



MUNICIPALIDAD
**MARIANO
ROQUE
ALONSO**

PLAN LOCAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA

MUNICIPALIDAD DE MARIANO ROQUE ALONSO

Estrategias de **mitigación** y
adaptación al Cambio Climático

Un proyecto implementado por:

**FRIEDRICH
EBERT
STIFTUNG**



CEAMSO

Con el apoyo de:



UNIÓN EUROPEA

«Este material ha sido elaborado con el apoyo financiero de la Unión Europea. Su contenido es responsabilidad exclusiva de Proyecto Yvyjarýi y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea».

Ficha técnica

El siguiente trabajo fue realizado por:

Proyecto YVYJARÝI: Ciudadanía frente al Cambio Climático

Implementado por la Fundación Friedrich Ebert (FES) y el Centro de Estudios Ambientales y Sociales (CEAMSO), y cofinanciados con fondos de la Unión Europea.

Municipalidad de Mariano Roque Alonso, Central

Intendente: Carolina Aranda

Directora de la Dirección General de Gestión Ambiental: Ing. Amb. Magali Zelaya

Equipo de trabajo:

Proyecto Yvyjarýi

Coordinador: Lic. Isaac Buergo

Asesoría técnica: Ing. Natalia Guerrero

Colaboradores:

Lic. David Cordone

Johanna Ortega

Ing. José Enríquez

Con el apoyo de:

Red Argentina de Municipios Frente al Cambio Climático (RAMCC)

Coordinador/a de Proyectos Climáticos:

Ing. Emanuel Ayala/Ing. Jorgelina Gossio

Especialistas en Planes Locales de Acción Climática

Lic. Filippo Berdes

Ing. Mirley Hernández

Contenido

1. Resumen Ejecutivo	5
2. Introducción	6
3. Capítulo 1: El cambio climático y su contexto nacional e internacional	9
3.1. Gases de efecto invernadero y cambio climático	9
3.2. Estrategias ante el cambio climático: mitigación y adaptación	12
3.3. El contexto nacional en el marco del Acuerdo de París	12
3.4. El Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía, y el Marco Común de Reporte	13
3.5. Proyecto Yvyjaryi: Ciudadanía frente al cambio climático	15
4. Capítulo 2: El distrito de Mariano Roque Alonso	16
4.1. Perfil y descripción socio ambiental	18
4.1.1. Marco institucional y servicios	21
4.1.2. Aspecto social y actividades económicas	21
4.1.3. Clima	22
5. Capítulo 3: Plan Local de Acción Climática (PLAC): Mariano Roque Alonso	23
5.1. Mariano Roque Alonso y su visión	24
5.2. Estrategia de mitigación de gases de efecto invernadero	25
5.1.1. Inventario de GEI	25
5.1.2. Objetivo de reducción de emisiones de GEI	33
5.1.3. Acciones de mitigación al 2030	38
5.3. Estrategia de adaptación al año 2030	42
5.3.1. Evaluación de las amenazas	43
5.3.2. Evaluación de la vulnerabilidad, exposición e impactos	49
5.3.3. Evaluación de la capacidad de respuesta	62
5.3.4. Evaluación del riesgo	63
5.3.5. Mapa de riesgo de inundación de Mariano Roque Alonso	64
5.3.6. Meta de adaptación 2030	67
5.3.7. Acciones de adaptación 2030	67
5.4. Estrategia de Comunicación, Formación y Sensibilización 2030	70
5.5. Monitoreo, seguimiento y reporte del Plan de Acción Climática	70
4.5.1. Monitoreo, reporte y verificación (MRV) de la Estrategia de Mitigación	71
4.5.2. Monitoreo, reporte y verificación (MRV) de la Estrategia de adaptación	72
6. Referencias bibliográficas	73
7. Anexos	76
7.1. Anexo I	76

Índice de figuras

Figura 1. Representación gráfica del efecto invernadero. Fuente: IPCC	11
Figura 2. Mariano Roque Alonso, localización geográfica en el territorio paraguayo y en América del sur.	16
Figura 3. Mapa de ubicación geográfica de Mariano Roque Alonso.	17
Figura 4. Fuentes y límites de las emisiones de GEI de la ciudad	28
Figura 5. Distribución de las emisiones de CO ₂ equivalente (tn) por sector, en Mariano Roque Alonso. .	33
Figura 6. Emisiones al 2018 y escenario de emisiones al 2030 proyectado sin acciones (BAU) para Mariano Roque Alonso.....	37
Figura 7. Precipitación media mensual en Asunción (mm). Últimos 30 años.	44
Figura 8. Tendencia de la precipitación media anual (mm) en el período 1960-2012.....	44
Figura 9. Tendencia de la temperatura máxima media (°C) para el período 1960-2012.....	45
Figura 10. Proyección de precipitación anual según el modelo ETA. Escenario de emisiones RCP 8.5.	45
Figura 11. Proyección de temperatura media anual según el modelo ETA. Escenario de emisiones RCP 8.5.	46
Figura 12. Ecorregiones del Paraguay.....	47
Figura 13. Área de Inundación del río Paraguay, municipio Mariano Roque Alonso.	48
Figura 14. Área de inundación y barrios afectados del río Paraguay en MRA.	50
Figura 15. Elementos expuestos en el área de influencia de las inundaciones con Tiempo de Retorno de 100 años.....	51
Figura 16. Mapa de ubicación de puntos críticos verificados en Mariano Roque Alonso.	52
Figura 17. Elementos expuestos en ocho puntos críticos identificados donde ocurren las inundaciones localizadas.	54
Figura 18. Mapa de ubicación expansión de la mancha urbana.....	56
Figura 19. Proyecciones en número de casos. EDA, IRA y malaria.Escenario A2.	57
Figura 20. Proyecciones en número de casos. Dengue. Escenario A2 y B2	58
Figura 21. Mapa de pobreza para Mariano Roque Alonso.....	60
Figura 22. Mapa de riesgo de inundación, de acuerdo a datos de vulnerabilidad de Mariano Roque Alonso.	66

Índice de tablas

Tabla 1. Principales fuentes de emisión de cada GEI y con su respectivo Potencial de calentamiento global. Fuente:	10
Tabla 2. Emisiones totales por sector, alcance y marco de reporte – tCO ₂ e.....	30
Tabla 3. Emisiones totales por sector– tCO ₂ e.....	32
Tabla 4. Emisiones proyectadas al 2030 a nivel nacional de los sectores Energía, Residuos y Agricultura.	35
Tabla 5. Escenario de emisiones al 2030 para Mariano Roque Alonso.....	37
Tabla 6. Cota Hidrológica asociada al tiempo de retorno (Tr).	47
Tabla 7. Ubicación de los puntos críticos y detalle de la afectación.....	53
Tabla 8. Matriz de cambio de Suelo para Mariano Roque Alonso período 2010-2017.....	55
Tabla 9. Vulnerabilidad física, organizativa y económica de Mariano Roque Alonso.....	58
Tabla 10. Daños directos e indirectos de los eventos climáticos extremos.	61
Tabla 11. Priorización de los riesgos climáticos identificados.....	63
Tabla 12. Medidas de adaptación del Municipio Mariano Roque Alonso	67
Tabla 13. Medidas de reducción de la vulnerabilidad.....	68
Tabla 14. Causas y consecuencias de los impactos provocados por Eventos Climáticos Extremos.	76

1. Resumen Ejecutivo

El Plan Local de Acción Climática (PLAC) de una ciudad/municipio constituye una herramienta fundamental de análisis y planificación de políticas y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Las estrategias de adaptación al cambio climático parten de un análisis de los riesgos de la comunidad a los cambios en las variables climáticas y las proyecciones a largo plazo para la región. En base al análisis de los posibles impactos y teniendo en cuenta las características de la ciudad y/o región, se definen las medidas que permitan atenuar los daños o incluso beneficiarse de las oportunidades asociadas al cambio climático. Por su parte, la definición de una meta de mitigación es un pilar fundamental de los PLAC. Esta es generalmente expresada como un porcentaje de reducción respecto a las emisiones reales o proyectadas bajo un escenario tendencial en ausencia de implementación de acciones o BAU (*'business as usual'*) en un año específico. Para alcanzar esta meta, se definen diversas medidas de mitigación, acompañadas de los recursos necesarios para implementarlas y sus respectivos cronogramas. Ambas estrategias, mitigación y adaptación, integran el Plan de Acción frente al Cambio Climático hacia un mejoramiento ambiental, pero por sobre todo hacia una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

Mariano Roque Alonso (MRA), consciente de la problemática actual que los efectos negativos del cambio climático inciden en la calidad de vida de los ciudadanos, elaboró este primer PLAC con apoyo del Proyecto Yvyjarý y de la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC). El Inventario de gases de efecto invernadero (IGEI) brinda los resultados por fuentes de emisiones en MRA; demostrando que el principal sector emisor de GEI en MRA es el de "transporte", con 120.627,9 tCO₂ e (62,69%), seguido del sector "residuos" con 61.432,94 t CO₂ e (31,93% del total de emisiones de GEI en el Municipio).

