*. Environmental Monitoring and Assessment volumen 76, pp. 105-123.

CARLETON, Michael D.; Guy MUSSER

1989 *Systematic studies of oryzomyine rodents (Muridae, Sigmodontinae): a synopsis of Microrzomys*. Bulletin of the AMNH; No 191

CARTHEW, Sue M. y Ross GOLDINGAY

1997 *Non-flying Mammals as Pollinators*. *Trends in Ecology Evolution*, volumen 12, issue 3, pp. 104-108.

- COOK, S. y otros
1995 *Predation of gypsy moth 202 (Lepidoptera: Lymantriidae) pupae by invertebrates at low small mammal population 203 densities*. Environmental Entomology 24:1234-1238.
- FLEMING Theodore y Vinicio SOSA
1994 *Effects of Nectarivorous and Frugivorous Mammals on Reproductive Success of Plants*. Journal of Mammalogy, volumen 75, issue 4, pp. 845-851
- GARZON Domenica y otros
2017 *Lycalopex culpaeus reissii*, el segundo cánico más grande de sudamerica. Noticias y opiniones ecología, Bionatura, volumen 2, issue 3.
- NAVARRO Gonzalo y otros
2008 *Criterios para evaluar el estado actual de conservación y degradación de los bosques de Bolivia*. Artículos científicos-Técnicos. Rev. Bol. Ecol. Y Cons. Amb. Volumen 22, pp. 01-18.
- NOVARO, Andrés J.
1997 *Pseudalopex culpaeus*. *Mammalian Species*, 558, 1-8. Retrieved from <https://mspecies.oxfordjournals.org/content/mspeciesarc/558/1.full.pdf>
- NUPP Thomas E.
1998 *Effects of Forest Fragmentation on Population Attributes of White-Footed Mice and Eastern Chipmunks*. Journal of Mammalogy, Volumen 79, issue 4, pp. 1234-1243.
- PACHECO, Victor
2002 *Mamíferos de Perú*. En: G. Ceballos & J. A. Simonetti (eds.) *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*, CONABIO-UNAM, México D. F., pp. 503-549.
- PARI A., PINO K., MEDINA C., ARCE A., MEDINA Y. K. & ZEBALLOS H.
2018 *Marsupiales, Roedores y Quirópteros de la Vertiente Occidental del Sur de Perú*. Field Guide Museum. Guía N° 1079, versión 1
- PEARSON, O' Connell
1958 *A taxonomic revision of the rodent genus Phyllotis*. University of California Publications. Zoology, volumen 56, pp. 391-495.
- REDFORD, Kent H. y Jhon EISENBERG
1992 *Mammals of the Neotropics, Volume 2. The Southern Cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay*. Chicago: The University of Chicago Press. pp. 430
- STEPPAN, Scott. J.
1998 *Phylogenetic relationships and species limits within Phyllotis (rodentia: Sigmodontinae): Concordance between mtDNA sequence and morphology*. Journal of Mammalogy volumen 79, pp573-593.
- RUMIZ Damián I.
2010 *Roles Ecológicos de los Mamíferos Medianos y Grandes*. Capítulo 2. Mamíferos Medianos y Grandes de Bolivia. <https://www.researchgate.net/publication/265380059>.

TERBORGH Jhon

2001 *Ecological Meltdown in Predator-Free Forest Fragments*. Science 294, 1923.

WRIGHT, Patric M. y otros

1994 *Human Resources and Sustained Competitive Advantage: A Resource-based Perspective*. International Journal of Human Resource Management, volumen 5, issue 2, pp. 301-326.

YAHNER, Richard H. y, & Harvey SMITH

1991 *Small mammal abundance and habitat relationships on deciduous forested sites with different susceptibility to gypsy moth defoliation*. Environmental Management volumen 15, pp. 113-120

ZEBALLOS, H., V. PACHECO & L. BARAYBAR

2001 *Diversidad y conservación de los mamíferos de Arequipa, Perú*. Revista Peruana de Biología 8(2): 94-104.

Reptiles

CARVAJAL Juan y Nicolás URBINA

2008 *Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Cordoba, Colombia*. Tropical Conservation Science. Volumen 1, issue 4, pp. 397-416

CARRILLO, Nelly y Javier ICOCHEA

1995 *Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú*. Publicaciones del Museo de Historia natural U.N.M.S.M. (A), volumen 47, pp. 1-27.

CRUMP, Martha y Norman SCOTT

1994 *Visual Encounter Surveys*. En W.R. HEYER; M. A. DONNELLY; R. W. MCDIARMID; L. A. C. HAYEK & M. S. FOSTER (Eds.), *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians* (pp. 84-92). Washington D. C.: Smithsonian Institution Press.

DUELLMAN, William E.

1979 *The Herpetofauna of the Andes: patterns of distribution, origin, differentiation and present communities*. In W.E. Duellman (ed.). *The South American Herpetofauna; its origin, evolution and dispersal*, pp. 371-459. Monog. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas volumen 7: pp. 1-485.

DUELLMAN, William E.

1999 *Distribution Patterns of Amphibians in South America*. En W. E. Duellman (Ed.), *Patterns of Distribution of Amphibians: A Global Perspective* (pp. 255-328). Baltimore: Johns Hopkins University Press.

GREENE, Harry W.

1988 *Antipredator Mechanisms in Reptiles*. in *Biology of the Reptilian* (C. Gans & R.B. Huey, Eds.). Alan R. Liss, New York, p. 1-152. (v. 16).

DIXON, James y Raimond B. HUEY

1970 *Systematic of the lizards of the gekkonidae genus Phyllodactylus of mainland South America*. Contribution in Science The Natural History Museum of Los Angeles, volumen pp. 192, 1-78.

DIXON, James y John WRIGHT

1975 *A Review of the Lizards of the Iguanid Genus Tropidurus in Peru*. Contribution in Science. The Natural History Museum of los Angeles, pp. 1-40.

PÉREZ, José y Katya BALTA

2007 *Ecología de la comunidad de saurios diurnos de la Reserva Nacional de Paracas, Ica, Perú*. Revista Peruana de Biología, volumen 13, issue 3, pp. 169-176.

ZEVALLOS, Horacio y otros

2002 Distribución de los reptiles de Arequipa, sur del Perú. *Dilloniana*, volumen 2, issue 1, pp. 27-34.

Artrópodos

AUSDEN Malcolm

1996 *Invertebrates*. In: *Ecological Census Techniques a handbook*. Edited by William Sutherland. Cambridge University Press. pp. 336.

CASTRO, C. & L. BRIGNARDELLO.

2005. Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de litorales arenosos. Orientaciones para la protección, usos y aprovechamiento sustentables del sector de Los Choros, Comuna de la Higuera, IV Región. *Revista de Geografía Norte Grande (Chile)* 33: 33-58.

GARCIA NINAJA

2017 Tesis Biodiversidad de fauna epígea en las riberas de los ríos Estique y Tarucachi, provincia de Tarata, mayo - noviembre del 2015 Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann- Tacna- Facultad de Ciencias Escuela Profesional de Biología y Microbiología. p 126

MÁRQUEZ Juan

2005 *Técnicas de colecta y preservación de insectos*. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, volumen 37, pp. 385-408.

MOLERO, Rafael y otros

2014 *Lepisma saccharina* (ZYGENTOMA: LEPISMATIDAE) en España. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), Número 54, pp. 351-357.

MOLERO, Rafael y otros

2015 *Orden Zygentoma*. Revista IDEA-SEA, N°39:1-11. Ibero Diversidad Entomológica.

MUMA, M. H.

1966. Mating behavior in the solpugid genus *Eremobates* Banks. *Animal Behaviour* 14: 346-350.

PASKOFF, R. & H. MANRÍQUEZ.

2004. Las dunas de las costas de Chile. Ediciones Instituto Geográfico Militar. Santiago, Chile.
112 pp

RAU Jaime y otros

1998 *Biodiversidad de artrópodos y vertebrados terrestres del Norte Grande de Chile*. Revista Chilena de Historia Natural volumen 71, pp. 527-554.

4.3 Línea base del medio socioeconómico y cultural

4.3.1 Introducción

La Línea base del medio socioeconómico y cultural (LBS) permite identificar las características sociales, económicas y culturales de la población perteneciente al ámbito geográfico distrital del área de influencia de la declaración de impacto ambiental (DIA) del proyecto Fotovoltaico Hanaq Pampa (en adelante, el Proyecto), ubicado en la zona desértica del distrito El Algarrobal, provincia de Ilo, región Moquegua.

Los resultados de la LBS proporcionarán los criterios y elementos de juicio para la evaluación de los impactos ambientales de tipo social y sus correspondientes medidas de mitigación.

4.3.2 Objetivos

La LBS tiene como objetivo caracterizar la dinámica socio demográfica, económica y cultural del ámbito geográfico distrital del Área de Influencia (AI) del Proyecto, a fin de determinar los impactos generados por el Proyecto en el ámbito humano, y también contribuir a la formulación de acciones sociales para el manejo de dichos impactos

Los objetivos específicos de este estudio son los siguientes:

- Analizar las variables sociales, económicas y culturales del ámbito geográfico que comprende el Proyecto, haciendo uso de información primaria y secundaria, considerando el ámbito geográfico distrital que comprende el AI.
- Conocer las percepciones y opiniones de los actores sociales identificados en el ámbito geográfico distrital del AI.

4.3.3 Área de Influencia

El área de influencia (directa e indirecta) de la DIA no comprende poblaciones o centros poblados por encontrarse principalmente en una zona desértica; sin embargo, para fines de un análisis del contexto socioeconómico y cultural, se realiza la caracterización social del distrito El Algarrobal, ámbito geográfico donde se ubica el proyecto. Ver Anexo 4.3.1 Mapa del Área de Influencia del proyecto en el ámbito del distrito.

Cabe señalar que, existen poblados dispersos cercanos al área de influencia (AI) del proyecto (por la zona de línea de transmisión), donde algunos fueron categorizados por el INEI³ como centros poblados, aunque éstos registran entre una (1) y tres (3) viviendas sin población censada, como sucede en las zonas India Muerta, Hernández y Pedregal. Ver Anexo 4.3.2 Mapa de Poblados cercanos al Área de Influencia del proyecto.

También, se encuentran algunas zonas cercanas al AI del proyecto como El Canuto, Olivar viejo y Chaparreño, las cuales han sido registradas como poblados en otras fuentes oficiales⁴.

4.3.4 Metodología

La metodología del presente estudio se basó en la obtención de información cualitativa, procedente de fuentes primarias (entrevistas semiestructuradas) y fuentes secundarias

³ Directorio Nacional de Centros Poblados del INEI (2017).

⁴ Información cartográfica del Minedu-Estadística de la Calidad Educativa. Consultado el 18 de marzo 2021.

(documentos de trabajo, investigaciones preliminares, publicaciones especializadas, entre otros), provenientes de instituciones gubernamentales y especializadas en los temas de interés social, económico y cultural referidos al distrito El Algarrobal.

El estudio de la LBS presenta la descripción de las principales características del ámbito geográfico del proyecto mediante el análisis de la información obtenida de fuentes oficiales y de fuentes primarias. Con respecto a la obtención de información primaria, se aplicó la técnica de investigación social, la entrevista semiestructurada, la cual permitió un estudio de tipo cualitativo. Este trabajo se realizó entre el 28 de octubre hasta el 4 de diciembre de 2020.

Es pertinente acotar que se varió la modalidad de aplicación de las entrevistas, a una no presencial, debido al contexto de la crisis sanitaria por el COVID-19 y el marco del Decreto de Ley 1500, con el fin de mantener el resguardo de la salud de las personas y que implica el distanciamiento social y otras formas de protocolos de salud. Esta aplicación alternativa (vía remota) de la entrevista fue puesto en conocimiento de la autoridad evaluadora, en la reunión técnica realizada el día 23 de setiembre del 2020.

- **Estudio cualitativo**

Entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas se ejecutaron con la finalidad de obtener información sobre temas y ejes relevantes para la DIA, incidiendo en: características cualitativas del ámbito geográfico del proyecto, problemática local, percepciones y opiniones sobre el proyecto.

Los representantes de los grupos de interés participantes de las entrevistas semiestructuradas pertenecen a instituciones y organizaciones sociales identificados en el distrito, cuyas actividades o funciones están vinculadas al sector agrícola, seguridad ciudadana, salud o educación; asimismo, se ha considerado a los representantes de organizaciones de base del distrito, como el Programa del Vaso de Leche y el único comedor popular que opera en el distrito.

Adicionalmente, se consideró al representante de la asociación vecinal Santa Rosa del Programa Municipal de Vivienda del distrito (Promuvi I) la cual, de acuerdo con las entrevistas realizadas a los representantes, es la asociación con mayor representatividad poblacional del programa de viviendas, comprendiendo un sector demográfico importante en el ámbito del distrito. En total se entrevistaron a 11 actores sociales (Cuadro 4.3-1).

Cuadro 4.3-1 Lista de entrevistados: actores sociales y grupos de interés

N.º	Nombre y apellidos	Cargo	Grupo de interés
1	Orlando Vela Ramos	Juez de Paz	Juez de Paz
2	Isidro Cutipa Mamani	Subprefecto	Subprefectura
3	Maribel Huarca Perca	Coordinadora	Vaso de Leche
4	Simón Quispe Nina	Secretario General	Asociación Santa Rosa (PROMUVI I)
5	Melitón Ccaso Mamani	Representante	Oficina Agraria de Ilo
6	Ana María Bustamante Soto	Director	I.E. 43130 primario
7	Miguel Laura Vargas	Presidente del comité	Comisión de Usuarios de Agua del Sector Hidráulico de Ilo
8	Roger Armando Puma Huanca	Capitán de la PNP	PNP Comisaría El Algarrobal
9	María Dolores Huacho Huacho	Directora	UGEL de Ilo
10	Lourdes Mamani Maquera	Representante	Comedor Popular Chiribaya Santa Rosa
11	Andrea Machicao Sánchez	Jefatura	Puesto de Salud El Algarrobal

Elaboración: JCI, 2020.

La aplicación de las entrevistas tuvo un trabajo previo de coordinación y programación, considerando una Guía de entrevistas, la cual fue desarrollada por el equipo social (Anexo 4.3.3 Guía de entrevista semiestructurada).

En el Anexo 4.3.4 Registro de entrevistas, se tiene los archivos de audio de las entrevistas desarrolladas para los 11 actores sociales, y en el Anexo 4.3.5 se encuentra la sistematización de las mismas.

Fichas sociales complementarias

Cabe indicar, que en el Plan de Trabajo de la DIA y según TdR se propuso adicionalmente la aplicación de una ficha de información complementaria para aquellas localidades o centros poblados que se pudieran encontrar/identificar dentro del Área de Influencia del Proyecto, cuando se realizara la visita in situ. Sin embargo, los estudios realizados y el conocimiento de la zona por medio de las entrevistas actores vía remota⁵, así como registros de información secundaria como del INEI, IGN y Mincul, dieron cuenta que no existen localidades dentro del AI del Proyecto (Ver Anexo 4.3.1 Mapa del Área de Influencia del Proyecto en el ámbito del distrito).

A pesar de lo anterior, tomando en cuenta las entrevistas aplicadas a los representantes de instituciones y organizaciones en el ámbito del distrito, se realizó el registro de las denominadas fichas sociales complementarias, referidas a los servicios básicos, infraestructura, salud y

⁵ Por el contexto de la crisis sanitaria por el COVID-19.

educación, las cuales pueden ser apreciadas en el Anexo 4.3.6 Fichas sociales complementarias.

4.3.4.1 Información secundaria

Las fuentes secundarias fueron recopiladas y analizadas según temas, indicadores y variables. La información fue recopilada en gabinete y se basó en información de fuentes oficiales, las cuales se detallan a continuación:

- Los Censos Nacionales elaborados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)⁶.
- Estadísticas de la Calidad Educativa de la Unidad de Estadística del Ministerio de Educación (Escale-Minedu).
- Portal de Transparencia del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- Estadísticas de los Establecimientos de Salud locales del Minsa.
- Planes de Desarrollo de los gobiernos locales y provinciales.
- Otras fuentes.

4.3.5 Caracterización del ámbito geográfico distrital del Área de Influencia del Proyecto

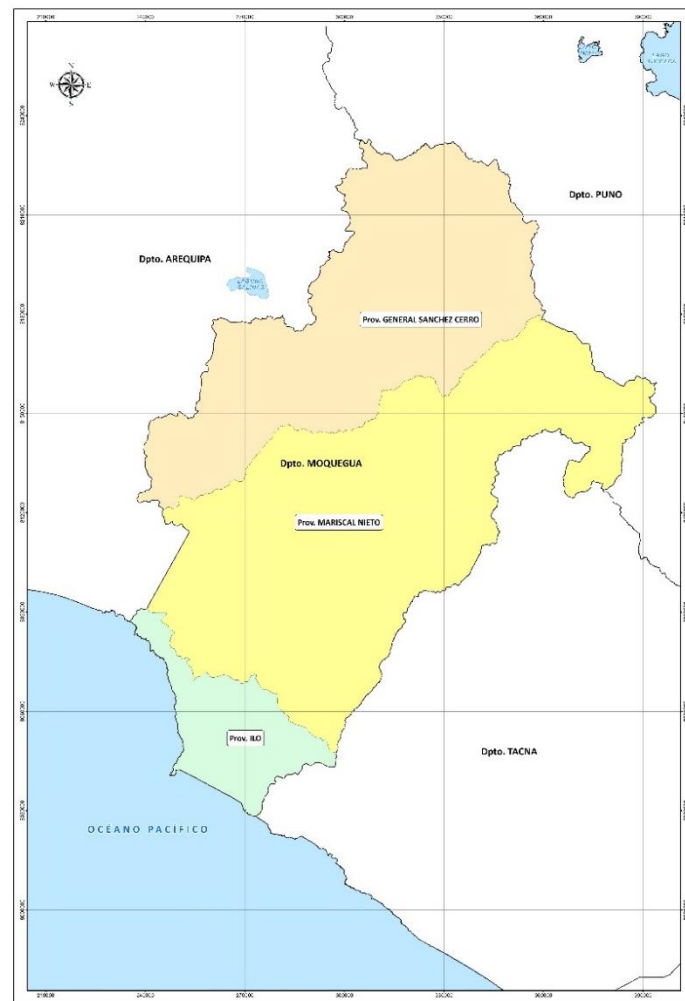
El área de influencia del proyecto se encuentra ubicado dentro del distrito El Algarrobal de la provincia Ilo en el departamento de Moquegua, ubicado al sur del país.

La región Moquegua está conformada por tres (3) provincias: General Sánchez Cerro, Mariscal Nieto e Ilo. Abarcando una extensión de 15 733.9 km² de superficie terrestre, la cual representa el 1.23 % respecto al territorio a nivel nacional.⁷

⁶ La presente línea de base del medio social considerado los resultados del Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, en base al ponderador de población total.

⁷ Carpeta Georeferencial de la Región Moquegua – Perú (2019), Oficina de Gestión de la Información y Estadística de la Dirección General Parlamentaria. Consultado el 07 de diciembre de 2020, en:
<http://www.congreso.gob.pe/Docs/DGP/GestionInformacionEstadistica/files/i-18-moquegua.pdf>

Figura 4.3-2 Mapa político de la región Moquegua



Fuente: Sistema de Información Ambiental Regional (SIAR) Moquegua.
Elaboración: JCI, 2020.

La provincia de Ilo, creada en el año 1970 con la Ley N.º 18298, tiene una extensión 1 523.44 km² y representa el 9.68% del territorio de la región Moquegua.⁸ Su capital es la ciudad de Ilo, y los límites territoriales de la provincia son:

- Por el norte: con la provincia Islay (región Arequipa).
- Por el este: con la provincia Mariscal Nieto (región Moquegua).
- Por el sur: con la provincia Jorge Basadre (región Tacna).
- Por el oeste: con el océano Pacífico.

La provincia de Ilo está conformada por 3 distritos: El Algarrobal, Ilo y Pacocha.

El distrito de El Algarrobal presenta una superficie de 951.54 km², representando el 62.46 % respecto al territorio provincial; sin embargo, a pesar de su gran extensión territorial, es el distrito con menor cantidad de poblacional en la provincia, donde en su zona sur y norte no registra poblaciones habitantes ni infraestructura de viviendas.

Respecto a la distribución de la población, el distrito registra la mayor concentración de habitantes

⁸ Plan de Desarrollo Local Concertado Ilo al 2030. Municipalidad Provincial de Ilo. (pág. 40).

en la zona oeste de su territorio, cuyas viviendas se encuentran principalmente en el sector Pampa Inalámbrica.

También, aunque en una cantidad significativamente menor, se encuentran algunas viviendas y fundos/minifundios y/o parcelas agrícolas en el sector Valle El Algarrobal, muchas de ellas pertenecen a los poblados que se encuentran dispersas a lo largo del río Osmore. Al respecto, la información obtenida de las entrevistas a los representantes señala que algunos propietarios de estos minifundios o parcelas agrícolas viven en otros distritos de la provincia de Ilo.⁹

Además, en el sector Valle El Algarrobal se encuentra el centro poblado capital del distrito, la misma que lleva su homónimo, esta sede capital concentra la mayoría de las instituciones de servicio público y social del distrito (comisaría, municipio, puesto de salud, escuela, museos, entre otros), por lo que la población de diversas zonas del El Algarrobal acude a esta sede para que sean atendidos sus demandas o realizar trámites y pagos.

4.3.5.1 Demografía

4.3.5.1.1 Población total y densidad poblacional

La información proporcionada por el Censo Nacional 2017 XII de Población, VII Vivienda y III de Comunidades Indígenas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), revela que el distrito El Algarrobal ha registrado un aumento constante y significativo de su población en las últimas décadas.

En el año 1993, el distrito contaba con una población de apenas 165 habitantes, concentrados en su mayoría en el sector Valle El Algarrobal, años más adelante, esta población aumentó a 247 habitantes (Censo 2007), con una dinámica de distribución poblacional parecida al censo anterior; sin embargo, en el Censo Nacional 2017 se registró un incremento mayor al 1000 % de su población anteriormente censada, alcanzando un total de 3 724 habitantes. Este fenómeno trajo como resultado una tasa de crecimiento poblacional intercensal alto entre los años 2007 y 2017, con un valor de 31.2 %.

Cuadro 4.3-2 Población intercensal en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017

Distrito	Poblacional intercensal			Tasa de crecimiento anual intercensal	
	1993	2007	2017	1993-2007	2007-2017
El Algarrobal	165	247	3 724	2.9 %	31.2 %

Fuente: Censo Nacional 1993 IX de Población y IV de Vivienda. INEI.

Censo Nacional 2007 XI de Población y VI de Vivienda. INEI.

Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020.

Este crecimiento de la población se explica por la constante ocupación de viviendas que ha experimentado la zona oeste del distrito, específicamente en el sector Pampa Inalámbrica¹⁰ el cual comprende al Programa Municipal de Vivienda I (Promuvi I), la misma que actualmente abarca

⁹ Entrevistas realizadas a los actores entre el 28 de octubre hasta el 04 de diciembre del presente año. JCI, 2020.

¹⁰ Plan de Desarrollo Local Concertado El Algarrobal al 2030. (Pág. 30 al 32).

diversas asociaciones de viviendas, entre ellas destaca el Asociación Santa Rosa por comprender la mayor cantidad de población en el Promuvi I.¹¹ Por lo que actualmente, el sector Pampa Inalámbrica ha desplazado al sector Valle El Algarrobal, en términos de importancia demográfica.

4.3.5.1.2 Composición de la población actual según sexo

El Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, revela que el 50.70 % de la población del distrito El Algarrobal son varones, esto equivale a 1 888 habitantes; mientras que, el restante 49.30 % lo compone la población femenina. Como se puede percibir existe una ligera superioridad a nivel porcentual de la cantidad de varones (1.40 %), ver Cuadro 4.3-3.

Cuadro 4.3-3 Población según sexo en el ámbito geográfico del distrito del área de Influencia, 2017

Distrito	Población por sexo			
	Hombres		Mujeres	
	N.º	%	N.º	%
El Algarrobal	1888	50.70	1836	49.30

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.1.3 Composición de la población según grupos de edad

El distrito El Algarrobal presentó una concentración entre los grupos quinquenales de las edades 25 a 29 años (14.98 %) y 0 a 4 años (13.71 %). Seguido, y en menores proporciones, se encuentran los grupos quinquenales de 5 a 9 años (11.58 %) y de 30 a 34 años (10.73 %),

Si analizamos a la población según etapas, encontramos que, la población de infantes y niños entre los 0 a 14 años representa el 33.06 %, mientras que la población mayor a 65 años alcanza el 2.43 %, la sumatoria entre ambos grupos de edad representan un poco más de la tercera parte del total, evidenciándose una importante dependencia hacia los jefes de hogar y demandantes de alimentos, viviendas, servicios educativos y de salud, principalmente.

Por otro lado, la población joven establecida entre los 15 a 29 años (28.94 %) resulta mayor a la cuarta parte del total del distrito, es decir, conforman la Población Económicamente Activa (PEA) demandante de empleo y oportunidades de estudios, potencialmente iniciadores de hogares. (Cuadro 4.3-4).

¹¹ Entrevistas realizadas a los actores entre el 28 de octubre hasta el 04 de diciembre 2020. JCI, 2020

Cuadro 4.3-4 Población total y por grupos de edad quinquenales en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Categorías	Sexo			
	Hombre	Mujer	Total	
	Casos	Casos	Casos	%
De 0 a 4 años	272	238	511	13.71
De 5 a 9 años	225	207	431	11.58
De 10 a 14 años	152	137	289	7.77
De 15 a 19 años	88	101	190	5.10
De 20 a 24 años	134	196	330	8.86
De 25 a 29 años	255	303	558	14.98
De 30 a 34 años	216	184	400	10.73
De 35 a 39 años	126	121	247	6.63
De 40 a 44 años	103	100	203	5.45
De 45 a 49 años	97	70	166	4.46
De 50 a 54 años	66	66	133	3.56
De 55 a 59 años	50	43	94	2.51
De 60 a 64 años	40	42	82	2.21
De 65 a 69 años	39	12	51	1.36
De 70 a 74 años	10	6	16	0.43
De 75 a 79 años	10	4	14	0.37
De 80 a 84 años	2	3	5	0.13
De 85 a 89 años	1	1	2	0.05
De 90 a 94 años	1	0	1	0.03
De 95 a más	1	1	2	0.05
Total	1888	1836	3724	100.00

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
Elaboración: JCI, 2020.

Si analizamos la dinámica demográfica a través de una pirámide poblacional, se puede observar que la conformación de la población por edades del distrito El Algarrobal es de tipo progresiva donde predomina una base ancha en la población infante y joven; sin embargo, se visualiza una regresión entre los grupos quinquenales entre 10 a 24 años, para luego presentar una base ancha en el quinquenal de 25 a 29 años, y continúa reduciendo hasta llegar a la Población Adulta Mayor (PAM).

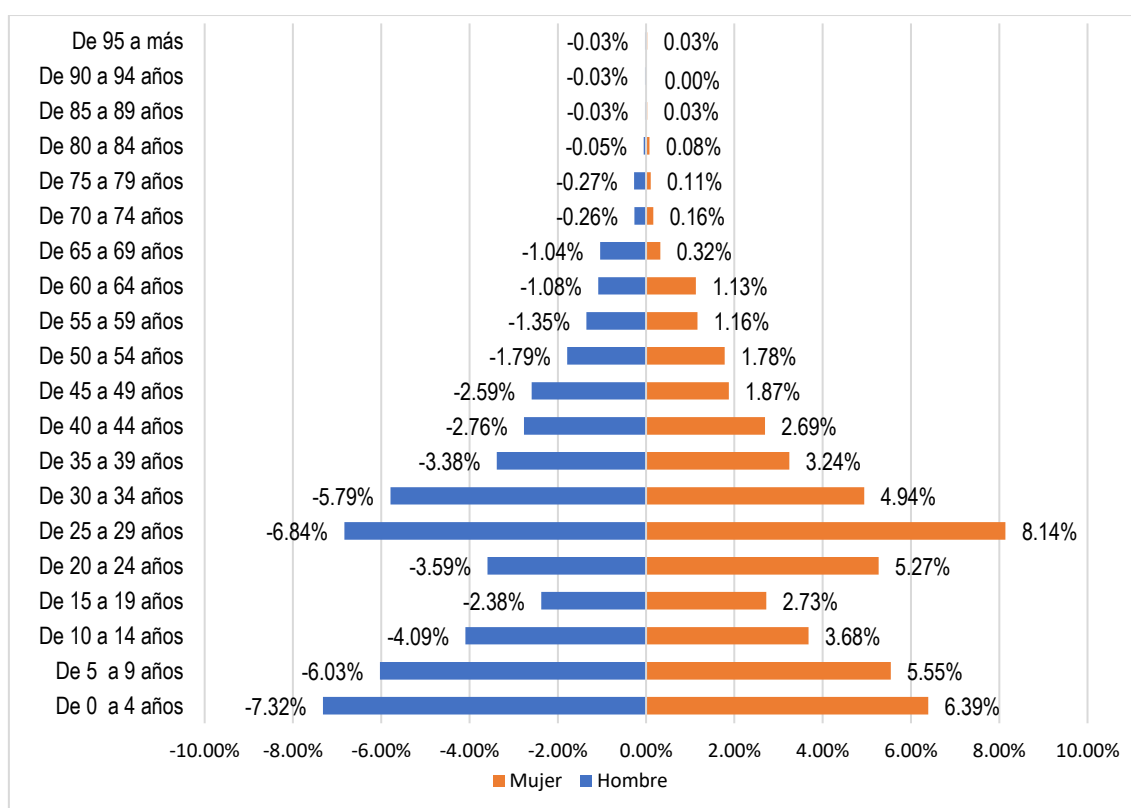
Los grupos quinquenales entre las edades de 10 a 24 años abarcan a la población que generalmente demanda estudios básicos de nivel secundario y estudios superiores (técnico y/o universitario). Al respecto, estos servicios educativos no son ofertados en el distrito El Algarrobal, por lo que podría generar la migración de este grupo hacia los distritos que cuentan con los

equipamientos educativos demandados. Esta situación explicaría la regresión de estos grupos quinquenales en la pirámide poblacional de distrito (ver Gráfico 4.3-1).

La población infante de 0 a 14 años presenta una mayor proporción de la población masculina (17.44 %) con una brecha del 1.82 % respecto a las mujeres. Sin embargo, la tendencia se invierte al analizar los grupos de edades entre 15 a 29 años, donde la población femenina (16.14 %) presenta una predominancia del 3.33 % respecto a los varones.

La población adulta mayor de 60 a más años presenta una población masculina ligeramente predominante respecto a las mujeres, con una ventaja del 0.96 %.