En relación a la meta de reducción de emisiones de GEI, se define en al menos un 20% respecto al escenario BAU al 2030 (en línea con lo establecido en la Contribución Nacionalmente Determinada del Paraguay - NDC). Al respecto, en el año 2030, Mariano Roque Alonso tiene el compromiso de no emitir más de 205.213,03 tCO₂ e. Para el logro de este propósito, este PLAC identifica acciones concretas de mitigación de emisiones para el Municipio; asimismo, establece medidas y/o acciones específicas para reducir la vulnerabilidad y las amenazas identificadas en MRA; y, de esta forma incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático. El análisis de las amenazas consideró principalmente a las tendencias climáticas históricas y proyecciones futuras, así como de eventos climáticos extremos (inundaciones ribereñas y urbanas). Por su parte, para caracterizar la vulnerabilidad en el Municipio se realizaron análisis de: exposición e impactos de las inundaciones por desborde del río Paraguay, en la salud, vulnerabilidad física, organizativa y económica/social.

2. Introducción

Como contextualización, se afirma que, el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) constituyen gases de efecto invernadero de larga vida (GEILV); es decir, son químicamente estables y persisten en la atmósfera durante escalas de tiempo desde décadas hasta siglos o más, de modo que sus emisiones ejercen su influencia en el clima a largo plazo. Debido a su larga vida, estos gases se mezclan bien en la atmósfera, mucho más rápido de lo que se eliminan, incidiendo fuertemente en las variaciones climáticas y en consecuencia en la afectación de la calidad de vida y la seguridad alimentaria, como ser: incremento de la temperatura media, períodos de sequía e inundaciones inusuales, y, en consecuencia, otros innumerables daños. Debido a este hecho, actualmente, es necesario emprender acciones con el propósito de contribuir tanto a la reducción o mitigación de estas emisiones como a la adaptación a sus efectos negativos, partiendo del principio que múltiples acciones específicas contribuyen y suman para el logro del objetivo global.

En la actualidad existe un amplio consenso científico mundial, respecto al origen antrópico del cambio climático, como lo expresa el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC), en el quinto informe, donde afirman que “más allá de toda duda razonable, que el clima de la Tierra se está calentando. Desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios, el IPCC concluye con un 95% de certeza científica que el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, como resultado de la actividad humana, ha sido la causa dominante del calentamiento global. La ciencia actual proporciona la evidencia más clara hasta la fecha de que la actividad humana está cambiando nuestro clima” (IPCC, 2014)

Esta problemática constituye uno de los mayores retos globales para las ciudades, al constituir el núcleo de asentamientos humanos con atribuciones y funciones políticas, administrativas, económicas y religiosas, por lo tanto, una fuente de consumo de recursos, de energía y de generación de emisiones significativas y crecientes de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Considerando que, aproximadamente más de la mitad de la población mundial vive en centros urbanos, los cuales concentran más del 70% de las emisiones globales de CO_2 y casi dos tercios del consumo mundial de energía, es esencial abordar desde una perspectiva local el cambio climático (RAMCC, 2019).

Para hacer frente al cambio climático y a sus efectos, existen dos componentes o estrategias; primeramente, es necesario mitigar, o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) responsables del cambio climático. El segundo componente, implica acciones de adaptación al cambio climático, orientadas a limitar los impactos, reducir las vulnerabilidades e incrementar la resiliencia frente al cambio del clima de los sistemas humanos y naturales.

En línea con el primer componente y como parte del cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos través de los acuerdos firmados ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Paraguay tiene elaborado cinco Inventarios Nacionales de Gases de efecto Invernadero (INGEI) con años base 1990, 1994, 2000, 2011, y de la serie temporal 1990 – 2012; los cuales fueron presentados con la Primera, Segunda y Tercera Comunicación Nacional, así como en el Primer y Segundo Informe Bienal de Actualización sobre Cambio Climático del Paraguay. Estos INGEl permiten identificar las emisiones

históricas del país desde el año 1990, así cuantificar los sectores que presentan mayores emisiones, estimar la variación de las mismas a través del tiempo, con el propósito de constituir líneas base para la determinación de políticas y la implementación de medidas para la mitigación. En este contexto, el país dispone de una Estrategia de mitigación¹ y un Plan Nacional de mitigación al cambio climático y sus programas de acción (MADES, 2017), ambos vinculados al Plan Nacional de Desarrollo (PND 2030)² del Gobierno paraguayo (Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social, 2014).

Por su parte, y en relación al segundo componente que es la adaptación, los esfuerzos de previsión y acción para adaptar los sistemas productivos, los sistemas eco sistémicos y los servicios sociales, con el fin de lograr el bienestar de la población ante los efectos del Cambio Climático, están plasmados en la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MADES, 2015) y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MADES, 2017). Esta política, se originó con el propósito de apoyar a incrementar la capacidad de respuesta de la población y reducir la vulnerabilidad, aprovechando las oportunidades en línea con los objetivos de desarrollo del país, en cumplimiento con los acuerdos internacionales.

En sí, la mitigación y la adaptación son enfoques complementarios para reducir los riesgos de los impactos del cambio climático. Interactúan entre sí y reducen los riesgos a lo largo de distintas escalas temporales

De esta forma, los Planes Locales de Acción Climática (PLAC) de los Gobiernos de las ciudades se conciben como una herramienta fundamental de análisis y planificación de políticas y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Las estrategias de adaptación al cambio climático parten de un análisis de los riesgos de la comunidad a los cambios en las variables climáticas y las proyecciones a largo plazo para la región. Con base en el análisis de los potenciales impactos y teniendo en cuenta las características de la ciudad y/o región, se definen las medidas que permitan atenuar los daños o incluso beneficiarse de las oportunidades asociadas al cambio climático. Por su parte, la definición de una meta de mitigación es un pilar fundamental de los PLAC, que generalmente se expresa como un valor porcentual de reducción respecto a las emisiones reales o proyectadas bajo un escenario tendencial o BAU (por las siglas en inglés de: *business as usual*) en un año específico. Para alcanzar esta meta, se definen diversas medidas de mitigación, acompañadas de los recursos necesarios para implementarlas y sus respectivos cronogramas. Ambas estrategias, mitigación y adaptación, integran el Plan de Acción frente al Cambio Climático hacia un mejoramiento ambiental, pero por sobre todo hacia una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

En lo que concierne al Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía (GCoM, por sus siglas en inglés), el mismo representa la mayor alianza del mundo de ciudades y gobiernos locales con una visión compartida a largo plazo de promoción y apoyo de la acción voluntaria para combatir el cambio climático y avanzar hacia un futuro con bajas emisiones y resiliencia climática. Mediante el GCoM, las ciudades y los gobiernos locales se comprometen voluntariamente a

¹ Disponible en: <http://dncc.mades.gov.py/wp-content/uploads/2020/09/Estrategia-Nacional-de-Mitigaci%C3%B3n-al-Cambio-Climatico.pdf>

² Disponible en: <https://www.stp.gov.py/pnd/wp-content/uploads/2014/12/pnd2030.pdf>

Luchar contra el cambio climático, reflejando los compromisos que sus gobiernos nacionales han establecido para garantizar el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París.