Gráfico 4.3-1 Pirámide poblacional en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017



Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.1.4 Distribución de la población por área

En el distrito El Algarrobal existe un alto porcentaje de población asentada en el área urbana, donde viven un total de 3700 habitantes, equivalente al 99.36 % del total, donde la mayoría se concentra en diversas asociaciones de viviendas del sector Pampa Inalámbrica. La población restante (0.64 %), es decir 24 habitantes, se asientan en el área rural.

Cuadro 4.3-5 Población según área asentada en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Ámbito geográfico	Urbano		Rural	
	Casos	%	Casos	%
Distrito de El Algarrobal	3 700	99.36	24	0.64

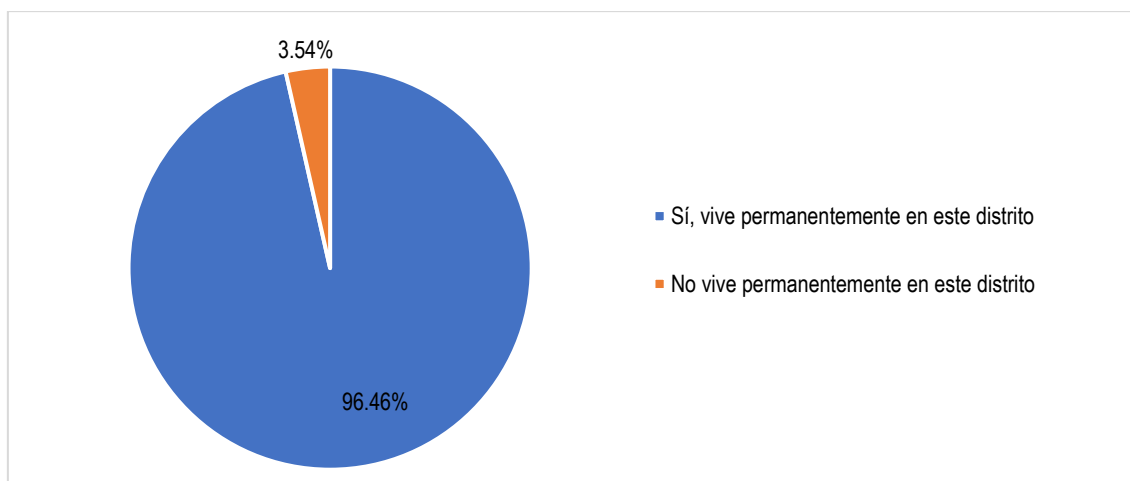
Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.1.5 Migración¹²

Se define como migración al cambio permanente de una persona de su lugar de residencia habitual a un nuevo lugar de residencia, siempre que este se encuentre fuera del límite político, administrativo del lugar inicial, es decir de un ámbito distrital, provincial y regional. En caso la migración contemple el cambio de país corresponde a una migración internacional¹³.

Según los resultados del Censo Nacional 2017, la población del distrito de El Algarrobal se conforma por población que vive permanentemente en el distrito, así lo manifestó el 96.46 % de los consultados. Apenas el 3.54 %, equivalente a 132 personas, indicaron que no vivía de manera permanente en el lugar.

Gráfico 4.3-2 Permanencia de la población en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017



Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
Elaboración: JCI, 2020.

¹² Migrante: Según el INEI se considera migrante a la persona cuyo lugar de residencia a la fecha del censo, es distinto a la que tenía en el período censal anterior. Asimismo, el migrante es inmigrante con respecto al lugar de destino y emigrante con relación al lugar de origen.

¹³ Tomado de: "Apuntes sobre la migración internacional y su estudio". Capítulo I. Consultado el 10.12.2020, en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/guzman_c_e/capitulo1.pdf.

Cuadro 4.3-6 Permanencia de la población en el ámbito del distrito del Área de Influencia, 2017

Ámbito geográfico	Sí, vive permanentemente en este distrito		No vive permanentemente en este distrito	
	Casos	%	Casos	%
Distrito de El Algarrobal	3592	96.46	132	3.54

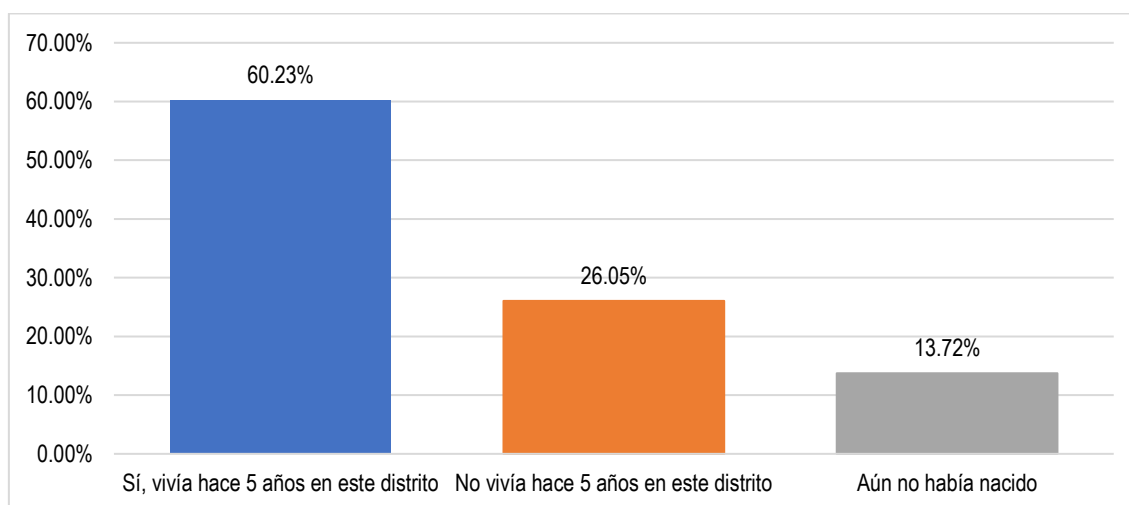
Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020.

Por otro lado, el 26.05 % de la población del distrito de El Algarrobal señaló que hace cinco (5) años no vivía en el distrito, mientras que el 60.23 % si vivía desde hace 5 años en el lugar. El restante 13.72 % aún no había nacido.

En este sentido, la población del distrito El Algarrobal ha presentado inmigración constante. Cabe resaltar que la población que migra hacia el distrito de El Algarrobal procede de diversos ámbitos geográficos, principalmente del distrito de Ilo, ubicado en la provincia que lleva su homónimo, y en menor proporción se encuentra aquella población migrante proveniente de las regiones Arequipa, Puno, Tacna, así como la capital Lima.

Gráfico 4.3-3 Población que vivía hace 5 años en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017



Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020.

Cuadro 4.3-7 Población que vivía hace 5 años en el ámbito del distrito del área de influencia, 2017

P: ¿Hace 5 años vivía en este distrito?	Casos	%
Sí, vivía hace 5 años en este distrito	2243	60.23 %
No vivía hace 5 años en este distrito	970	26.05 %
Aún no había nacido	511	13.72 %
Total	3724	100.00 %

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
Elaboración: JCI, 2020.

De acuerdo con la información proporcionada por los entrevistados, un importante sector de los migrantes llega al distrito El Algarrobal atraídos por la posibilidad de encontrar áreas para vivir en la zona urbana de su territorio, especialmente en el sector Pampa Inalámbrica, el cual limita con el distrito Ilo, por lo que hace más sencillo su migración.

En cuanto a la emigración, los principales motivos de la salida temporal o permanente son las búsquedas de oportunidades de estudios básicos de nivel secundario y superiores (técnico y/o universitarios), así como de oportunidades laborales y acceso a otros servicios. La población joven migra hacia distritos cercanos, como es el distrito de Ilo que cuenta con equipamientos y servicios sociales demandados por la población El Algarrobal.

4.3.5.2 Educación

4.3.5.2.1 Características de los servicios educativos

En el área de influencia, la oferta educativa comprende dos niveles de Educación Básica Regular (EBR): el nivel inicial y el nivel primario. Todas las instituciones educativas (IE) pertenecen a la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) de Ilo de la Gerencia Regional de Educación de Moquegua (GRE Moquegua), administradas a través de la gestión pública. Las instituciones educativas dedicadas a la EBR suman un total de cuatro (4), todas ubicadas en zonas urbanas del distrito.

Cuadro 4.3-8 Número de instituciones educativas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2020

Nivel educativo	Total instituciones	Gestión
Total Educación Básica Regular	4	
Inicial No Escolarizado	2	Pública
Inicial-Jardín	1	Pública
Primaria	1	Pública

Cuadro 4.3-8 Número de instituciones educativas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2020

Nivel educativo	Total instituciones	Gestión
Secundaria	0	-
Instituto Superior Tecnológico	0	-
Instituciones Técnico-Productivas	0	-

Fuente: Estadística de la Calidad Educativa (Escale 2020) – Ministerio de Educación
Elaboración: JCI, 2020.

Las instituciones educativas del distrito El Algarrobal se encuentran ubicadas en las áreas que corresponde al Promuvi I del sector Pampa Inalámbrica (Inicial Pasito a pasito e inicial Sonrisas y Colores) y en el centro poblado capital del distrito El Algarrobal (inicial 360 Semillitas de Olivo y la I.E. 43130).

Cuadro 4.3-9 Número de instituciones educativas en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2020

Nivel educativo	Nivel	Gestión	Centro Poblado
360 Semillitas de Olivo	Inicial-Jardín	Pública	El Algarrobal
43130	Primario	Pública	El Algarrobal
Pasito a Pasito	Inicial No Escolarizado	Pública	Promuvi I
Sonrisas y Colores	Inicial No Escolarizado	Pública	Promuvi I

Fuente: Estadística de la Calidad Educativa (Escale 2020) – Ministerio de Educación
Elaboración: JCI, 2020.

El distrito El Algarrobal no cuenta con instituciones que brindan servicios de educación básica de nivel secundario, por lo que la población adolescente y joven continúan sus estudios trasladándose a otros distritos, principalmente al distrito Ilo, cuyos centros educativos que suelen acoger a estos estudiantes son los colegios: Fe y Alegría, José Olaya, Miguel Grau, entre otros.¹⁴

Las instituciones educativas 43130 (nivel primario) y 360 Semillitas de Olivo (nivel inicial-jardín), ubicadas en el sector Valle El Algarrobal se encuentran alejados respecto a las zonas urbanas que comprenden mayor núcleo poblacional, por lo que suelen existir dificultades de movilidad de los estudiantes que viven en poblados urbanos como Santa Rosa hacia los centros educativos mencionados.

4.3.5.2.2 Matrícula escolar

Según el registro del Minedu, en el año 2019, el nivel educativo con mayor cantidad de alumnado

¹⁴ Entrevistas realizadas a los actores entre el 28 de octubre hasta el 04 de diciembre del presente año. JCI, 2020

es el Inicial-Jardín 360 Semillitas de Olivo con 91 alumnos, todos a cargo de un total de tres (3) docentes, siendo el promedio de 30.33 alumnos por docente.

Seguido, se encuentra la I.E. 43130 de nivel primario, con 56 alumnos a cargo de tres (3) docentes. En el caso de las dos (02) instituciones de nivel inicial no escolarizados presentan un total de 19 alumnos, sin embargo, el Minedu no registra el número de docentes a cargo.

En el año 2020, se registra un ligero aumento del número de alumnos matriculados en el Inicial-Jardín 360 Semillitas de Olivo (99 alumnos), además, se percibe un leve aumento del número de secciones y docentes en la institución. En cambio, el resto de las instituciones presentan una ligera disminución de la población estudiantil, con reducciones de 2 a 3 alumnos en cada institución. Cabe señalar que, se mantiene la falta de registro del número de docentes de los centros educativos no escolarizados.

Cuadro 4.3-10 Número de instituciones educativas en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2019 y 2020

Nivel educativo	Nivel	Gestión	2019			2020		
			N.º Secc.	N.º Docentes	N.º Alumnos	N.º Secciones	N.º Docentes	N.º Alumnos
360 Semillitas de Olivo	Inicial-Jardín	Pública	3	3	91	4	4	99
43130	Primaria	Pública	6	3	56	6	3	52
Pasito a Pasito	Inicial No Escolarizado	Pública	2	0	9	1	0	7
Sonrisas y Colores	Inicial No Escolarizado	Pública	2	0	10	8	0	8

Fuente: Estadística de la Calidad Educativa (Escale 2019) - Ministerio de Educación
Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.2.3 Características del nivel educativo de la población

Los resultados del Censo Nacional 2017 indican que, la población mayor a los 3 años que no ha accedido a ningún nivel educativo representa el 3.84 % del total de la población distrital.

Asimismo, se registra que el mayor nivel educativo alcanzado por la población fue el nivel secundario con 42.98 %, equivalente a 1478 personas, presentando una predominancia respecto a la población que sólo alcanzó el nivel primario (21.84 %) e inicial (9.48 %)

En líneas generales, un importante porcentaje de la población concluyó los tres (3) niveles de la EBR (74.23 %), percibiéndose una disminución en el número de personas que accedieron a estudios superiores no universitarios (carreras técnicas) o universitarios. Respecto al nivel posgrado, se observa que la población que alcanzó este grado no alcanza el 1.00 %.

Cabe mencionar que, las personas con niveles de educación superior (técnico o universitarios) y de posgrado, estudiaron fuera del ámbito de El Algarrobal, ubicados en otros distritos, provincias o región.

Cuadro 4.3-11 Nivel educativo de la población en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Categorías	Casos	%
Sin Nivel	132	3.84
Educación Inicial	326	9.48
Primaria	751	21.84
Secundaria	1478	42.98
Básica especial	1	0.03
Superior No Univ. incompleta	197	5.73
Superior No Univ. completa	232	6.75
Superior Univ. incompleta	129	3.75
Superior Univ. completa	185	5.38
Maestría / Doctorado	8	0.23
Total	3439	100.00

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.2.4 Analfabetismo

En temas conceptuales, el INEI establece que la población analfabeta es aquel grupo de 15 a más años que no sabe leer ni escribir castellano, cuya limitación educativa ha sido producto de la falta de acceso a un servicio educativo básico.

La incidencia del analfabetismo del distrito El Algarrobal registra que el 2.17 %, equivalente a 54 personas, no lee ni escribe en castellano, mientras que el 97.83 % de la población sí sabe leer y escribir. Además, resulta alarmante si analizamos los casos de analfabetismo según sexo, donde se registra que el 81.48 % de la población en esta condición son mujeres, evidenciándose su desventaja respecto a los varones, situación que se repite especialmente en las zonas rurales del Perú.

Es así como el analfabetismo puede representar una condición de exclusión que no solo limita el acceso al conocimiento occidental, sino que dificulta el ejercicio pleno de la ciudadanía. Conocer la magnitud de la población en una sociedad, permite comprender las desigualdades en la expansión del sistema educativo, especialmente en aquellos casos que comprende poblaciones alejadas de las zonas urbanas.

Cuadro 4.3-12 Incidencia del analfabetismo en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Categorías	Hombres	(%)	Mujeres	(%)	Total	(%)
Si sabe leer y escribir	1228	50.35	1211	49.65	2439	97.83
No sabe leer y escribir	10	18.52	44	81.48	54	2.17
Total	1238	49.66	1255	50.34	2493	100.00

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.2.5 Deserción escolar

La deserción escolar es el abandono del sistema educativo (escuela) por parte del alumno, los cuales pueden ser ocasionado por diversos factores generados dentro o fuera de la escuela como contextos familiares, problemas económicos, violencia, entre otros.

En términos estadísticos, la tasa de deserción escolar es comprendida como la proporción de alumnos que abandonaron la escuela antes de haber concluido el nivel educativo que se hallaban cursando, por lo que la tasa de deserción escolar permanente es el abandono definitivo del estudiante de la escuela.

A nivel regional, el departamento de Moquegua presentó entre los años 2017-2019 una tasa de deserción permanente en el nivel educativo primario de 88.7 %, mayor a la tasa promedio a nivel nacional (73.7 %), la brecha aumenta aún más si comparamos la tasa del departamento Moquegua con la tasa que presenta Lima Metropolitana (61.2 %).

Similar situación se registra en la tasa de deserción en el nivel secundario entre los años 2017-2019 en Moquegua (96.8 %), el cual presenta valores superiores a la tasa a nivel nacional y Lima Metropolitana, con diferencias del 3.5 % y 6.3 %, respectivamente.

Cuadro 4.3-13 Tasa de deserción permanente (% de matrícula final) de la región Moquegua

Ámbito geográfico	2013-2015	2015-2017	2017-2019
	Educación Primaria		
Moquegua	83.0	87.0	88.7
Lima Metropolitana	80.2	76.5	61.2
Nacional	90.0	81.5	73.7
	Educación Secundaria		
	2013-2015	2015-2017	2017-2019
Moquegua	96.9	98.3	96.8
Lima Metropolitana	94.7	94.7	90.5
Nacional	96.9	95.0	93.3

Sistema de Información Apoyo a la Gestión de la Institución Educativa (Siagie) - Minedu
Elaboración: JCI, 2020.

Los entrevistados señalan que uno de los principales problemas de la deserción escolar es la baja cobertura de instituciones educativas de nivel primario y, sobre todo, la falta de cobertura de centros educativos de nivel secundario, lo que dificulta a jóvenes poder continuar con sus estudios. Algunos alumnos terminan siendo acogidos por instituciones educativas del distrito Ilo, otros migran a otras provincias y regiones.

En el año 2020, por el contexto de la pandemia, uno de los principales motivos de la deserción escolar es la falta de la instalación de internet de las viviendas de los alumnos, así como la falta de computadoras o equipos tecnológicos de comunicación en el hogar para poder asistir a las clases virtuales y realizar tareas.¹⁵

4.3.5.3 Salud

4.3.5.3.1 Características de la oferta de salud

El distrito comprende un (1) puesto de salud, cuyo nombre es el Puesto de Salud El Algarrobal, el cual pertenece a la Microrred y Red de Salud de Ilo de la Dirección Regional de Salud de Moquegua. El puesto es administrado por el CLAS Pampa Inalámbrica que se encarga de administrar y asegurar de que los centros de salud a su cargo ofrezcan servicios adecuados, en coordinación y con dependencia de la Dirección de la Red de Salud de Ilo.

Puesto de Salud El Algarrobal

En el año 2015, el Puesto de Salud El Algarrobal estaba planificado atender una población aproximada de 320 habitantes, conforme a las proyecciones estadísticas del INEI respecto al crecimiento demográfico del distrito.¹⁶

Sin embargo, debido al aumento significativo de la población en los últimos años, con una tasa de crecimiento anual intercensal del 31.2 % (entre los Censos Nacionales 2007 y 2017), la capacidad del establecimiento de salud resulta insuficiente para poder cubrir las demandas de la población. De acuerdo con la información obtenida de las entrevistas, el puesto de salud cuenta con 11 trabajadores entre personal médico, enfermería, obstetras y otros.¹⁷

Anteriormente, la atención del puesto de salud era brindado en el sector Valle El Algarrobal, pero con el aumento de la población en la zona oeste del distrito, específicamente en la Pampa Inalámbrica, la atención de salud se trasladó hacia este sector de mayor concentración poblacional, mediante la instalación provisional de un puesto de salud en la asociación Santa Rosa del Promuvi I.

Actualmente, el puesto de salud ofrece atención médica de primer nivel de atención (categoría I-1) en el distrito, el cual se caracteriza en ofrecer servicios de salud por consulta ambulatoria por médico general, por obstetra y por licenciado en Enfermería.¹⁸ Además, por el contexto de la pandemia por el COVID-19, el puesto de salud ofrece servicios de pruebas rápidas a la población en general, aunque la atención de las pruebas se realizan afueras del local de salud.¹⁹

¹⁵ Entrevistas realizadas a los actores entre el 28 de octubre hasta el 04 de diciembre del presente año. JCI, 2020.

¹⁶ Plan de Desarrollo Local El Algarrobal al 2030 (pág. 48.).

¹⁷ Entrevistas realizadas a los actores entre el 28 de octubre hasta el 04 de diciembre del presente año. JCI, 2020.

¹⁸ Resolución Gerencial Regional de Salud N.º 014-2019-GERESA-MOQ-GRS. Consultado el 07.12.2020, en: <http://app20.susalud.gob.pe:8080/registro-renipress-webapp/ipress.htm?action=mostrarVer&idipress=00002816#no-back-button>

¹⁹ Entrevistas realizadas a los actores entre el 28 de octubre hasta el 04 de diciembre del presente año. JCI, 2020.

Cuadro 4.3-14 Establecimiento de salud microrred Ilo (Minsa), puesto de salud El Algarrobal

Diresa	Red	Microrred	Establecimiento de salud	Actividades de atención directa y atención de soporte
Moquegua	Ilo	Ilo	Puesto de salud El Algarrobal	Consulta externa, atención de urgencia y emergencia, referencias y contrarreferencias, desinfección y esterilización, atención con medicamento, pruebas rápidas y toma de muestra.

Fuente: Registro Nacional de Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (Renipress) - Minsa.
Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.3.2 Indicadores de salud de la población

A. Morbilidad

Se entiende como morbilidad a la frecuencia con la que se presentan las enfermedades de la población en un determinado espacio geográfico y tiempo. Según información citada por la Oficina General de Estadística e Informática del Minsa, se registra que las principales enfermedades que padeció la población del distrito de El Algarrobal fueron:

- Las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, con 228 casos.
- Obesidad y otros de hiperalimentación, con 173 casos.
- Las enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y los maxilares, con 114 casos.
- Otros trastornos maternos relacionados principalmente con el embarazo, con 92 casos.
- Las enfermedades infecciosas intestinales, con 51 casos.
- Anemias nutricionales, con 39 casos.
- Síntomas y signos generales, con 36 casos.
- Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno, con 34 casos.
- Dorsopatías, con 28 casos.
- Otras enfermedades del sistema urinario, con 21 casos.

En el siguiente cuadro, se presenta las principales causas de morbilidad:

Cuadro 4.3-15 Morbilidad general por etapas de vida, según grupos de categorías en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2019

N.º	Categoría morbilidad	00-11a	12-17a	18-29a	30-59a	60a>
1	Otras intoxicaciones alimentarias bacterianas (A05)	1	0	0	0	0
2	Amebiasis (A06)	4	0	0	0	0
3	Infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especifica (A08)	1	0	0	0	0
4	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado (A09)	26	0	2	10	7
5	Anemias por deficiencia de hierro (D50)	27	1	3	7	1
6	Obesidad (E66)	11	7	38	106	11
7	Rinofaringitis aguda [resfriado común] (J00)	36	3	7	14	0
8	Faringitis aguda (J02)	25	6	25	45	10
9	Amigdalitis aguda (J03)	26	1	6	13	4
10	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, entre otros(J06)	3	0	1	2	1
11	Trastornos del desarrollo y de la erupción de los dientes (K00)	4	2	0	0	0
12	Caries dental (K02)	50	10	19	17	2
13	Otras enfermedades de los tejidos duros de los dientes (K03)	0	0	1	0	0
14	Enfermedades de la pulpa y de los tejidos periapicales (K04)	1	0	2	0	0
15	Gingivitis y enfermedades periodontales (K05)	1	0	0	1	0
16	Otros trastornos de los dientes y de sus estructuras de sostén (K08)	0	0	0	1	0
17	Estomatitis y lesiones afines (K12)	2	0	0	1	0
18	Enfermedad del reflujo gastroesofágico (K21)	0	1	0	1	0
19	Gastritis y duodenitis (k29)	0	3	4	20	5
20	Escoliosis (M41)	0	0	0	1	0
21	Dorsalgia (M54)	0	2	5	16	4

Cuadro 4.3-15 Morbilidad general por etapas de vida, según grupos de categorías en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2019

N.º	Categoría morbilidad	00-11a	12-17a	18-29a	30-59a	60a>
22	Otros trastornos del sistema urinario (N39)	2	2	5	12	0
23	Hemorragia precoz del embarazo (O20)	0	0	0	1	0
24	Vómitos excesivos en el embarazo (O21)	0	0	2	1	0
25	Infección de las vías genitourinarias en el embarazo (O23)	0	1	12	2	0
26	Atención a la madre por otras complicaciones principalmente relacionad (O26)	0	1	50	22	0
27	Fiebre de origen desconocido (R50)	11	0	1	1	0
28	Cefalea (R51)	2	1	2	2	0
29	Dolor, no clasificado en otra parte (R52)	4	0	5	5	1
30	Adenomegalia (R59)	1	0	0	0	0

Fuente: Sistema de Atención de Solicitudes de Acceso a la Información Pública - Ministerio de Salud.
 Elaboración: JCI, 2020.

B. Mortalidad

El reporte del Sistema Informático Nacional de Defunciones (Sinadef), arroja que durante el año 2019 se inscribieron un total de 06 defunciones en el distrito de El Algarrobal. Los resultados revelaron que el rango de edades de las personas fallecidas se ubicaba en los grupos de 30 a 59 años (3 casos) y de 0 a 11 años (03 casos).

En el año 2020, el distrito presentó la mitad de las defunciones respecto al año anterior, registrando un (1) caso en el grupo de edades entre 30 a 59 años y dos (2) casos en la población adulta mayor.²⁰

Cuadro 4.3-16 Número de defunciones del distrito El Algarrobal, 2019 y 2020

Rango de edad	2019	2020
0 a 11 años	3	0
12 a 17 años	0	0
18 a 29 años	0	0
30 a 59 años	3	1
60 a más años	0	2
Total	6	3

Fuente Sistema informático Nacional de Defunciones (Sinadef) 2019 - MINSA.

Elaboración: JCI, 2020.

En cuanto a las causas de las defunciones,²¹ se registró que para el año 2019 el Hospital Ilo, registra como principal causa de mortalidad a las “enfermedades no transmisibles” (70.31%), donde destaca enfermedades pulmonares intersticiales con fibrosis y diabetes mellitus; y, en segundo lugar, más distante porcentualmente, se encuentran las enfermedades transmisibles (29.69%), como la desnutrición proteico-calórica no especificada, tuberculosis, enfermedades pulmonares y enfermedades por VIH.²²

Medicina tradicional

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los actores, en el distrito aún existe pobladores que emplean plantas medicinales (hierbas) para aliviar dolencias menores asociados a dolores de estómago, musculares o resfríos, sin embargo, los entrevistados no especificaron los tipos de hierbas utilizados,²³ también indicaron que la población suele acudir a la automedicación en farmacias para aliviar el dolor y/o casos de fiebre.

²⁰ La consulta se realizó hasta el 10.12.2020, en:

http://www.minsa.gob.pe/reunis/data/defunciones_registradas.asp

²¹ Según el portal de la Organización Mundial de la Salud (OMS)²¹, la causa básica de defunción se define como "la enfermedad o lesión que desencadenó la sucesión de eventos patológicos que condujeron directamente a la muerte, o las circunstancias del accidente o acto de violencia que produjeron la lesión mortal".

²² Consultado el 10.12.2020, en: http://www.minsa.gob.pe/reunis/data/defunciones_causas_principales.asp

²³ Entrevistas realizadas a los actores entre el 28 de octubre hasta el 04 de diciembre del presente año. JCI, 2020.

4.3.5.3.3 Problemática en salud

Limitaciones de atención médica

En cuanto a la cobertura y alcance de atención, el distrito El Algarrobal solo cuenta con un (01) puesto de salud con atención entre los horarios 08:00 am hasta la 1:00 pm de lunes a sábado, por ese motivo los pobladores deben acercarse desde temprano para lograr ser atendidos, en muchos casos no alcanzan la atención y deben trasladarse hacia el distrito de Ilo, otros pobladores acuden a la automedicación en farmacias.

Además, según las entrevistas con los actores, se requiere de mayor cantidad de personal de salud para poder atender la demanda de atención de la población que va aumentando en los últimos años.

Además, el PS El Algarrobal presenta deficiencias en cuanto el tipo de material de construcción ya que los ambientes de atención médica fueron instalados dentro de contenedores (container) y, otros ambientes, en construcciones de drywall (cartón yeso). Además, el puesto de salud no cuenta con acceso a internet, por lo que presentan limitaciones en cuanto a la actualización de datos relacionados con la admisión de los pacientes.

Salud en la población

Respecto a la problemática de la salud en la población, se evidencia que, en las zonas de mayor concentración poblacional no cuenta con calles asfaltadas por lo que el traslado de vehículos en las vías genera el levantamiento de polvo, siendo los más perjudicados la población infantil y los adultos mayores que viven en la zona; a este problema, se suman la falta de instalación del servicio de alcantarillado en las viviendas y el limitado acceso al agua potable, lo que va reflejando problemas de salubridad en la población, trayendo como consecuencia enfermedades comúnmente como afecciones pulmonares, sarpullidos, infecciones gastrointestinales, entre otros. Además, algunos actores entrevistados señalan la presencia de enfermedades de los niños como la desnutrición y/o casos de contagio del TBC.

4.3.5.4 Vivienda, servicios básicos y públicos

4.3.5.4.1 Características de las viviendas

A. Tipo de vivienda

Según el Censo Nacional 2017, en el distrito de El Algarrobal las viviendas en casas independientes representan el 52.08 %, equivalente a 1275 viviendas, y con una proporción ligeramente menor se encuentran aquellas viviendas improvisadas con el 45.92 %, es decir 1124 vivienda. En valores significativamente menores se encuentra las viviendas tipo choza o cabaña (1.72 %) y las edificaciones no destinadas para la habitación humana (0.29 %) (ver Cuadro 4.3-17).

Cuadro 4.3-17 Tipo de vivienda en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017

Categorías	Tipo de Vivienda	
	Casos	%
Casa independiente	1275	52.08
Chozo o cabaña	42	1.72
Vivienda improvisada	1124	45.92
Local no destinada para habitación humana	7	0.29
Total	2448	100.00

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020.

Como se mencionó anteriormente, la mayor concentración de viviendas del distrito se encuentra en el sector Pampa Inalámbrica, distribuidas en diversas asociaciones en las que destaca el Programa Municipal de Vivienda I (PROMUVI I), muchas de estas viviendas han sido construidas de forma improvisada, producto de la constante invasión de terrenos que registró el sector.²⁴

El sector Valle El Algarrobal, específicamente en la sede capital del distrito, concentra básicamente instituciones públicas (municipalidad, posta de salud, escuela y comisaría) en su zona urbana. En zona rural del sector existen localidades o poblados cercanos al río Osmore, algunos comprenden áreas agrícolas y viviendas, donde la mayoría comprende entre una (01) y tres (03) viviendas, muchas de ellas sin población registrada.²⁵

B. Condición de ocupación de la vivienda

Las viviendas particulares, por su condición de ocupación se clasifican en ocupadas y desocupadas. Según el Censo Nacional 2017, existen 1390 viviendas con personas presentes, representando el 56.78 % del total de viviendas ocupadas (2068). De este total 497 viviendas están en condición de ocupadas con personas ausentes (20.30 %), y 181 viviendas presentan condición de ocupación para uso ocasional (7.39 %).