Los gobiernos locales que forman parte del GCoM se comprometen a poner en marcha políticas y tomar medidas para: (i) reducir o limitar las emisiones de gases de efecto invernadero; (ii) prepararse para los efectos del cambio climático; (iii) aumentar el acceso a la energía sostenible; y (iv) realizar un seguimiento del progreso hacia estos objetivos (Global Covenant of Mayors for climate and energy, 2018).

Tomando en cuenta los lineamientos establecidos en el Plan de desarrollo municipal sustentable que desarrolló Mariano Roque Alonso; el Municipio reconoce al cambio climático como un problema de relevancia actual y un elemento clave de gran implicancia para lograr el desarrollo sostenible e incrementar la calidad de vida de la población. Para lo cual, tiene el empeño en apoyar desde la perspectiva local a los esfuerzos del país en cuanto a la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático, en línea con el Plan Nacional de Desarrollo 2030 (PND) y los compromisos asumidos internacionalmente. Al respecto, el PND reconoce que la variabilidad y el cambio climático no es sólo un problema ambiental, sino de “desarrollo”, siendo que sus impactos afectan en forma transversal y multisectorial, incluidos la agricultura, la salud, la producción de energía a partir de generación hidroeléctrica, el transporte, la explotación forestal y uso de la tierra y la gestión del agua.

3. Capítulo 1: El cambio climático y su contexto nacional e internacional

3.1. Gases de efecto invernadero y cambio climático

El sistema y los procesos que ocurren en la tierra no presentan un estado de equilibrio absoluto, y la historia del último milenio se ha analizado en función de los sucesivos cambios climáticos. Al respecto, “en el actual periodo interglaciar la temperatura de la superficie terrestre ha variado a corto plazo (1-100 años) y a largo plazo (100-1000 años) en respuesta a los factores externos, o a través de oscilaciones internas del sistema atmósfera-océano” (Fagan, 2008, citado por Pardos, 2010, p.16).

Cuellar et al. (2015) indican que, la energía procedente del sol constituye el motor que permite los principales fenómenos que tienen incidencia directa en el clima, esta energía se transmite en forma de radiación y al ser absorbida por la atmósfera y la superficie terrestre, se transforma en energía calorífica. Igualmente, los cuerpos que absorben radiación pueden emitirla en otro rango de frecuencia distinto al que la han recibido. Este flujo de radiación emitida por el sol y reflejada por la tierra está en equilibrio, y condiciona en gran medida el clima del planeta; produciéndose el desequilibrio cuando se altera la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, causando una absorción mayor de la radiación que emite la tierra y con ello, un incremento de la temperatura global. Por su parte, el Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2007), afirma que estos GEI constituyen el componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes, por lo tanto, esta propiedad da lugar al denominado efecto invernadero. La FAO (2003b), manifiesta que los GEI primarios de la atmósfera terrestre constituyen: el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el Ozono (O₃).

En la tabla siguiente, se presentan las principales fuentes de dichos gases y sus potenciales de calentamiento global.

Gas de Efecto Invernadero	Fuentes de Emisión	Potenciales de Calentamiento Global (GWP) ³
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Quema de combustibles fósiles y de biomasa. Deforestación. Reacciones químicas en procesos de manufactura.	1
Metano (CH ₄)	Descomposición anaeróbica (fermentación entérica del ganado,	21*, **

³ GWP: Global Warming Potential. Potenciales de calentamiento global a 100 años de vida media, según el 5to Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de expertos en Cambio Climático (AR5, IPCC).

	estiércol, rellenos sanitarios, cultivos de arroz). Escapes de gas en minas y pozos petroleros.	
Óxido Nitroso (N ₂ O)	Producción y uso de fertilizantes nitrogenados. Quema de combustibles fósiles.	310*, **
Hidrofluorocarbonos (HFCs)	Procesos de manufactura. Uso como refrigerantes.	140 -11.700**
Perfluorocarbonos (PFCs)	Producción de aluminio. Fabricación de semiconductores. Sustitutos de sustancias destructoras del ozono.	6.500 -9.200**
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	Producción y uso de equipos eléctricos. Fabricación de semiconductores. Producción de magnesio y aluminio.	23.900**

Tabla 1. Principales fuentes de emisión de cada GEI y con su respectivo Potencial de calentamiento global. Fuente: IPCC 2014. *Observación: estos valores fueron empleados en el INGEI del IBA 2 del Paraguay (MADES, 2018). ** estos valores varían y fueron actualizados posteriormente.

Estos gases tienen la particularidad de absorber calor que emite la Tierra, por lo cual ésta evita perder gran parte de dichas radiaciones hacia el espacio. Este fenómeno recibe el nombre de “efecto invernadero” y los gases con dicha propiedad se denominan gases efecto invernadero (GEIs). Se estima que un tercio de dicha energía regresa al espacio y el resto sirve para calentar la Tierra y como combustible del sistema climático. La presencia de los GEIs es indispensable para que existan las condiciones de vida actuales, por ejemplo, en ausencia de ellos, la temperatura media global de la atmósfera en la superficie terrestre descendería de 15°C a -18°C, siendo imposible la vida.

Mediciones de la concentración de los GEIs efectuadas a partir de la revolución industrial hasta nuestros días demuestran que éstos han aumentado significativamente por el incremento en el uso de los combustibles fósiles, la deforestación y el uso irracional de la tierra. La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado a partir de 1850 en un 0,3% por año. Evidentemente la quema de combustibles fósiles y naturales por parte del hombre en estos últimos 152 años ha sido la causa principal del aumento de los GEIs en la atmósfera. El dióxido de carbono aumentó un 30% y el metano más del doble, producto de la acción antrópica (Norverto, 2003).

Teniendo en cuenta el flujo global del carbono, este es reciclado entre la atmósfera y los océanos y la biosfera terrestre en forma de compuestos orgánicos e inorgánicos, mayoritariamente como dióxido de carbono (CO₂). El carbono incorporado a la atmósfera (flujo de carbono) es mayoritariamente procedente de la quema de combustibles fósiles y cementeras, y la absorción se realiza por los océanos y la biosfera terrestre, con una permanencia de la molécula de CO₂ en la atmósfera de 2,50 años (Schimel et al, 1996). Las cifras de intercambio tienen un cierto grado

de incertidumbre dadas las limitaciones inherentes a su determinación y a la variación en los intercambios entre la atmósfera y los océanos y la biosfera terrestre en respuesta a variaciones climáticas.

El flujo de carbono de la superficie terrestre con la atmósfera es algo mayor que con los océanos; y representa el 90% del flujo anual entre la atmósfera y la Tierra, de ahí el papel primordial que los ecosistemas terrestres, especialmente los bosques, desempeñan en el ciclo de carbono (Pardos, 2010).

La figura 1 ilustra el efecto denominado como “invernadero”, simulando el proceso que ocurre en este recinto cerrado, cubierto y acondicionado para mantener una temperatura regular que protege las plantas.