En relación con las viviendas desocupadas, existen 187 viviendas en condición de abandono, representando el 7.64 % respecto al total de viviendas, y 188 en construcción o reparación, equivalente al 7.68 % (ver Cuadro 4.3-18).

²⁴ Plan de Desarrollo Local El Algarrobal al 2030.

²⁵ Directorio Nacional de Centros Poblados (INEI 2017).

Cuadro 4.3-18 Condición de ocupación de las viviendas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Ocupada		Desocupada	
Casos	%	Casos	%
Con personas presentes		En alquiler o venta	
1390	56.78	---	---
Con personas ausentes		En construcción o reparación	
497	20.30	188	7.68
De uso ocasional		Abandonada cerrada	
181	7.39	187	7.64
Otra causa		Otra causa	
---	---	5	0.20
Total de viviendas			2 448

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
Elaboración: JCI, 2020.

C. Tenencia de la vivienda

Las viviendas propias sin título de propiedad representaron el 95.11 % respecto al total, seguido, en un valor significativamente menor, se registra las viviendas con títulos de propiedad que representa el 2.09 %, y viviendas cedidas, el 2.01 %. En una menor proporción menor, se encuentran las viviendas alquiladas con el 0.79 %, equivalente a 11 casos (Cuadro 4.3-19).

Aunque resulte algo contradictorio la presencia de viviendas que son asumidas como propias (sin título de propiedad), fueron obtenidas bajo la modalidad de invasiones u ocupaciones informales en áreas urbanas que, con el paso de los años, se reconocieron a través de la posesión. De acuerdo con las entrevistas realizadas a los actores del distrito, muchas viviendas sin título de propiedad cuentan con constancia de posesión, por lo que este documento es para ellos un aval que respalda la declaración de que la vivienda es propia, a pesar de no contar con el título e inscripción formal de propiedad.

Cuadro 4.3-19 Régimen de tenencia de las viviendas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Categorías	Régimen de Tenencia	
	Casos	%
Alquilada	11	0.79
Propia sin título de propiedad	1322	95.11
Propia con título de propiedad	29	2.09
Cedida	28	2.01
Total	1390	100.00

(*) No aplica 1 058 viviendas, según INEI.

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
Elaboración: JCI, 2020.

D. Material de las paredes

Según el Censo Nacional de 2017 en el distrito El Algarrobal, el material predominante en las paredes exteriores de la vivienda es el triplay o estera/calamina, representando el 49.42 %, es decir 687 viviendas; seguido, se encuentran las viviendas cuyas paredes son construidas con ladrillo o bloque de cemento, con 40.43 %, equivalente a 562 viviendas. Asimismo, en una proporción significativamente menor, se registran viviendas con paredes de madera con una representación del 7.63 %, equivalente a 106 viviendas. Ver detalle del siguiente cuadro:

Cuadro 4.3-20 Material predominante en las paredes de las viviendas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Categorías	Material predominante en paredes	
	Casos	%
Ladrillo o bloque de cemento	562	40.43
Piedra o sillar con cal o cemento	5	0.36
Adobe	21	1.51
Quincha (caña con barro)	6	0.43
Piedra con barro	3	0.22
Madera (pona, tornillo etc.)	106	7.63
Triplay / calamina / estera	687	49.42
Total*	1 390	100.00

(*) No aplica 1 058 viviendas, según INEI.

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020.

E. Material de los pisos

El material predominante en los pisos de las viviendas del distrito de El Algarrobal es el cemento con el 53.67 %, equivalente a 746 viviendas, seguido se encuentra los pisos de tierra con una representación del 45.67 % (632 vivienda) y losetas o terrazos con el 0.65 % (9 viviendas). Por otro lado, en ínfimas proporciones se evidencia el uso de materiales como madera, láminas asfálticas/vinílicos y otros materiales, teniendo una representatividad de 0.07 % cada uno.

Cuadro 4.3-21 Material predominante de pisos en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Categorías	Material predominante en los pisos de la vivienda	
	Casos	%
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	1	0.07
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	9	0.65
Madera (pona, tornillo, etc.)	1	0.07

Cuadro 4.3-21 Material predominante de pisos en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Categorías	Material predominante en los pisos de la vivienda	
	Casos	%
Cemento	746	53.67
Tierra	632	45.47
Otro material	1	0.07
Total*	1 390	100.00

(*) No aplica 1 058 viviendas, según INEI.

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020

F. Material de los techos

El material predominante en los techos de las viviendas del distrito son las planchas de calamina, fibra de cemento o similares, con el 64.89 %, equivalente a 902 viviendas; seguido, se encuentra aquellas viviendas con techos de triplay, estera o carrizo que representa el 21.15 %, es decir 294 viviendas, y el concreto armado, con 6.12 %. Por otro lado, en proporciones significativamente menores se evidencia el uso de materiales como tejas, madera, caña o estera con torta de barro/cemento y paja o similares, teniendo una representatividad de 3.45 %, 2.01 %, 1.94 % y 0.43 %, respectivamente.

Cuadro 4.3-22 Material predominante de techos en el área de influencia

Categorías	Material predominante en los techos de la vivienda	
	Casos	%
Concreto armado	85	6.12
Madera	28	2.01
Tejas	48	3.45
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	902	64.89
Caña o estera con torta de barro o cemento	27	1.94
Triplay / estera / carrizo	294	21.15
Paja, hoja de palmera y similares	6	0.43
Total*	1390	100.00

(*) No aplica 1 058 viviendas, según INEI.

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020

4.3.5.4.2 Servicios básicos

A. Abastecimiento de agua en la vivienda

En el distrito de El Algarrobal, el 75.68 % de las viviendas acceden al agua potable por medio de pilón o pileta de uso público. De forma paralela, la Empresa Prestadora de Servicios de

Saneamiento de Ilo (EPS Ilo) suministra de agua potable, a través de camiones cisterna, a las poblaciones que no cuentan con acceso del agua potable.

El abastecimiento de agua potable en el distrito es suministrado por la EPS Ilo que brinda sus servicios a los hogares del distrito El Algarrobal, aunque la cobertura y acceso a este servicio es limitado en el día (de 3 a 4 horas), dependiendo de la temporada del año.

Cuadro 4.3-23 Tipo de abastecimiento de agua de las viviendas en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Categorías	Abastecimiento de agua	
	Casos	%
Red pública dentro de la vivienda (agua potable)	7	0.50
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación (agua potable)	23	1.65
Pilón o pileta de uso público	1052	75.68
Camión - cisterna u otro similar	280	20.14
Pozo (agua subterránea)	21	1.51
Río, acequia, lago, laguna	6	0.43
Vecino	1	0.07
Total*	1390	100.00

(*) No aplica 1 058 viviendas, según INEI.

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020

La potabilización del agua que consume la población del distrito El Algarrobal, se realiza en la planta de tratamiento ubicada en la Pampa Inalámbrica dentro del distrito El Algarrobal, el agua proviene de la línea de captación de Pasto Grande, en el río Osmore, ubicado en el fundo Canuto, dentro del distrito.

B. Formas de eliminación de excretas

Según el Censo Nacional 2017, el 63.31 % de las viviendas dispone de letrinas para la deposición de los desechos o excretas, mientras que el 27.91 % de las viviendas emplea el pozo ciego como servicio higiénico; en menor proporción, el 6.83 % de las viviendas tiene como servicio higiénico el pozo séptico, tanque séptico o biodigestor.

También se registró que el 0.94 % dispone del campo abierto, esta situación permite identificar la existencia de problemas de salubridad que inciden en las condiciones de habitabilidad de la población a nivel distrital, por lo que viene representando focos de contaminación y riesgos a la salud de la población.

Cuadro 4.3-24 Servicios higiénicos en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017

Servicio higiénico que tiene la vivienda	Casos	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	1	0.07
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	95	6.83
Letrina (con tratamiento)	880	63.31
Pozo ciego o negro	388	27.91
Campo abierto o al aire libre	13	0.94
Otro	13	0.94
Total*	1 390	100.00

(*) No aplica 1 058 viviendas, según INEI.

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020.

C. Disposición de los residuos sólidos

Los servicios de recolección de los desechos urbanos de los hogares son gestionados por la Municipalidad Distrital El Algarrobal, a través de unidades vehiculares que recorren por las calles urbanas dos veces por semana. De acuerdo con la información obtenida en las entrevistas realizadas a los actores, la frecuencia de recojo de los desechos domésticos es insuficiente para muchos de los hogares que viven en las zonas urbanas del distrito, ya que se va acumulando constantemente los desechos domésticos dentro de las viviendas, representando un peligro en la salud de la población.

Actualmente, no existe algún programa de segregación de los desechos. La disposición final de los desechos domésticos es depositada en un botadero municipal ubicado a 12 km de los núcleos urbanos.

D. Energía eléctrica

El acceso del servicio de luz presenta mayor cobertura que los otros servicios básicos antes mencionados (agua y desagüe); sin embargo, de acuerdo con el último Censo Nacional (año 2017), el 53.17 % de viviendas aún no accede al servicio de alumbrado eléctrico, esto se debe gran parte al rápido crecimiento de la población y la conformación de nuevos asentamientos humanos, pueblos jóvenes y/o asociaciones de viviendas en el transcurso de los últimos años.

Cuadro 4.3-25 Alumbrado eléctrico en el ámbito geográfico distrital del área de influencia, 2017

Dispone de alumbrado eléctrico por red pública	Casos	%
Sí	651	46.83
No	739	53.17
Total	1 390	100.00

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020.

El abastecimiento de energía eléctrica en el distrito El Algarrobal está a cargo de la empresa Electrosur S.A., la misma que brinda servicios a los hogares de las provincias del departamento Moquegua y Tacna. Además, la empresa eléctrica tiene instalado una subestación dentro del distrito El Algarrobal para el abastecimiento de energía eléctrica, también cuenta con una subestación secundaria en Catacatas para el consumo de la zona industrial.²⁶

Cabe señalar que, de acuerdo con la publicación de la Gerencia Regional de Energía y Minas del Gobierno Regional de Moquegua, se encuentra en curso el proyecto de “Ampliación, mejoramiento del sistema eléctrico para los sectores de Promuvi I y Asociaciones de vivienda de El Algarrobal, distrito de El Algarrobal, provincia de Ilo, región Moquegua”, a cargo del Gobierno Regional.²⁷

E. Infraestructura recreativa y deportiva

El distrito El Algarrobal cuenta con la plaza principal ubicado en el sector Valle el Algarrobal, además en este sector se registra algunos centros recreacionales y área verdes con presencia de árboles de olivo en la vegetación a los alrededores del río Osmore. En cuanto a la zona de expansión urbana, ubicado en la parte oeste del distrito, existe una losa deportiva, aunque lo entrevistados señalaron que falta mantenimiento.

F. Infraestructura de Transporte

En cuanto al transporte urbano del distrito, existe el servicio de transporte público que une el distrito El Algarrobal con el distrito Ilo, supervisada por la Municipalidad Provincial Ilo. Las rutas inician desde el sector Promuvi I El Algarrobal en Pampa Inalámbrica hasta las avenidas de la ciudad de Ilo. Las rutas que llevan a la población hacia el distrito de Ilo en ómnibus o combis tienen un costo de S/ 2.00 y la atención del servicio son todos los días, donde se registran dos rutas principales: ruta Ciudad Nueva (Promuvi I - Av. Del Trabajo en Ciudad Nueva / Av. Minería); y, la ruta Miramar (PROMUVI I - Av. Miramar).

Además, la población que desee movilizarse hacia el sector Valle El Algarrobal se traslada mediante taxi colectivos que se desplazan desde el sector Pampa Inalámbrica hasta el centro poblado capital del distrito ubicado en el valle. El precio del viaje en colectivo es de S/ 3.00, aproximadamente, el costo puede aumentar si se extiende la ruta hacia los poblados más lejanos del valle.

²⁶ Plan de Desarrollo Local El Algarrobal al 2030 (pág. 86).

²⁷ Resolución GR N.º 025-2018-GGR--GR.MOQ. Gerencia Regional de Energía y Minas, GORE Moquegua. Consultado en: <http://www.energiayminasmoquegua.gob.pe/web/11-proyectos/obras-en-ejecucion>

4.3.5.5 Transporte y medios de comunicación

4.3.5.5.1 Transporte

Las principales vías de la provincia Ilo son las carreteras Panamericana Sur y la carretera Binacional, constituyendo ejes (norte-sur y este-oeste) de importancia para país.

La carretera Panamericana Sur es una vía de importancia nacional para el transporte de pasajeros y mercancías (productos agropecuarios y manufacturados) articulando de forma longitudinal a las diversas provincias de los departamentos Arequipa, Moquegua y Tacna. Las condiciones de la vía son buenas y se encuentra asfaltada a lo largo de su ruta.

La carretera Binacional, vía de importancia internacional que no solo une el territorio peruano a nivel regional y nacional, si no que permite la comunicación directa entre Perú y Bolivia, lo que significa una importante comunicación económica para el flujo (importación y exportación) de productos comerciales. Esta vía recorre de forma transversal el sur de país, conectando el distrito de El Algarrobal de la provincia Ilo en el eje Moquegua-Desaguadero-La Paz.

En cuanto a la red vial dentro del distrito El Algarrobal se registra la vía vecinal de ingreso ubicada en el sector San Jerónimo, el cual recientemente se comprendió el proyecto “Mejoramiento de la red vecinal MO-534, tramo San Jerónimo-El Algarrobal, de la provincia de Ilo, Región Moquegua”, el cual tiene como recorrido paralelo al valle del distrito, el proyecto comprende 7.64 km de líneas de asfaltado, lo cual permite tener una comunicación de los agricultores para el transporte de sus productos.

En cuanto al transporte urbano del distrito, existe el servicio de transporte que une el distrito El Algarrobal con el distrito Ilo, supervisada por la Municipalidad Provincial Ilo. Las rutas inician desde el sector Promuvi I El Algarrobal en Pampa Inalámbrica hasta las avenidas de la ciudad de Ilo. También existen servicios de taxis colectivos que trasladan a la población del sector Pampa Inalámbrica hacia el sector Valle El Algarrobal.

4.3.5.5.2 Red Ferroviaria:

Existe una red ferroviaria de gestión privada cuyo propietario es la minera Southern Cooper Corporation, tiene una longitud de 217.7 km y articula la fundición y refinería ubicada en la provincia de Ilo con las minas de cobre en Toquepala y Cuajone, la ruta de la línea férrea es: Ilo-El Sargento -Toquepala El Sargento (Km 183)-Cuajone (Botiflaca).²⁸ La vía férrea atraviesa gran parte del distrito del Algarrobal en su zona sur desértica. La principal función del ferrocarril es el transporte de minerales y es considerada como una de las obras más avanzadas del país en materia ferroviaria.²⁹

4.3.5.5.3 Medios de comunicación

En cuanto al servicio de telefonía, el distrito de El Algarrobal cuenta con cobertura celular de los operadores Movistar, Entel, Bitel y Claro, presentando una mejor calidad de la señal telefónica en las zonas urbanas cercanas al sector Pampa Inalámbrica; en cambio, en las zonas rurales se presentan ciertas deficiencias en la calidad de las llamadas telefónicas. Cabe señalar que el distrito no cuenta con servicio de telefonía público ni internet por cable, por lo que las poblaciones realizan sus recargos o pagos del servicio de telefonía celular para poder comunicarse.

²⁸ Portal del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Consultado el 01.12.2020, en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_ferrocarriles/documentos/Mapa%20Ferrocarriles%20Peru_2013-A3.pdf

²⁹ Plan de Desarrollo El Algarrobal al 2030. (Pág. 73).

El medio de comunicación con mayor cobertura es la radio, la población del distrito El Algarrobal suele escuchar la emisora Radio Líder 93.5 FM y Radio Altamar 102.3 FM para enterarse sobre las noticias referidos al ámbito local, provincial, regional y nacional, estas emisoras pertenecen a la provincia de Ilo.

Respecto al servicio de televisión por cable, solo algunos hogares (con capacidad de pago) acceden a este servicio, por lo que la mayoría de los hogares solo acceden a canales de televisión a nivel nacional. En cuanto a los medios escritos, se puede apreciar diarios nacionales como Correo, El Comercio, Expreso, Ajá; así como diarios de la provincia de Ilo como La Prensa Regional y El Puerto Noticias de Ilo.

4.3.5.6 Organización social y grupos de interés

A continuación, se presenta los grupos de interés identificados:

4.3.5.6.1 Gobierno local: Municipalidad Distrital de El Algarrobal

Es la institución más representativa en el área de influencia, tiene como objetivo promover el desarrollo integral del distrito para mejorar la calidad de vida de los vecinos. El actual alcalde del distrito es el profesor Francisco Eugenio Manzano Cisneros. Entre sus funciones están: la ejecución de obras, planificar el desarrollo urbano, supervisar y dar alternativas de solución a las necesidades y quejas de los pobladores.

4.3.5.6.2 PNP Comisaría El Algarrobal

La comisaría El Algarrobal se encuentra ubicada en el sector Valle El Algarrobal, específicamente en el CP El Algarrobal, aproximadamente a 6 kilómetros de distancia de la zona urbana donde reside la mayor parte de la población. La comisaría al ser una dependencia de la Policía Nacional del Perú, tiene como misión principal garantizar el orden público y la seguridad ciudadana, a través de la protección, ayuda y orientación a las personas del distrito, así como investigar y denunciar actos de delincuencia y criminalidad. El capitán a cargo de la comisaría del El Algarrobal es el capitán Roger Armando Puma Huanca.

4.3.5.6.3 Subprefectura del distrito El Algarrobal

Es designado por la Subprefectura Provincial, el cual concede la facultad al subprefecto distrital otorgar garantías personales para cautelar el orden público, así como la seguridad del público en general y la propiedad público o privado durante la realización de algún evento de índole político y/o social. El subprefecto de El Algarrobal es el señor Isidro Cutipa Mamani.

4.3.5.6.4 Juez de Paz del distrito El Algarrobal

El Juzgado de Paz es un dependiente del Poder Judicial, el cual opera en cada ámbito geográfico del país. El Juez de El Algarrobal es el señor Orlando Vela Ramos, quien tiene como función impartir justicia, mediante la conciliación, equitativamente en el distrito, especialmente en casos de controversia. También participa en algunos trabajos en notarías, legalización de firmas, encargo de libro de obras, constataciones domiciliarias, constataciones de abandono de hogar, entre otros.

4.3.5.6.5 Puesto de Salud El Algarrobal

Este establecimiento es el único puesto de salud que ofrece atención médica a la población del distrito El Algarrobal. La posta brinda servicios de atención de categoría I-1 de primer nivel, la cual

se caracteriza por ofrecer servicios de salud sin internamiento, por consulta ambulatoria a cargo de un médico general, por obstetra y/o enfermería. Además, por el contexto de la pandemia por el COVID-19, el puesto de salud ofrece servicios de pruebas rápidas a la población en general. La representante de la jefatura del puesto de salud es la Dra. Andrea Machicao Sánchez (médico serumista).

4.3.5.6.6 Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) Ilo

Es un órgano de la Gerencia Regional de Educación de Moquegua, entre sus objetivos se encuentra brindar soporte técnico pedagógico, institucional y administrativo a las instituciones y programas educativos que comprende la provincia de Ilo, a través de la orientación y supervisión de la aplicación de políticas y normativas educativas, conducción y formulación de programas y proyectos de Ilo, suscripción de convenio educativos, entre otros. La directora de la UGEL de Ilo es la Lic. María Dolores Huacho Huacho, tiene autoridad y facultad de adoptar decisiones resolutivas y administrativas de acuerdo con Ley en las instituciones educativas de los distritos Ilo, Pacocha y El Algarrobal.

4.3.5.6.7 Comisión de Usuarios de Agua del Sector Hidráulico de Ilo

Organización que busca el bienestar de los asociados, por medio del aprovechamiento del agua de forma racional y responsable para las actividades agrícolas. El uso de este recurso conlleva la responsabilidad de los asociados de realizar el pago de una tarifa anual, de acuerdo con el número de hectáreas agrícolas que serán beneficiados para el uso del agua o regadío. La comisión cuenta con un alrededor de 200 asociados. Esta comisión abarca a los agricultores del distrito El Algarrobal, Ilo y Pacocha. Como organización, la comisión busca apoyo en instituciones públicas para combatir los principales problemas que se presentan en el sector agrícola como la escasez del agua; también, esta comisión busca beneficiar al sector agrícola mediante la participación con instituciones que promueven el mejoramiento del sembrío de los cultivos.

4.3.5.6.8 Oficina Agraria de Ilo

Esta oficina constituye una dependencia de la Agencia Agraria Mariscal Nieto el cual pertenece a la Dirección Regional Agraria Moquegua. Las funciones principales asesorar a los productores agrícolas en el cumplimiento de los trámites o solicitudes que quieran realizar a la Dirección Regional Agraria de Moquegua, así también, brinda el asesoramiento técnico a los agricultores en la producción de sus cultivos y facilita e integra información para la gestión de los productores agrarios organizados. El encargado actual de la Oficina Agraria de Ilo es el Técnico Melitón Ccaso Mamani. Esta oficina comprende a todos los distritos de la provincia de Ilo (El Algarrobal, Ilo y Pacocha).

4.3.5.6.9 Organizaciones sociales de base

Entre ellos se encuentran un (1) comedor popular y un (1) comité de vaso de leche. El comedor popular tiene como objetivo brindar apoyo social mediante la entrega de comida a la población con escasos recursos, especialmente a la población en extrema pobreza. El nombre completo de la organización es Comedor Popular Chiribaya de Santa Rosa, cuya presidenta es la señora Lourdes Mamani Maquera, el número de asociados suma un total de 22, los cuales ellos y los miembros de su hogar resultan beneficiados del apoyo que brinda el comedor popular del distrito, lo que asciende a un alrededor de 60 afiliados.

Cabe señalar que, si bien la ubicación del comedor popular se encuentra en el distrito El Algarrobal,

aún no se ha regularizado el traslado formal del comedor como organización de base de la jurisdicción de la Municipalidad Distrital El Algarrobal, por lo que hasta la fecha no reciben apoyo del municipio. El comedor popular viene funcionando desde el año 2014, con apoyo inicial de la Municipalidad Provincial de Ilo.

El Vaso de Leche es un programa social que tiene como objetivo proveer de alimentación diaria a la población vulnerable (madres gestantes, niños y ancianos), con el fin elevar el nivel nutricional de sus beneficiarios. Actualmente, la presidenta del vaso de leche es la señora Maribel Huarca. Esta organización de base viene funcionando hace 04 años en el distrito.

4.3.5.7 Cultura

Desde la época preincaica se desarrollaron en Ilo y en El Algarrobal actividades económicas y sociales de la Cultura Chiribaya entre los años 800 y 1400 d.C., donde hasta la actualidad se registran algunos núcleos arqueológicos desde la desembocadura del río Osmore hasta 50 km aguas arriba, de las cuales destaca las tumbas de Chiribaya en San Jerónimo; plazas, cementerio y centro ceremonial en Chiribaya Alto; y, plazas, terrazas y cementerios en El Algodonal.³⁰

Al respecto, el Museo Municipal Chiribaya situado en el sector Valle El Algarrobal, presenta en sus salas de exhibición los restos arqueológicos de la cultura Chiribaya como cerámicas, instrumentos domésticos, contextos funerarios, restos de arqueobotánica, entre otros. También, el museo presenta salas especiales condicionadas para la exhibición de momias.³¹

En la época del virreinal y la época republicana también se presentaron formas visibles de actividades humanas, donde se registran haciendas como la Hacienda Chiribaya, en el que nació el Mariscal Domingo Nieto Márquez, reconocido personaje peruano por la participación en diversos combates por la independencia del Perú y en batallas por la defensa de la Constitución. Además, por tales hazañas, este personaje es considerado como un héroe histórico que forma parte de la identidad cultural de la región Moquegua.

También, destacan otras haciendas que evidencian técnicas incipientes de producción de los derivados del olivo, como las haciendas La Compañía y Chaspayita, donde cada una presenta un (1) molino antiguo de piedra que fue utilizado para la producción de aceite de olivo.

Años más adelante, mediante Ley N.º 18298, se crea el distrito El Algarrobal en 1970 durante el gobierno del General Juan Velasco Alvarado. Mediante este decreto se creó la provincia de Ilo y sus distritos.

En cuanto al patrimonio cultural inmaterial, el distrito presenta festividades asociadas a aniversarios y fiestas religiosas en honor a santos patrones, los cuales son celebrados anualmente:

³⁰ Plan de Desarrollo Local El Algarrobal al 2030. (pág. 61 - 65)

³¹ Portal del Centro Mallqui del Instituto de Bioarqueología del Perú. Consultado el 01.12.2020, en: <http://www.centromallqui.pe/ilo/museochiribaya.html>

Cuadro 4.3-26 Festividades religiosas en distrito El Algarrobal

Festividad	Día
Aniversario de la creación política del distrito El Algarrobal	26 mayo
Día de San Isidro Labrador	2da semana de mayo
Festival del Olivo	4ta semana de setiembre
Día de Santa Rosa	30 de agosto

Fuente: Plan de Desarrollo El Algarrobal al 2030. Entrevista a los actores, JCI 2020.

Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.8 Territorio y recursos naturales

4.3.5.8.1 Usos de la tierra en el ámbito del distrito

Es importante recalcar que, el ámbito distrital del Área de Influencia del proyecto resulta atractivo para población joven migrante que se ha establecido en algún lugar de la zona urbana del distrito, a través de la posesión o invasión, con la finalidad de adquirir un predio para uso de vivienda.

En cuanto a las zonas rurales del distrito, se registra varios poblados con fundos/minifundios o parcelas agrícolas a lo largo del valle El Algarrobal. Estas áreas comprenden algunas viviendas (entre 1 y 3 viviendas) que, según información de las entrevistas a los representantes, algunas son utilizadas como estancias por las familias o los peones contratados que realizan las actividades agrícolas en el lugar, también hay algunos poblados con viviendas aparentemente abandonadas o sin ocupación presente. De acuerdo con información obtenida de las entrevistas, algunas familias propietarias de los fundos/minifundios o parcelas agrícolas generalmente no viven en el distrito, la mayoría vive en el distrito de Ilo.

4.3.5.8.2 Uso de los recursos naturales

El consumo del agua potable tiene proviene de la línea de captación de pasto grande, en el río Osmore, ubicado en el fundo Canuto del distrito. Este recurso hídrico es potabilizado a través de una planta de tratamiento ubicada en la Pampa Inalámbrica dentro del distrito El Algarrobal, el cual suministra la demanda de su población.

Los terrenos dirigidos al desarrollo de la agricultura, principal actividad en el ámbito distrital del área de influencia, son irrigados a través de canales de regadío por gravedad, el cual tiene como fuente única al río Osmore.

4.3.5.9 Economía

4.3.5.9.1 Población económicamente activa

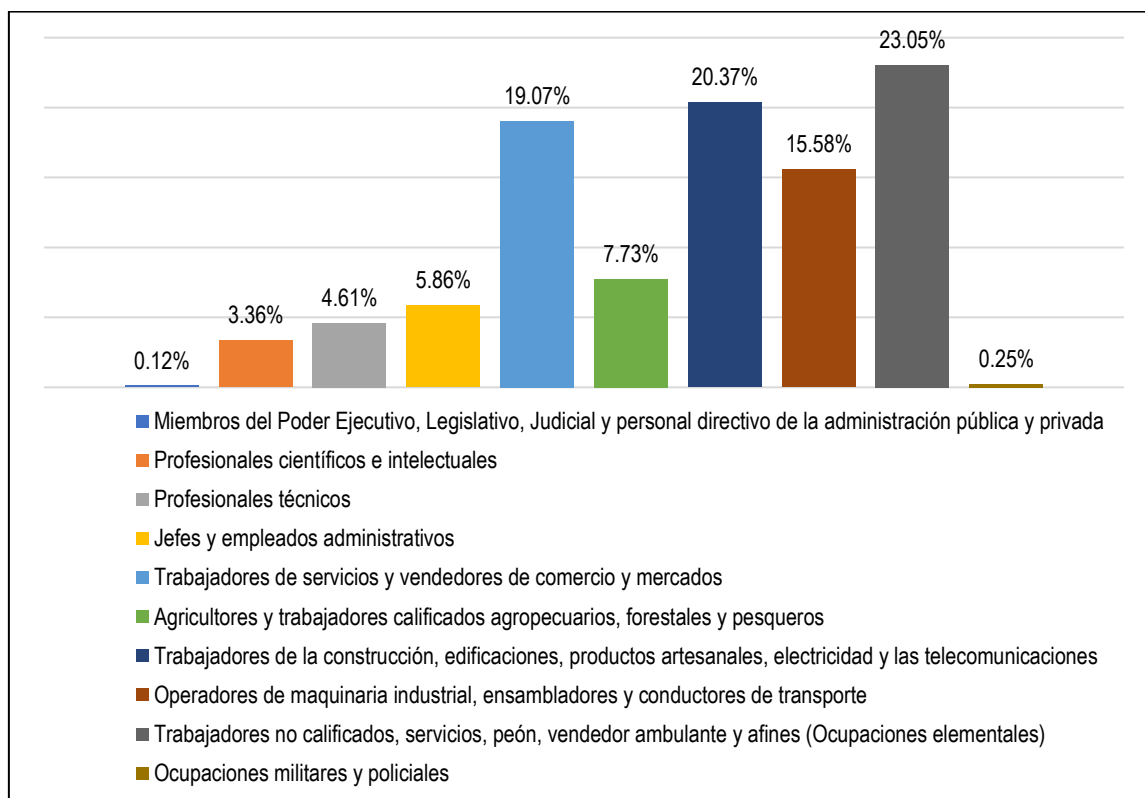
La población en edad de trabajar (PET), es aquella población de 14 años a más. En el ámbito geográfico distrital del Área de Influencia existe un total 2 542 habitantes que pertenece a la PET.

La PET comprende a la Población Económicamente Activa (PEA), el cual abarca 1721 habitantes, que se subdivide a su vez en dos (2) grupos: PEA Ocupada que representa a la población de 14 a más años que cuenta con un empleo, por el cual recibe o no una remuneración (93.26 %), y la

PEA Desocupada (6.74 %), aquella que se encuentra en la búsqueda activa de obtener un trabajo. Por otro lado, la No PEA, la compone el porcentaje de PET que no trabaja y no se encuentra en la búsqueda de algún empleo, pero desarrolla otro tipo de actividades, forman parte de este sector: amas de casa, estudiantes, jubilados, etc.

En el área de influencia la semana previa a la ejecución del Censo Nacional 2017, el 23.05 % de la PEA Ocupada indicó que se dedicaba principalmente a ocupaciones elementales (370 personas), mientras que el 20.37 % (327 personas) eran trabajadores de la construcción, edificaciones, productos artesanales, electricidad y telecomunicaciones, y un 19.07 % representa a los trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados. Las personas dedicadas a la agricultura y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros representan el 7.73 %, equivalente 124 personas, del total de la PEA Ocupada.