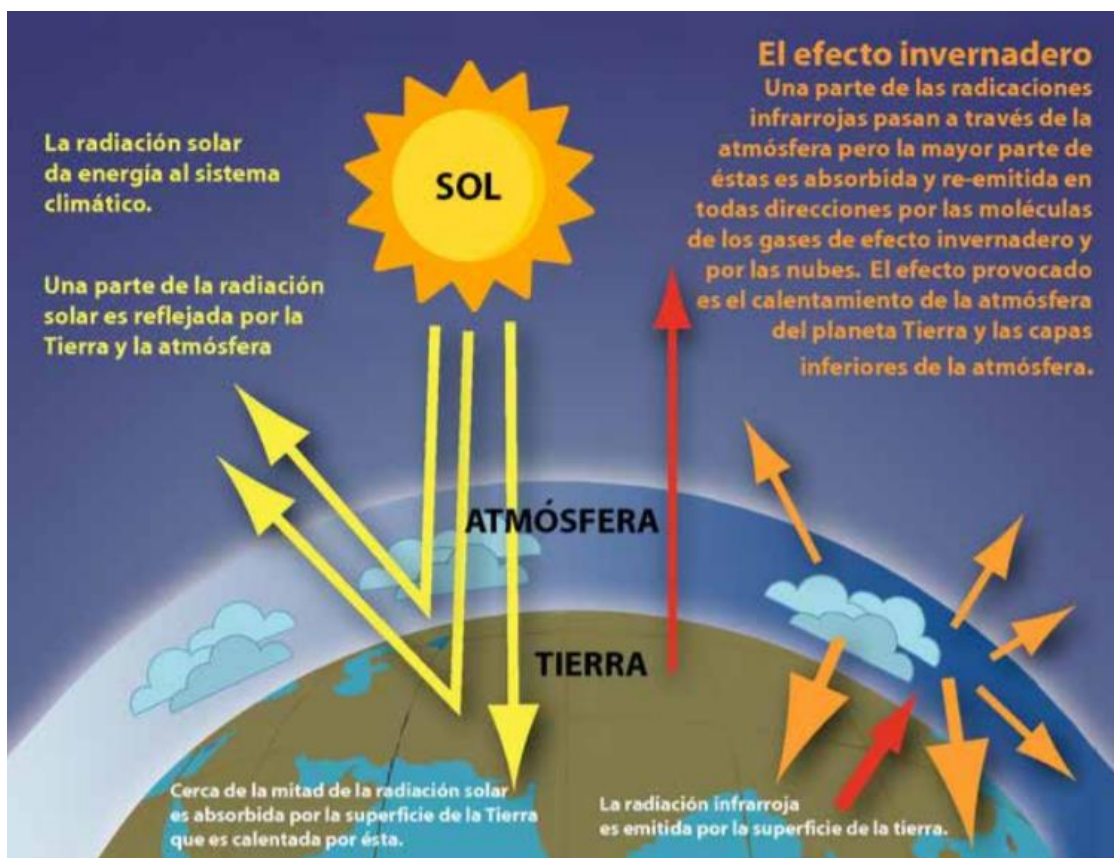


Figura 1. Representación gráfica del efecto invernadero. Fuente: IPCC

Al respecto, los inventarios de GEI constituyen herramientas que identifican las actividades que suponen emisiones de estos gases que inciden en el calentamiento global, la proporción en que contribuyen, de acuerdo a categorías determinadas y sectores establecidos. El objetivo es dirigir las acciones tendientes a la reducción de estas emisiones; y, por ende, contribuir a la mitigación de los efectos adversos del cambio climático.

3.2. Estrategias ante el cambio climático: mitigación y adaptación

A recomendación del IPCC, la CMNUCC ha desarrollado dos principales ejes estratégicos de acción para hacer frente a los desafíos del cambio climático: la mitigación y la adaptación. La primera estrategia, en referencia a los sistemas humanos, trata de aprovechar las oportunidades y afrontar las consecuencias que puedan presentarse mediante el ajuste a los efectos del cambio climático (IPCC, 2014b, p. 128). Por su parte, “la mitigación comprende las medidas para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero evitando las emisiones en la fuente y/o de incrementar la pérdida por la eliminación del carbono almacenado en los sumideros” (Cuellar et al., 2015, p. 24).

Los gobiernos nacionales y subnacionales que desarrollen programas sobre cambio climático deberán emprender estrategias en ambos ejes. En el presente documento, se desarrollará la estrategia de mitigación al año 2030 del distrito de Mariano Roque Alonso.

La capacidad de una ciudad para adoptar medidas eficaces para mitigar el cambio climático y monitorear el progreso depende del acceso que se tenga a datos de buena calidad sobre las emisiones de GEI. La planificación de la acción climática comienza con la elaboración de un inventario de GEI. Un inventario permite a las ciudades comprender la contribución de emisiones de las diferentes actividades en la comunidad (World Resources Institute/C40 Cities/ICLEI, 2014).

3.3. El contexto nacional en el marco del Acuerdo de París

En línea con los objetivos de desarrollo sostenible y en el marco de los esfuerzos del Paraguay contra el cambio climático, el país firmó el “Acuerdo de París” a finales del 2015 (ratificado por Ley N° 5681/2016)⁴.

El denominado “Acuerdo de París” reunió por primera vez en diciembre de 2015, a 195 naciones que alcanzaron un acuerdo histórico en la Conferencia de las Partes N° 21 en París, Francia (COP 21), de combatir el cambio climático e impulsar medidas e inversiones para un futuro bajo en emisiones de carbono, resiliente y sostenible; en una causa común en base a sus responsabilidades históricas, presentes y futuras. El objetivo principal del Acuerdo es mantener el aumento de la temperatura en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados, e impulsar los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura incluso más, por debajo de 1,5 grados centígrados sobre los niveles preindustriales. El límite de los 1,5 grados centígrados es significativamente una línea de defensa más segura frente a los peores impactos del cambio climático. Además, se acordó que las emisiones globales deben alcanzar su nivel máximo cuanto antes, si bien reconocen que en los países en desarrollo el proceso será más largo, para luego aplicar rápidas reducciones basadas en los mejores criterios científicos disponibles. De esta forma, contribuirá a reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, así como en el reconocimiento de la importancia de los recursos financieros adecuados y previsibles como los pagos basados en resultados para la aplicación de políticas e incentivos destinados a reducir las

⁴ Disponible en: <https://www.bacn.gov.py/archivos/5243/20170215090536.pdf>

emisiones y a incrementar las absorciones forestales (PNC ONU REDD+, 2016; MADES, PNUD y FMAM, 2018).

En tal sentido, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) sirve de base para la concertación de medidas internacionales para la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus impactos adversos. El objetivo de la CMNUCC es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático y en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Como antecedente nacional en el marco de los esfuerzos del país contra el cambio climático; es importante destacar al Plan Nacional de Desarrollo (PND 2030) que menciona el cambio climático en su eje estratégico: “la inserción de Paraguay en el mundo”. Concretamente indica que, es preciso asegurar la estrategia nacional de cambio climático, con programas de adaptación incorporados a los programas de mitigación dentro del proceso de desarrollo, que posibilite mantener o reducir las emisiones de GEI (República del Paraguay; Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social/STP, 2014).

De esta forma, como parte de los compromisos ambientales asumidos, el país elaboró su Plan Nacional de Mitigación ante el Cambio Climático (MADES, 2017). En materia de adaptación al cambio climático, se dispone de la Estrategia Nacional de Adaptación en su Etapa II: Plan Nacional de Cambio Climático (MADES, 2015), y un Plan Nacional de Adaptación (MADES, 2017), que a su vez se encuentra alineado con el PND 2030 y con la Política Nacional de Cambio Climático (MADES, 2012).

Otra de las estrategias impulsadas, constituye la Contribución Nacional Determinada (NDC, por sus siglas en inglés), cuyo documento (Secretaría del Ambiente/SEAM, actualmente Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES 2015) que el país presentó a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en el año 2015, en el cual se establece una meta que el país propone lograr para el año 2030, en cuanto a reducción de GEI en un 20% con relación a las emisiones del año 2000.

3.4. El Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía, y el Marco Común de Reporte

El Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía⁵ (GCoM, por sus siglas en inglés) es considerada la mayor alianza del mundo de ciudades y gobiernos locales con una visión compartida a largo plazo de promoción y apoyo de la acción voluntaria con el propósito de combatir el cambio climático y avanzar hacia un futuro con bajas emisiones y resiliencia climática. Esta coalición reúne a más de diez mil ciudades (de diversas extensiones geográficas) en 6 continentes y más de 130 países, representando a más del 10 % de la población mundial. Mediante el GCoM, las ciudades y los gobiernos locales se comprometen voluntariamente a

⁵ El GCoM reúne formalmente al Pacto Europeo de Alcaldes y el Compacto de Alcaldes, las dos principales iniciativas de ciudades y gobiernos locales del mundo, para avanzar en su transición hacia una economía de bajas emisiones y con resiliencia climática.

Luchar contra los efectos del cambio climático, reflejando los compromisos que sus gobiernos nacionales han establecido para garantizar el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París. El compromiso no implica solo plantear medidas locales audaces, sino también en el trabajo conjunto en todo el mundo, para compartir soluciones innovadoras que permitan a los alcaldes acciones más concretas y eficaces (Global Covenant of Mayors for climate and energy. 2018).