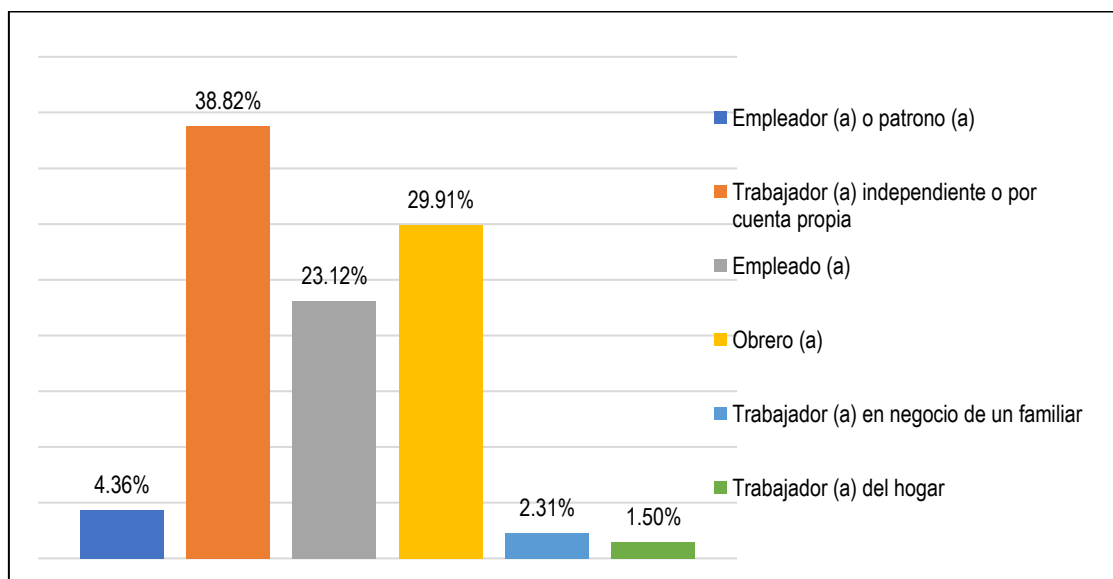
Gráfico 4.3-4 Ocupación de la PEA Ocupada en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017



Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
Elaboración: JCI, 2020.

Por otro lado, el 38.82 % de la PEA en el distrito de El Algarrobal se desempeñó en su centro de labores como independiente o por cuenta propia, la semana previa a la ejecución del Censo, el 29.91 % trabajo como obrero y un representativo 23.12 %, trabaja como empleado. Estos resultados encuentran sustento, en los altos índices porcentuales de personal local y/o migrante que desempeña labores en la construcción, actividades comerciales al por menor e independientes en actividades agrícolas.

Gráfico 4.3-5 Categoría de ocupación de la PEA Ocupada en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2017



Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.

Elaboración: JCI, 2020.

La actividad económica más practicada por la PEA Ocupada es el comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículo automotores y motocicletas (18.82 %), con predominancia en la actividad comercial al por menor, equivalente a 244 personas; le sigue en términos porcentuales la construcción (18.63 %) y las actividades de transporte y almacenamiento (16.70 %). Otra actividad que capta una importante cantidad de la PEA ocupada es el sector agrícola, ganadería, silvicultura y pesca (10.59 %), es decir 170 personas.

Cuadro 4.3-27 Actividad económica de la PEA Ocupada en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017

N.º	Actividad económica	Casos	%
1	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	170	10.59
2	Explotación de minas y canteras	6	0.37
3	Industrias manufactureras	112	6.98
4	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	1	0.06
5	Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación	3	0.19
6	Construcción	299	18.63
7	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	302	18.82
7.a	Venta mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas	42	13.91
7.b	Comercio al por mayor	16	5.30
7.c	Comercio al por menor	244	80.79
11	Transporte y almacenamiento	268	16.70

Cuadro 4.3-27 Actividad económica de la PEA Ocupada en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia, 2017

N.º	Actividad económica	Casos	%
12	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	149	9.28
13	Información y comunicaciones	3	0.19
14	Actividades financieras y de seguros	9	0.56
15	Actividades profesionales, científicas y técnicas	55	3.43
16	Actividades de servicios administrativos y de apoyo	34	2.12
17	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	57	3.55
18	Enseñanza	38	2.37
19	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	23	1.43
20	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	8	0.50
21	Otras actividades de servicios	44	2.74
22	Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio	24	1.50
23	Total	1 605	100.00

Fuente: Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
 Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.9.2 Actividades económicas

A. Agricultura

La producción agrícola es la principal actividad económica del distrito El Algarrobal, esta actividad se desarrolla a lo largo del valle del río Osmore. En el año 2019, el distrito registró una superficie de 361.45 ha de unidades agropecuarias, de los cuales gran parte de este territorio fue aprovechado para el cultivo agrícola permanente y transitorio.

Entre los cultivos permanentes destacan productos como el olivo, con una producción de 285.9 toneladas (t), representando el 92.61 % de la producción de este cultivo tanto a nivel provincial como departamental. Este cultivo es considerado como un producto agrícola importante en el distrito, por su calidad reconocida y por su potencialidad agroindustrial.

Asimismo, se han identificado terrenos agrícolas en el Área de Influencia del Proyecto, los cuales pertenecerían al fundo Chaparreoño,³² con cultivos de olivo, de acuerdo con lo registrado en el Mapa LBF-08: Mapa de uso actual de tierras del Capítulo 4.1 Línea Base Física.

Otro cultivo permanente que destaca en el distrito El Algarrobal es la alfalfa, la cual representa el 100 % de la producción anual a nivel de la provincia de Ilo (282.0 t) pero con una representación del 0.05 % a nivel regional. Cabe señalar que, la alfalfa es el producto agrícola más importante de la región Moquegua, por lo que su producción resalta a nivel nacional; además, en el año 2017 la región presentó una producción promedio de 49.7 TM/ha de alfalfa, superando al promedio

³² Informe del Estudio de Diagnóstico Técnico Catastral para el Proyecto "LT Hanaq Pampa" (2019). Engie Energía Perú S.A.

nacional (37.7 TM/ha).³³

En cuanto a los cultivos transitorios, destacan el maíz chala (101.6 t), tomate (77.8 t) y zapallo (15.3 t), todas representando el 100.00 % de la producción provincial respecto a cada cultivo, mientras que a nivel departamental representan el 2.62 %, 59.48 % y 2.23 %, respectivamente, de la producción del año 2019.

Cuadro 4.3-28 Producción agrícola anual en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2019

Producto agrícola	SUP. COS. Ha	RENDTO. kg/ha	PRODUC. t	PRECIO S/. x kg	PRODUC. t Prov. Ilo	PRODUC. t Dpto. Moquegua
Alfalfa	4	70 503	282.0	0.15	282.0	622 962.8
Guayabo	1	7 330	7.3	2.25	7.3	38.2
Higuera	1	5 640	5.6	3.00	5.6	96.8
Lúcumo	2	4 595	9.2	4.25	9.2	127.8
Melocotonero	2	6 380	12.8	3.70	12.8	163.8
Naranja	2	4 390	8.8	2.30	8.8	78.1
Olivo	156	1 833	285.9	2.15	308.7	308.7
Pacae	1	6 480	6.5	2.00	6.5	110.2
Palto	1	3 220	3.2	3.80	3.2	7 629.4
Vid	5	1 352	6.8	2.50	6.8	6 623.2
Tomate	3	25 928	77.8	0.99	77.8	130.8
Zapallo	1	15 310	15.3	1.25	15.3	686.6
Papa	1	18 350	18.4	0.85	18.4	6 953.3
Maíz chala*	2	50 800	101.6	0.06	101.6	3 874.2
Plátano	2	4 299	8.6	1.01	8.6	8.6

(*) Subgrupo Forrajes

Fuente: Anuario Estadístico Agropecuario 2019. Gerencia Regional de Agricultura del GORE Moquegua.

Elaboración: JCI, 2020.

B. Producción agroindustrial

La producción del olivo ha permitido desarrollar en el distrito una producción agroindustrial de sus derivados como el aceite de oliva y las aceitunas; sin embargo, la escasez de agua, el bajo riego tecnificado³⁴, junto con los volúmenes productivos aún reducidos generan una gran desventaja en el productor para poder ingresar en competencia al mercado nacional y, con mayor desventaja, al mercado internacional.

Según el registro del Anuario Estadístico Agropecuario 2019 de la región Moquegua, el distrito El Algarrobal comprende algunas empresas agroindustriales dedicadas a la producción de derivados de la aceituna (aceite de olivo variedad blanca y negra) como son la Empresa Agroindustria

³³ Caracterización del Departamento Moquegua, Banco Central Reserva del Perú. Consultado el 10.12.2020, en <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Arequipa/moquegua-caracterizacion.pdf>

³⁴ De acuerdo con las entrevistas a los actores, más del 90 % del riego en las zonas agrícolas es por gravedad, lo que genera limitaciones para lograr usar el recurso del agua eficientemente.

Olivícola Ilo y la Empresa de Aceitunas Ilo.³⁵

De acuerdo con la entrevista al representante de la Comisión de Usuarios del Sector Hidráulico de Ilo, los árboles de olivos provienen de España, con antigüedad alrededor de 400 años, estos árboles son cuidadosamente trabajados evitando así la contaminación de plagas. El cultivo es permanente y presenta una producción anual.

El derivado más importante es la aceituna negra, considerada como un producto bandera del distrito, el costo de las aceitunas por kilogramo varía entre S/ 4.00 y S/ 12.00 de acuerdo con el proceso y cuidado de su producción, donde la aceituna orgánica alcanza el costo más alto (S/ 12.00).

La venta está dirigida principalmente al mercado local, también el producto llega a mercados de la región de Moquegua y algunos mercados de la región Arequipa y Tacna. Además, se ha dado casos de ventas a compradores que llevan el producto al mercado chileno, pero es una venta donde el comprador pone su propia marca y lo (re)vende como tal a otros mercados.

También existe la producción vitivinícola un rubro potencial en el distrito, considerando que el pisco peruano conserva prestigio en el mercado internacional; sin embargo, la producción a nivel distrital, provincial y regional es limitada si comparamos con la producción que presenta otros departamentos del país.

C. Pecuaria

El distrito El Algarrobal, al contar con alto rendimiento en productos agrícolas como la alfalfa, puede utilizar los recursos de forraje para la crianza de cuyes, así como el ganado ovino y caprino, cuya población pecuaria estimada al año 2019 fue de 597, 258 y 125 unidades, respectivamente.

Además, en el distrito existe una predominancia en la crianza de porcinos (2325 unidades) representando casi la mitad de la población pecuaria a nivel provincial (13 879 unidades). Parecida situación se presenta con la crianza de aves en el distrito (528 unidades) el cual representa un poco menos de la mitad que a nivel provincia (1127 unidades) aunque en una fracción significativamente menor que el nivel departamental (30 046 unidades). La crianza de animales permite el aprovechamiento de sus derivados los cuales tiene como destino principal el mercado local y otros distritos y provincias cercanas.

Cuadro 4.3-29 Producción agrícola en el ámbito geográfico del distrito del área de influencia, 2019

Especie	Dist. El Algarrobal	Prov. Ilo	Dpto. Moquegua
Vacunos	33	41	24 369
Ovino	258	342	32 838
Porcinos	2 325	4 739	13 879
Caprinos	125	168	6 042
Alpacas	0	0	133 025
Llamas	0	0	33 287
Aves	528	1 127	30 046
Cuyes	597	891	96 048
Equinos	21	21	4 787

Fuente: Anuario Estadístico Agropecuario 2019. Gerencia Regional de Agricultura del GORE Moquegua.
Elaboración: JCI, 2020.

³⁵ Anuario Estadístico Agropecuario 2019. Gerencia Regional de Agricultura del GORE Moquegua. (pág. 182)

D. Comercio

La acogida de los productos agropecuarios y derivados del ámbito geográfico del Área de Influencia tiene como destino principal el mercado local, el cual se encuentra en la zona urbana del sector Pampa Inalámbrica. Según información proporcionada en las entrevistas, en el presente año se ha instalado una feria en la vía pública, donde se ofrece diversos productos al por menor para el consumo familiar, generando aglomeración de personas que acuden al lugar para adquirir estos productos.

Como se mencionó anteriormente, algunos productos agropecuarios son vendidos a los mercados de distritos cercanos a El Algarrobal, principalmente al distrito de Ilo en los diversos mercados que comprende, como el mercado Miramar, mercado Ciudad Nueva, feria de Ilo, entre otros. En el caso de la venta de la aceituna, esta presenta diversos destinos con alcance a los mercados de Arequipa y Tacna, y en algunos casos al mercado chileno.

El costo de las aceitunas por kilogramo en el mercado local varía entre S/ 4.00 y S/ 12.00, de acuerdo con el proceso y cuidado de su producción, si se realiza la compra en la zona valle el precio de la aceituna se puede encontrar desde los S/ 3.00.

4.3.5.10 Pobreza y desarrollo

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), es un indicador basado en información estadística oficial del país. Este indicador clasifica a la población en cuatro niveles de desarrollo, que van de cero a uno, siendo los siguientes: Muy alto (0.793 a 0.943), alto (0.698 a 0.783), medio (0.522 a 0.698) y bajo (0.286 a 0.510).

El IDH cuenta con los siguientes indicadores básicos:

- La longevidad o esperanza de vida al nacer.
- El nivel de alfabetización en los adultos y el promedio de años de escolaridad.
- El Nivel de Vida o ingreso familiar per cápita.

Es así como se ha registrado que la esperanza de vida al nacer en el distrito El Algarrobal es de 80.93 años en el año 2017. Asimismo, el 65.53 % de la población cuenta con educación secundaria completa, esto significa 8.59 puntos porcentuales por debajo del nivel provincial.

La población mayor de 25 años, en promedio, ha logrado estudiar 9.33 años en el sistema educativo del país, lo que representaría que no concluyeron el nivel de educación básica secundaria, teniendo en cuenta el promedio de catorce (14) años de estudio que comprende la culminación de la etapa escolar en el Perú.

En el distrito de El Algarrobal el ingreso per cápita es de S/ 974.92 al mes siendo menor en comparación con el nivel provincial, S/ 1 077.41 al mes.

De esta manera, el cálculo del IDH coloca a la población del área de influencia a un nivel medio de desarrollo al alcanzar el 0.5940 de IDH en una proporción que la provincia de Ilo (IDH de 0.6378) pero dentro del mismo nivel.

Por otro lado, en el área de influencia, el 58.5 presenta al menos una Necesidad Básica Insatisfecha (NBI) y el 7.4 % de hogares presenta 2 o más NBI.

Cuadro 4.3-30 Necesidades Básicas Insatisfechas en el ámbito geográfico del distrito del Área de Influencia

Distrito	Hogares con NBI	
	Hogares con al menos una NBI	Hogares con 2 a más NBI
El Algarrobal	58.5 %	7.4 %

Fuente: Sistema de Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), 1993, 2007 y 2017.

Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.11 Problemática social

La problemática social entorno al ámbito distrital del Área de Influencia del Proyecto se caracteriza por los siguientes temas:

Expansión urbana³⁶ no planificada

En los últimos años, el distrito El Algarrobal ha presenciado la expansión del uso del suelo urbano en la zona oeste en su territorio. Esto se debió a los altos flujos migratorios hacia el distrito por parte de la población joven y adulta, motivados principalmente por la oportunidad de posesionar predios para la construcción de las viviendas.

Sin embargo, el rápido crecimiento poblacional, ha generado la formación de asentamientos poblacionales no planificados, donde las viviendas construidas se realizaron de forma improvisada, sin licencia de construcción.