Las ciudades del GCoM se conectan e intercambian conocimientos e ideas, con el apoyo de los grupos de interés regionales pertinentes. Establece una plataforma común para captar el impacto de las acciones colectivas de las ciudades a través de la medición estandarizada de las emisiones y el riesgo climático, así como a la presentación de informes públicos consistentes sobre sus esfuerzos. Esta es una respuesta histórica y poderosa de las ciudades del mundo para hacer frente al desafío climático.

Las ciudades al sumarse a esta iniciativa, asumen el compromiso de desarrollar la línea de base o diagnóstico, la definición de metas y objetivos, y definir un plan de acción para cada una de las siguientes 3 fases:

- **Fase de mitigación:** Implica realizar un inventario de gases de efecto invernadero, definir una meta de reducción de GEI y definir acciones para alcanzarla.
- **Fase de adaptación:** El diagnóstico se realiza a través de una evaluación de riesgos climáticos, una vez obtenido los resultados se definen objetivos para la prevención de impactos por eventos meteorológicos extremos y se determinan las acciones necesarias.
- **Fase de acceso a la energía:** La metodología para abordar esta fase se encuentra en desarrollo por parte del Pacto de Alcaldes por el Clima y la Energía, debido a ello no es obligatorio incluirla aún.

Por su parte, el Marco Común de Reporte (MCR) explica cómo las ciudades deben reportar su progreso ante el Pacto de Alcaldes por el Clima y la Energía, independientemente de la metodología utilizada para preparar el Plan Local de Acción Climática. La junta directiva del GCoM en septiembre de 2018 respaldó oficialmente el MCR, el cual presenta el primer marco global para la elaboración y presentación de reportes que facilitará un enfoque estandarizado a todas las ciudades del mundo, para que puedan usarlo para compartir información sobre sus actividades relacionadas con el clima.

Este marco orienta a las ciudades del GCoM en la evaluación de sus emisiones de gases de efecto invernadero, sus riesgos y vulnerabilidades en relación con el cambio climático, así como en la planificación, elaboración y presentación de reportes de modo integrado y normalizado. Esto significa que el MCR es el documento de referencia para los firmantes del GCoM, durante todas las fases de participación en la iniciativa. Este hecho no solo permitirá a las ciudades identificar y tomar las acciones correctas de forma oportuna, sino también identificar eficazmente los retos comunes, disfrutar de mayor cooperación y desarrollar respuestas conjuntas a los efectos del cambio climático. El MCR no sustituye a los materiales orientativos de diversas fuentes disponibles para facilitar todos los pasos de la iniciativa del GCoM en las distintas regiones, sino más bien se ofrecen referencias más amplias a estos recursos y herramientas, además de explicar cómo pueden ayudar a las ciudades a cumplir los objetivos determinados.

Con la finalidad de garantizar la solidez de las fases de planificación, ejecución y supervisión de las medidas de acción climática, así como la optimización de los procedimientos de medición e información, los municipios que se adhieran al Pacto deben reportar sus planes de acción climática en la plataforma internacional CDP cumpliendo con el MCR, a objeto de responder a las circunstancias locales o regionales específicas, permitiendo la agregación y comparación de los datos a nivel global. Es necesario el cumplimiento de todos los requisitos del MCR para lograr la ejecución, formalizado a través de los sellos, tanto de mitigación como de adaptación, con el GCoM (Global Covenant of Mayors for Climate and Energy, 2018).

En cuanto al sistema de reconocimiento, el GCoM cuenta con un procedimiento para los municipios, a través de medallas o sellos. La firma de la carta de adhesión por parte del intendente del municipio representa el compromiso con la iniciativa, y en consecuencia se concede la medalla de compromiso Committed. Las medallas de Mitigación, Adaptación y Acceso a la Energía se conceden tan pronto el municipio cumpla con todos los requisitos establecidos en el MCR para cada una de estas etapas. La medalla final de Compliant se otorga a aquellas ciudades que han conseguido las tres medallas anteriores. Debido a que los criterios de cumplimiento para Acceso a la Energía aún no se han definido, aún no se está empleando este sello. Es importante resaltar que, para mantener estas medallas, los municipios deben realizar las revisiones y actualizaciones, tanto de sus inventarios de GEI como de sus Planes de Acción Climática, de acuerdo a los plazos definidos en el MCR.

3.5. Proyecto Yvyjarýi: Ciudadanía frente al cambio climático

El proyecto YVYJARÝI: Ciudadanía frente al Cambio Climático, está siendo implementado por la Fundación Friedrich Ebert (FES) y el Centro de Estudios Ambientales y Sociales (CEAMSO), y cofinanciados con fondos de la Unión Europea.

El objetivo general del proyecto es generar capacidades en las instituciones municipales, así como en las organizaciones de la sociedad civil para lograr un sistema capaz de gestionar medidas que permitan mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático.

Uno de los objetivos del proyecto es el fortalecimiento institucional; para el logro del mismo, se enfoca en apoyar a las áreas de gestión ambiental de los municipios en colocar como eje transversal el tema de cambio climático. Por consiguiente, los esfuerzos están destinados a vincular los planes o proyectos ambientales del municipio a estrategias de adaptación o mitigación al cambio climático.

4. Capítulo 2: El distrito de Mariano Roque Alonso

El distrito de Mariano Roque Alonso fue fundado en 1945, es una de las 19 ciudades del departamento Central, del Paraguay. El Plan de desarrollo municipal sustentable (s.f.) señala que, se encuentra a unos 18 km del centro de la capital del país (sus coordenadas geográficas son: S 25° 12.710' 44 S W 057° 31.966' 59 O), localizado geográficamente en el undécimo departamento de: Central, limitando al sur con el Barrio Loma pyta de la capital: Asunción, al norte con el distrito de Limpio, al este con Luque y al oeste con el río Paraguay que lo separa de la región Occidental del país (Chaco paraguayo). De acuerdo a la proyección al año 2018 (año base del Inventario de GEI) tomando como base los resultados del Censo del año 2012 (Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos - DGEEC), la población del distrito se estima en 101.715 habitantes

En la figura 2, se observa la localización geográfica del distrito de Mariano Roque Alonso

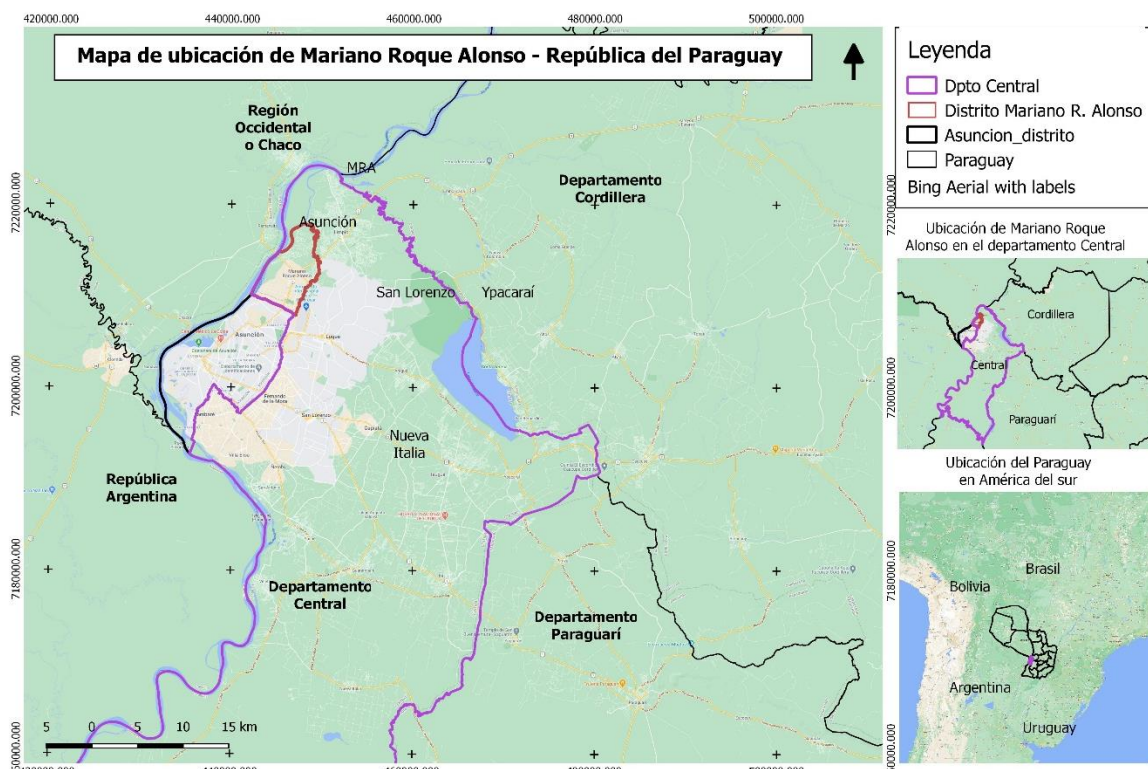


Figura 2. Mariano Roque Alonso, localización geográfica en el territorio paraguayo y en América del sur. Fuente: elaboración propia.