Limitado acceso a los servicios básicos

En la actualidad, las áreas recientemente asentadas en el distrito no cuentan con servicios adecuados en las viviendas. Algunos hogares acceden al servicio del agua por medio de piletas públicas con horario restringido, otros hogares acceden al recurso por la distribución de cambiones cisternas. Asimismo, ninguna vivienda cuenta con el servicio de alcantarillado, por lo que eliminan sus excretas en silos, muchos de ellos instalados sin asesoramiento técnico. Esta situación genera un constante riesgo de salubridad en la población, afectando principalmente a la población infantil, adultos mayores y madres gestantes.

Limitado acceso a los servicios sociales

Como consecuencia del acelerado crecimiento urbano, actualmente los servicios educativos y de salud presentan grandes limitaciones para poder atender las demandas de la población.

• Servicio de Salud

En cuanto al servicio de salud, el distrito El Algarrobal solo cuenta con una (1) posta médica de categoría I-1 de primer nivel de atención, el cual en el año 2015 la población asignada fue de 320 habitantes³⁷; sin embargo, en el año 2017, el último Censo Nacional registró un total de 3724 personas censadas en el distrito, por lo que se comprende que el número actual de la población sobrepasa significativamente la capacidad de atención del puesto de salud. De acuerdo con las entrevistas realizadas a los actores, el puesto presenta deficiencias y limitaciones para cubrir la demanda de atención de la población, las horas de atención diaria de la posta es insuficiente por

³⁶ Es el fenómeno de propagación de una ciudad y sus barrios hacia la tierra rural en la periferia de una zona urbana. Barreda, José y Ramírez-Corzo, Daniel. «Lima: Consolidación y expansión de una ciudad popular». En: DESCO - Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo, ed. Perú Hoy. Las ciudades en el Perú. Lima: DESCO, 2004.

³⁷ Plan de Desarrollo Local El Algarrobal al 2030. (Pág. 48)

lo que se han dado situaciones que la población no ha podido alcanzar atención, acudiendo a otros establecimientos de salud del distrito Ilo, y otros realizan la automedicación en farmacias.

Además, los entrevistados señalan que el puesto de salud presenta deficiencias en la infraestructura instalada en el sector Pampa Inalámbrica, donde la atención a la población se realiza dentro de contenedores y/o en ambientes con paredes de drywall.

- Centros educativos

Otras de las problemáticas percibidas de la población es la falta de servicios de educación básica de nivel secundario y de nivel superior, por lo que la población adolescente y joven debe trasladarse a otros distritos para continuar con sus estudios, lo que ocasiona en muchos casos migración temporal o permanente de este grupo de población. Cabe señalar que, para el traslado a otros ámbitos geográficos, los jóvenes deben asumir gastos adicionales de movilidad y/o estadía por lo que las familias pobres presentan limitaciones económicas para asumir tales gastos.

Enfermedades en la población

Respecto a la problemática de la salud de la población, se evidencia que, en las zonas de mayor concentración de viviendas, las calles urbanas no cuentan con asfalto por lo que el traslado de vehículos en las vías genera el levantamiento de polvo, siendo los más perjudicados la población infantil y los adultos mayores que viven en la zona; a este problema, sumamos la falta de instalación adecuada de los servicios básicos, trayendo como consecuencia enfermedades como afecciones pulmonares, sarpullidos, infecciones gastrointestinales, entre otros. Además, algunos actores entrevistados señalan la presencia de enfermedades de los niños como la desnutrición y/o casos de contagio del TBC.

Violencia familiar

De acuerdo con las entrevistas realizadas, en el distrito existen casos de personas que son víctima de la violencia dentro de su familia, donde las mujeres presentaron mayor vulnerabilidad frente a este tipo de violencia generado en la mayoría de los casos por sus propias parejas. Estos casos son denunciados en la comisaría del distrito y atendidos por el Juez de Paz.

También, se presentan casos de abandono de hogar por parte del jefe de familia, desentendiéndose de sus obligaciones (gastos, protección, entre otros) en el hogar. Frente a esta situación quedan afectados principalmente los niños, ancianos, madres embarazadas o la pareja en pobreza y pobreza extrema.

Riesgo de inundaciones

En temporada de lluvias existe el riesgo de aumento del cauce del río Osmore, lo que puede ocasionar desbordes o inundaciones, afectando las vías cercanas al río y las zonas agrícolas colindantes. Por lo que los actores entrevistados asociados a las actividades agrícolas señalan la necesidad de construir una defensa riverañá a lo largo del valle El Algarrobal.

Cuadro 4.3-31 Problemática percibida de los actores entrevistados

N.º	Nombre de la organización	Nombre del entrevistado	Problemática percibida
1	Juez de Paz	Orlando Vela Ramos	- Problemas de abandono de hogar, descuido en pasar alimentación en los hogares. - Maltrato y violencia familiar, especialmente a la mujer.
2	Subprefectura	Isidro Cutipa Mamani	- Se está incrementando la población, existen problemas de invasión en la zona. - El puesto de salud no abastece las necesidades de la población. - Déficit de servicios básicos.
3	Vaso de leche	Maribel Huarca Perca	- Déficit de servicios básicos. - Muchos niños del Algarrobal tienen desnutrición y TBC.
4	Asociación Santa Rosa (Promuvi I)	Simón Quispe Nina	- Servicios básicos provisionales insuficientes / déficit de servicios básicos. - La construcción de la posta está en material de prefabricado, no es adecuada.
5	Oficina Agraria de Ilo	Melitón Ccaso Mamani	- Falta de defensas riverieñas en el valle. - El problema para los agricultores es una plaga Orthezia que tenemos hace 40 años, ataca directamente al olivo, produce muy poco el olivo. - Falta de riego tecnificado.
6	I.E. 43130 primario	Ana María Bustamante Soto	- Nos falta internet. - El problema es la distancia de Santa Rosa hasta el colegio (ubicado en el valle), se requiere contar con una movilidad para los niños.
7	Comisión de Usuarios de Agua del Sector Hidráulico de Ilo	Miguel Laura Vargas	- Falta una defensa riverieña, hacer un buen encause del río, para evitar dificultades de tránsito en la carretera, en temporadas de lluvia.
8	PNP Comisaría El Algarrobal	Roger Armando Puma Huanca	- El distrito no cuenta con alumbrado público, las calles son oscuras.
9	UGEL de Ilo	María Dolores Huacho Huacho	- La educación fue el sector más golpeado, tenemos mucha dificultad en la conectividad de internet. - Por el contexto del COVID, algunos niños dejaron de estudiar por falta de acceso a las

Cuadro 4.3-31 Problemática percibida de los actores entrevistados

N.º	Nombre de la organización	Nombre del entrevistado	Problemática percibida
			herramientas informáticas, esperan que sus padres le presten sus celulares para que se conecten al internet. - El traslado de los niños a los centros educativos del valle tiene una distancia muy larga. - Los niños de primaria tienen mucho problema, el sexto grado de primaria tiene muchas limitaciones, se pide reforzar a los alumnos en el primer grado de secundaria.
10	Comedor Popular Chiribaya Santa Rosa	Lourdes Mamani Maquera	- Existen personas con el TBC. - El estado de la carretera es malo, el costo del taxi se incrementa. - El servicio del puesto de salud es pésimo, no abastece las necesidades de la población.
11	Puesto de Salud El Algarrobal	Andrea Machicao Sánchez	- Deficiencia en la infraestructura del puesto de salud. Se requiere más apoyo al puesto de salud. - El distrito crece (población), la falta de asfalto en las vías y la falta de servicios básicos pueden generar enfermedades e infecciones en la población. - Falta de servicios adecuados en la población

Fuente: Entrevistas realizadas a los actores entre el 28 de octubre hasta el 04 de diciembre. JCI, 2020.

Elaboración: JCI, 2020.

4.3.5.12 Percepciones

De acuerdo con las entrevistas realizadas, las autoridades de las instituciones locales presentaron una percepción favorable sobre el proyecto, siempre que pueda contribuir con el desarrollo de su localidad. Destaca las apreciaciones de que el proyecto no generará impactos negativos ambientales. Asimismo, existe la expectativa de que población local pueda recibir apoyo en el acceso de energía eléctrica, ya que todavía existe limitaciones en el servicio de alumbrado eléctrico en el distrito.

4.3.5.12.1 Conocimiento sobre el proyecto y la empresa Engie

Algunos actores tienen conocimiento de la empresa Engie, sin embargo, el conocimiento de algunos de ellos se limita a que es una empresa que brinda energía eléctrica. En cuanto al conocimiento respecto al proyecto Hanaq Pampa, la mayoría de los actores no escucharon o conocen sobre este tipo de proyecto y desconocen el trabajo que realiza la empresa Engie al respecto, por ello los actores consultados sugieren mayor información a la población. Esto aportaría a conocer más de la empresa, del proyecto y de los beneficios que podrían generar en el distrito.

4.3.5.12.2 Percepciones sobre el Proyecto

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los actores sociales, existe una percepción favorable sobre el proyecto, especialmente por la posibilidad de que el distrito El Algarrobal sea beneficiado por la generación de energía eléctrica. Asimismo, algunos actores presentaron expectativas de que el desarrollo del proyecto puede fomentar la contratación de personal local.

Además, destacan que el proyecto resulta novedoso por la implementación de tecnologías para el uso de recursos renovables sin afectar o generar contaminación en el ambiente.

Cuadro 4.3-32 Percepciones de los actores entrevistados sobre el proyecto

N.º	Nombre de la organización	Nombre del entrevistado	Conoce o escuchó sobre la empresa ENGIE	Escuchó sobre el Proyecto	Percepción sobre el proyecto
1	Juez de Paz	Orlando Vela Ramos	Sí	Sí	- Esperemos se ejecute y sea amigable con el medio ambiente. - Los beneficios que puede generar es la generación de trabajo y servicio de energía.
2	Subprefectura	Isidro Cutipa Mamani	Sí	No	- Primero tendría que ver. Esperemos que cuide el medio ambiente.
3	Vaso de Leche	Maribel Huarca Perca	No	No	- Sería bueno.
4	Asociación Santa Rosa (PROMUVI I)	Simón Quispe Nina	Sí	No	- Puede ser positivo para el valle El Algarrobal. Traerá menos contaminación en el ambiente.
5	Oficina Agraria de Ilo	Melitón Ccaso Mamani	Sí	No	- Me parece una alternativa saludable y está bien que aproveche la energía solar.
6	I.E. 43130 primario	Ana María Bustamante Soto	Sí	No	- Puede ser bueno para el pueblo y muy interesante. Que apoye a las necesidades del pueblo.
7	Comisión de Usuarios de Agua del Sector Hidráulico de Ilo	Miguel Laura Vargas	Sí	Sí	- Es lo mejor que puede hacer y va a generar puesto de trabajo, mejoraría la educación, mejoraría la salud.
8	PNP Comisaría El Algarrobal	Roger Armando Puma Huanca	Sí	No	- Si va a generar electricidad, es bueno ya que el distrito no cuenta con alumbrado
9	UGEL de Ilo	María Dolores Huacho Huacho	Sí	Sí	- Si se trabaja de la mano podemos lograr sostenibilidad en el distrito, siempre que no choque con los intereses de la población. Nos gustaría que generen trabajo para los pobladores, nos gustaría que escuchen a los líderes de la comunidad y podamos crecer todos.
10	Comedor Popular Chiribaya Santa Rosa	Lourdes Mamani Maquera	Sí	Sí	- Es lo mejor. Actualmente en el comedor no contamos con energía y sería muy bueno contar con ese apoyo.
11	Puesto de Salud El Algarrobal	Andrea Machicao Sánchez	No	No	- Novedoso para el Perú. Sería beneficioso que se implemente proyectos de energía renovable, beneficiaría a muchas personas.

Fuente: Entrevistas realizadas a los actores entre el 28 de octubre hasta el 04 de diciembre. JCI, 2020.

Elaboración: JCI, 2020.

Referencias bibliográficas

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA – INEI

- 2017 Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.
Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.
<https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- 2017 Resultados Definitivos de la Población Económicamente Activa. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
Consulta: 04 al 09 de noviembre de 2020
<http://censo2017.inei.gob.pe/publicaciones/>
- 2017 Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) 1993, 2007 y 2017.
Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1588/
- 2017 Directorio Nacional de Centros Poblados 2017.
Consulta: 04 al 09 de noviembre de 2020
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- 2007 Censo Nacional 2007 XI de Población y VI de Vivienda. INEI.
Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.
<http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>
- Revisión del Glosario de Términos del INEI
Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0944/glosario.pdf>
- 1993 Censo Nacional 1993 IX de Población y IV de Vivienda. INEI.
Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.
<http://censos.inei.gob.pe/bcoCuadros/CPV93Cuadros.htm>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN - MINEDU

- 2019 Mapa de Escuelas. Estadística de la Calidad Educativa – ESCALE. Lima: Ministerio de Educación – MINEDU.
Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.
<http://sigmed.minedu.gob.pe/mapaeducativo/>
- 2019 Padrón de Instituciones Educativas. Estadística de la Calidad Educativa – ESCALE. Lima: Ministerio de Educación – MINEDU.
Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.
<http://escale.minedu.gob.pe/web/inicio/padron-de-iiiee>

MINISTERIO DE SALUD

- 2019 Repositorio Único Nacional de Información en Salud. Lima: Ministerio de Salud – MINSA.
Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.
http://www.minsa.gob.pe/reunis/data/defunciones_registradas.asp
http://www.minsa.gob.pe/reunis/data/defunciones_causas_principales.asp
https://www.minsa.gob.pe/reunis/data/morbilidad_HIS.asp

2019 RENIPRESS. Superintendencia Nacional de Salud – SUSALUD. Ministerio de Salud – MINSA.

Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.

<http://app20.susalud.gob.pe:8080/registro-renipresswebapp/listadoEstablecimientosRegistrados.htm?action=mostrarBuscar#no-back-button>

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES

2013 Portal del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Consultado el 01.12.2020, en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_ferrocarriles/documentos/Mapa%20Ferrocarriles%20Peru_2013-A3.pdf

INSTITUTO DE BIOARQUEOLOGÍA DEL PERÚ

2020 Porta del Centro Mallqui - Museo de Chiribaya.

Consulta: 01 de diciembre de 2020.

<http://www.centromallqui.pe/ilo/museochiribaya.html>

BANCO CENTRAL RESERVA DEL PERÚ

Caracterización del Departamento Moquegua

Consulta: 10 de diciembre de 2020.

<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Arequipa/moquegua-caracterizacion.pdf>

DIRECCIÓN GENERAL PARLAMENTARIA

2019 Carpeta Georeferencial de la Región Moquegua - Perú (2019), Oficina de Gestión de la Información y Estadística

Consulta: 07 de diciembre de 2020.

<http://www.congreso.gob.pe/Docs/DGP/GestionInformacionEstadistica/files/i-18-moquegua.pdf>

MUNICIPALIDAD DISTRITAL EL ALGARROBAL

Plan de Desarrollo Local Concertado El Algarrobal al 2030

Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.

<https://munialgarrobal.gob.pe/index.php/download/pdc-plan-de-desarrollo-local-algarrobal-al-2030/>

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ILO

Plan de Desarrollo Local Concertado Ilo al 2030. Municipalidad Provincial de Ilo

Consulta: 01 al 10 de diciembre de 2020.

<http://www.mpi.gob.pe/images/PUBLICACIONES/PLAN-DE-DESARROLLO-LOCAL-ILO-AL-2030-VERSION-FINAL.pdf>