Limita con:

- **Norte:** Con la ciudad de Limpio.
- **Sur:** Con el Barrio Loma Pyta, que pertenece a la ciudad de Asunción.
- **Este:** Con las ciudades de Luque y Limpio.
- **Oeste:** Con el río Paraguay.

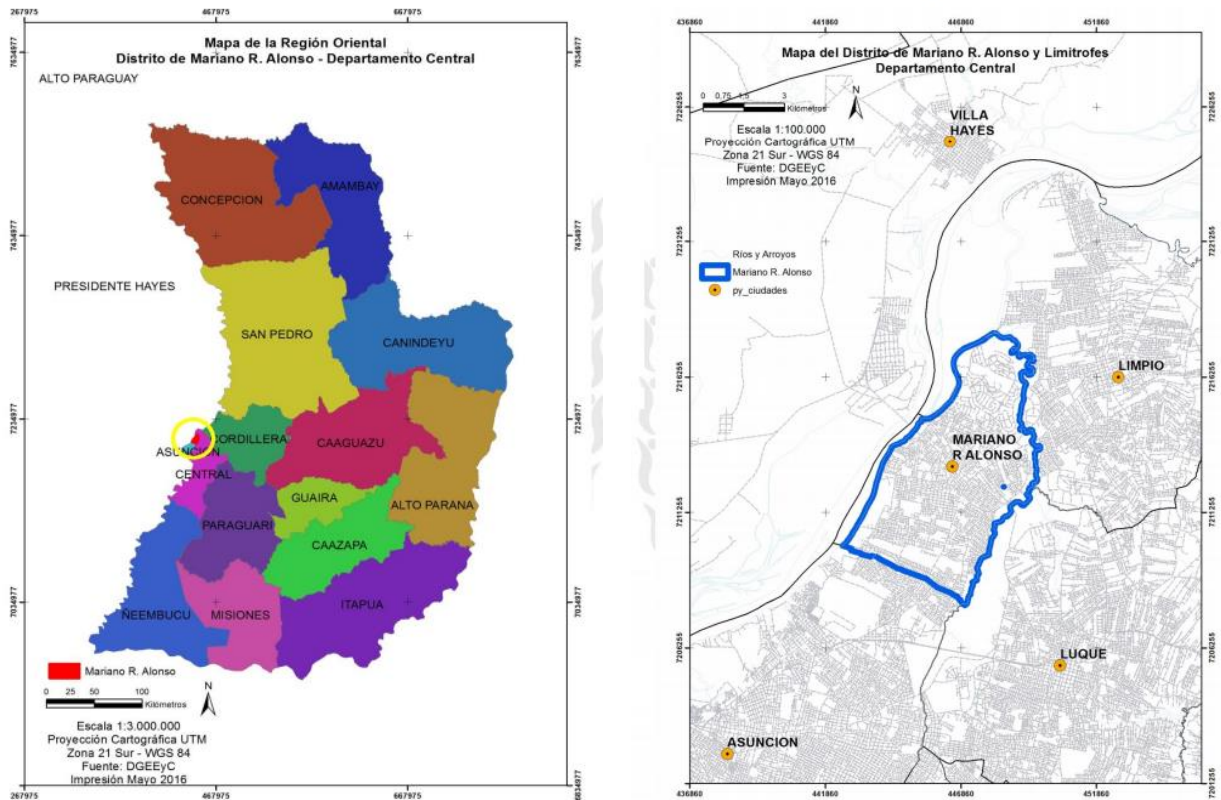


Figura 3. Mapa de ubicación geográfica de Mariano Roque Alonso. Fuente: Plan de desarrollo Municipal

4.1. Perfil y descripción socio ambiental

- **Clima**

La descripción corresponde a la región Oriental, localización geográfica del Municipio de Mariano Roque Alonso; zona en la cual el clima puede clasificarse como Tropical en la porción paraguaya al norte del Trópico de Capricornio y subtropical, normalmente al sur de dicho trópico. Las temperaturas más bajas se dan al este y al sur del país y aumentan hacia el norte. Tanto el verano como el invierno son mucho más acentuados en el Chaco Paraguayo

La temperatura media anual es de 22° C (16 -19 ° C en invierno y 28 – 30 ° C en verano). Según datos registrados, en la estación meteorológica de Asunción, la temperatura máxima absoluta fue del orden de 41, 7° C en diciembre de 1985 y la mínima absoluta llegó a 0° C en agosto de 1984. Presenta un índice de precipitación anual del orden de 1.500 mm, con lluvias bien distribuidas durante todo el año, siendo más frecuentes en noviembre y menos abundantes en septiembre.

Las áreas inundables generalmente están por debajo de la cota +62, es inundable periódicamente la cota máxima de crecida histórica registrada es de +63,05 y la cota de seguridad adoptada es de +64⁶.

- **Agua**

Aguas superficiales y subterráneas

El Municipio de Mariano Roque Alonso cuenta con 3 grandes cuencas divididas por la Ruta Transchaco y la Ruta que va a Limpio. La primera cuenca se encuentra al este de la Ruta Transchaco y va hasta el arroyo Itay, a la cual, para efectos del Plan Maestro, se le denominará en adelante Mariano Este o en forma simplificada cuenca ME; la segunda cuenca está al oeste de la Ruta Transchaco y va hasta el Río Paraguay, a la que se le denominará Mariano Oeste o abreviado cuenca MO y la tercera cuenca tiene como eje aproximado la Ruta Transchaco y la ruta a Limpio y a esta se le denominará cuenca Mariano Central (MC). Cada una de ellas a su vez está dividida en sub-cuencas (ESSAP, 2012).

El río Paraguay es el afluente más importante del río Paraná, y es considerado el segundo sistema fluvial más importante de Sudamérica, conteniendo en su cuenca y sistema al humedal más grande del mundo que es el Pantanal. La cuenca del río Paraguay abarca 1.095.000 km², y en el territorio nacional, este río tiene una extensión de 1.250 km². Sus riberas se asientan en centros urbanos importantes como: Concepción, Pilar y Asunción. El tramo del mismo, se inicia en Bahía Negra hasta Asunción, donde se muestra el tramo del río Paraguay⁷.

⁶ Disponible en: <http://www.mades.gov.py/>

⁷ Disponible en: http://www.geologiadelparaguay.com.py/revista_7.pdf

- **Suelos**

Los suelos que componen la Región Oriental, donde se encuentra Mariano Roque Alonso, pertenecen a 7 Órdenes: Oxisol, Vertisol, Ultisol, Mollisol, Alfisol, Inceptisol, y Entisol; clasificados por el sistema Soil Taxonomy, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA, 1992).

En la ecorregión del Litoral Central hay predominancia de alfisoles. Suelos de regiones húmedas, por lo que se encuentran húmedos la mayor parte del año. Con un % de saturación de bases superior al 35%. Sus horizontes subsuperficiales muestran evidencias claras de traslocación de partículas de arcilla (Clayskins) que provienen posiblemente de molisoles. En los trópicos se presentan con pendientes mayores de 8 a 10% y vegetación de bosque refleja su alta fertilidad, son suelos jóvenes, comúnmente bajo bosques de hoja caediza.⁸

- **Ecosistemas**

Mariano Roque Alonso se localiza en la región del Litoral Central de la región Oriental, describiéndose el ecosistema con características similares a las del denominado Chaco Húmedo (porción del margen izquierdo del río Paraguay). El Chaco Húmedo, en su visión de paisaje natural, se extiende en llanuras planas con suaves pendientes. Por ese declive y su alto grado de precipitación máxima anual, superior a 1.200 mm, presenta áreas permanentes como temporales de inundación. En su topografía natural se pueden observar albardones elevados y áreas anegadas, presentando típica característica de los humedales. Los humedales están descritos como ecosistemas que dependen en su desarrollo por el proceso recurrente de las inundaciones y correspondiente saturación de sus suelos adaptados al condicionamiento de las cargas de agua superficial. El proceso de colmatación y taponamiento dan lugar a la formación de los abanicos aluviales⁹

- **Flora**

De acuerdo al MADES/INFONA (2016)¹⁰, este distrito se encuentra geográficamente en el estrato de bosque denominado como “bosque sub húmedo inundable del río Paraguay”; el mismo comprende a los bosques en isletas, bosques asociados con palmares de toda la planicie del Río Paraguay, la composición florística comprende *Peltophorum dubium*, *Tabebuia sp.*, *Holocalyx balansae*, *Ficus sp.*, *Nectandra sp.*, *Ocotea sp.*, *Sapium hematospermum*, *Pithecellobium scalare*, *Gleditzia amorphoides*, *Erithrina crista-galli*, *Salix humboldtiana*, *Diplokeleba floribunda*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Syagrus romanzoffiana* y *Enterolobium contortisiliquum*, entre otras especies. Las comunidades naturales están constituidas por bosques en galería, sabanas palmares, bosques semicaducifolios medios y bajos

⁸ Disponible en: http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/07/R2346.2016_DISE%C3%91O-DE-INGENIERIA-DE-PUENTES-_14600_MOPC.pdf

⁹ Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2305-06832019000100054&lng=es&nrm=iso&tlng=es

¹⁰ Disponible en: https://redd.unfccc.int/files/paraguay_2016_freI_submission_modified.pdf

Los tipos de comunidades naturales en la ecorregión son: lagunas, bañados, esteros, bosques en suelos saturados, ríos, arroyos, nacientes de agua, bosques semi caducifolios medios y bajos y sabanas.

En relación a la presencia de flora chaqueña, se pueden citar: *Schinopsis balansae* (quebracho colorado) y *Copernicia alba* (caranday). En cuanto a la presencia de plantas amenazadas en esta ecorregión, la información existente es escasa¹¹

- **Fauna**

Esta ecorregión presenta fuerte influencia chaqueña en su fauna. La presencia de grandes esteros hace que la ecorregión sea el hábitat de muchas especies acuáticas y de una gran cantidad de aves. Es además importante sitio para las aves migrantes de ambos hemisferios. Entre las especies consideradas en peligro crítico se encuentran: Nombre científico Nombre común *Lutralongicaudis Lobo pe* *Felis pardalis Yaguareteí* *Blastocerus dichotomus* *Guazú pucu* *Pandion haliaetus* *Sangual* *Leptodon cayanensis* *Taguatomoroti* *Harpagus diodon* *Gavilán bidentado* *Accipiter poliogaster* *Espavero grande* *Leucopternis poionota* *Aguilucho blanco* *Harpyhaliaetus coronatus* *Taguatohovoy* *Morphnus guianensis* *Yrybu tinga* *Harpiaharpyja* *Taguatoruvicha* *Penelopesuperciliaris* *Yacu po'i* *P. oscura* *Yacu jhu* *Heliornisfulica* *Ipequi* *Boa constrictor* *Mboiro'i* *Caiman latirostris* *Yacaré overo*.¹²

- **Población**

La proyección al año 2018 de los resultados del Censo (DGEEC, 2012), indica 101.715 habitantes en Mariano Roque Alonso.

Asimismo, se registra un asentamiento indígena, ubicado en el área de Corumbá Cué totalmente integrado a la vida urbana de Roque Alonso. Pertenece a la Familia Lingüística: Matakó Mataguayo, Etnias: Maká, Nivaclé, Enhlet Norte, Enxet Sur y Toba-Qom (ESSAP, 2012).

- **Servicios**

Cloacas

En zona urbana y peri-urbana, no se dispone de un sistema de drenaje adecuado de las aguas pluviales y cloacales, las canalizaciones existentes y obras de arte del tipo alcantarillas y puentes se encuentran en su mayoría obstruidos por sedimentación con material árido y residuos sólidos de tipo domiciliario. Esta situación impide el libre encauzamiento de las aguas de escorrentías.

Equipamiento y red vial

La ruta Transchaco, que también une al Paraguay a la Argentina por una de sus principales conexiones terrestres, es una amplia vía que indiscutiblemente es la generadora de los grandes comercios que dan un gran movimiento económico a la zona.

¹¹ Disponible en: <http://parquesnacionalesdelparaguay>

¹² Disponible en: <https://www.wwf.org.py/>

Actividades económicas

Las actividades económicas predominantes de los habitantes, de acuerdo al Censo Económico Nacional del DGEEyC¹, se encuentran detalladas según tres sectores: Industrial, Comercio e Servicios.

Las principales del Sector Industrial son: fabricación de muebles, fabricación de productos elaborados de metal (excepto maquinarias y equipos), y fabricación de productos textiles. Las principales del Sector Comercio son: comercio al por menor de bebidas, mantenimiento y reparación mecánica de vehículos, y el comercio al por menor en mini mercados y despensas. Las principales del Sector Servicios son: alojamiento y servicios de comida, peluquería y tratamientos de belleza, transporte y almacenamiento y actividades profesionales, científicas y técnicas.

La gran cantidad de industrias y comercios que funcionan hoy en día dan gran cantidad de fuentes de trabajo a los ciudadanos. Entre las que podemos mencionar las 2 principales fábricas productoras de envases PVC del país que no sólo se dedican a abastecer el mercado interno paraguayo sino más bien en su mayor porcentaje a la exportación de sus productos. También las 5 procesadoras de alimentos son industrias de gran aporte que requieren de buena cantidad de mano de obra y 3 mataderos importantes que junto con las 3 ferias de ganado dan una imagen de una ciudad de tropero, hombres que han contribuido al desarrollo e identificación a la ciudad. En la actividad productiva se puede mencionar a la pesca y comercialización de pescados en la ribera del riacho San Francisco y el río Paraguay (ESSAP, 2012).

4.1.1. Marco institucional y servicios

De acuerdo al Plan de desarrollo municipal sustentable (s.f.), la ciudad cuenta con 34 locales escolares y 13 colegios de los cuales uno se dedica a la enseñanza media diversificada. Algunas instituciones que se pueden citar son la 6ª Compañía de Bomberos Voluntarios, Comisaría X Central y la Comisaría XXVI Central. En cuanto a instituciones castrenses se destacan el Comando del Ejército, el Comando Logístico y un destacamento de la Armada Nacional. Entre los lugares de recreación se cuenta con el Club Hípico Paraguayo, 7 clubes que integran la Federación Deportiva de Mariano Roque Alonso y 2 clubes afiliados a la Asociación Paraguaya de Fútbol, además de contar con un Estadio Polideportivo Municipal techado con capacidad para 5000 personas, así mismo se cuenta con el predio de la Asociación Rural del Paraguay, sede de la Exposición/feria más grande del país.

4.1.2. Aspecto social y actividades económicas

De acuerdo al Censo Económico Nacional (DGEEC, 2011), las actividades económicas de los habitantes se encuentran detalladas según tres sectores: Industrial, Comercio e Servicios. Las principales del Sector Industrial son: fabricación de muebles, fabricación de productos elaborados de metal (excepto maquinarias y equipos), y fabricación de productos textiles. Las principales del Sector Comercio son: comercio al por menor de bebidas, mantenimiento y reparación mecánica de vehículos, y el comercio al por menor en mini mercados y despensas. Las principales del Sector Servicios son: alojamiento y servicios de comida, peluquería y tratamientos de belleza, transporte y almacenamiento y actividades profesionales, científicas y técnicas.

La gran cantidad de industrias y comercios que funcionan hoy en día dan gran cantidad de fuentes de trabajo a los ciudadanos. Entre las que podemos mencionar las 2 principales fábricas productoras de envases PVC del país que no sólo se dedican a abastecer el mercado interno paraguayo sino más bien en su mayor porcentaje a la exportación de sus productos. También las 5 procesadoras de alimentos son industrias de gran aporte que requieren de buena cantidad de mano de obra y 3 mataderos importantes que junto con las 3 ferias de ganado dan una imagen de una ciudad de tropero, hombres que han contribuido al desarrollo e identificado a la ciudad. En la actividad productiva se puede mencionar a la pesca y comercialización de pescados en la ribera del riacho San Francisco y el río Paraguay (ESSAP, 2012).

4.1.3. Clima

En toda la ciudad predomina el clima subtropical húmedo, bordeando el clima tropical con invierno seco por su cercanía al bajo Chaco. Los veranos son muy calurosos y húmedos, y los inviernos son templados y secos. La temperatura media anual es de 23 °C, en invierno es de 18 °C y en verano de 28 °C. Suelen darse heladas en invierno. Las precipitaciones promedian los 1400 mm anuales aproximadamente. En la temporada de calor suelen darse en forma de tormentas las precipitaciones, en el que cae una gran cantidad de agua en poco tiempo. Mientras que, en el invierno, suelen darse lluvias débiles o lloviznas, pero continuas (Plan de desarrollo municipal sustentable, s. f.).

5. Capítulo 3: Plan Local de Acción Climática (PLAC): Mariano Roque Alonso

El denominado plan de acción es un documento que está constituido de dos componentes, por un lado, un “Plan de Mitigación”: en el cual se determinan las acciones en ejecución o a ser implementadas, tomando como línea base el año del inventario y proyectadas al año objetivo, para alcanzar la meta de reducción de emisiones de GEI. Y por otro, un “Plan de Adaptación”: que contiene las estrategias orientadas a mejorar la resiliencia de una localidad, es decir, que logre responder de forma rápida y eficaz ante episodios de crisis climática. Es conveniente verificar si una medida de mitigación responde a las necesidades de adaptación y viceversa.

Los Planes de Acción Climática se conciben como herramientas de gestión que deben ser monitoreadas y verificadas periódicamente de forma tal de conocer claramente el grado de avance en las acciones propuestas y las brechas que restan por saldar. Además, pueden y deben ser reformulados a medida que se avanza en el proceso de implementación para ir incorporando modificaciones que reflejen la dinámica municipal sin perder de vista los objetivos planteados y en todo caso, hacerlos más ambiciosos. Se espera entonces, que se piense a los Planes de Acción Climática como un hito en el proceso de mejora continua.

Algunos principios que deben ser considerados a la hora de llevar adelante un proceso de planificación climática:

- **Transversal:** Debe incluir a aquellos sectores de gobiernos que puedan tener intervención en el área de medioambiente para tener en cuenta a las distintas perspectivas que se tienen de una localidad.
- **Integración:** Con la agenda general del municipio, y el resto de los planes que se hayan elaborado.
- **Multilateralidad:** Incorporar a los distintos niveles del estado, en el caso de Argentina, provincial y nacional, y a los actores de la comunidad que puedan acompañar al plan.
- **Transparencia:** Documentar los procesos de manera tal que puedan ser compartidos y comprendidos por los actores involucrados y permitan hacer un seguimiento de las acciones emprendidas por el gobierno local.

Con la firma del Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía, el municipio de Mariano Roque Alonso se compromete a presentar, en un plazo no mayor a tres años después de la firma, un Plan Local de Acción por Climática (PLAC). El PLAC toma como línea base los resultados obtenidos, tanto por el Inventario de Emisiones de GEI como por la Evaluación de riesgos y vulnerabilidades climáticas elaborados previamente por el equipo municipal. Ambos componen la etapa de diagnóstico de la situación actual del municipio. El diagnóstico sirve para definir el conjunto de acciones que las autoridades locales llevarán a cabo para alcanzar sus objetivos.

Es importante resaltar que, el Pacto Global de los alcaldes propone una visión integral de la acción climática que debe ser reflejada en los PLAC; de esta forma se debe contemplar objetivos, estrategias y acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Un PLAC constituye una herramienta de gestión con el propósito de determinar el grado de avance de las acciones propuestas, lo cual implica un monitoreo periódico. Dichas acciones pueden ser reformuladas a

medida que avanza el proceso de implementación y de esta forma puedan reflejar realmente las dinámicas municipales sin perder de vista los objetivos planteados. Para llevar adelante el proceso de definición de acciones se organizan diferentes talleres y encuentros con carácter de capacitaciones y desayunos de trabajo. La logística depende de la distancia entre la oficina de la secretaría ejecutiva de la RAMCC y el municipio, la disponibilidad horaria o intereses. Las reuniones de trabajo se llevan a cabo en conjunto con los sectores que deben estar involucrados en el proceso. Esto permite generar el compromiso de diferentes actores municipales, estableciendo puntos focales de contacto dentro de cada una de las áreas. Dependiendo de la situación sanitaria a raíz de la pandemia del Covid-19, se considerarán reuniones híbridas o virtuales.

El proceso de definición de acciones inicia con la identificación de las que están en curso y planificadas, estableciendo un contacto con las diferentes áreas del municipio. Se deben considerar, asimismo, acciones que son parte de otros planes y programas a cargo de la municipalidad. También se toman en cuenta, las estrategias planificadas para la localidad y ejecutadas por otros organismos del estado, donde el gobierno municipal participa o tiene injerencia. En el marco del proceso de planificación, es importante el proceso de definición de posibles acciones a llevar a cabo, las estrategias a implementar a futuro, que aún no tienen una planificación detallada, y la incorporación no vinculante de acciones que pueden ser llevadas a cabo por otros actores de la localidad. Sin duda uno de los mayores desafíos para la acción climática en los gobiernos locales de Paraguay es el acceso a financiamiento para concretar las propuestas de mayor impacto. Si bien, los Municipios destinan parte de su presupuesto a desarrollar acciones de mitigación y de adaptación, las más relevantes en cuanto a la reducción de emisiones de GEI o la de riesgos son aquellas cuyo financiamiento proviene, en parte o totalmente, de otros niveles de gobierno o del sector privado. Aunque el compromiso de los funcionarios y las autoridades municipales es palpable, resulta fundamental promover mecanismos de financiación directa a municipios que permitan ejecutar las obras planificadas.

5.1. Mariano Roque Alonso y su visión

Para el año 2030, el distrito de Mariano Roque Alonso y su población prevé implementar las acciones necesarias para reducir o mitigar sus emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo a la línea de base establecida en su inventario de GEI, así como a prepararse y adaptarse adecuadamente a los impactos del cambio climático e incrementar el acceso a energía sostenible. Con ello, vislumbrando un futuro inclusivo, justo, de bajas emisiones y resilientes al clima.

En línea con lo mencionado, es importante resaltar el Plan de desarrollo municipal sustentable de Mariano Roque Alonso (s. f.), en el cual se presentan tanto los ejes estratégicos:

- a. “Reducción de pobreza y desarrollo social”;
- b. “Crecimiento económico inclusivo”.

Que conjuntamente con las líneas transversales, conforman los objetivos de desarrollo municipal:

- e. “Igualdad de oportunidades”;
- f. “Gestión pública transparente y eficiente”;
- g. “Ordenamiento y desarrollo territorial”;
- h. “Sostenibilidad ambiental”.

Específicamente en este ítem d, con directa implicancia en el ámbito del cambio climático, se destaca el propósito siguiente: “disminuir los desequilibrios ambientales propios de la actividad económica y los asentamientos humanos. Significa mejorar considerablemente la calidad de vida de la población en asentamientos humanos, con viviendas mejoradas, acceso universal al agua potable, a servicios básicos de saneamiento y a sistemas de gestión de residuos, también disminuir los niveles de contaminación ambiental de las industrias, con planificación y control sobre las zonas de explotación de recursos naturales, reduciendo así la pérdida de patrimonio natural y de la biodiversidad nativa. Además, implica la creación de oportunidades para incentivar la protección y recuperación de los ecosistemas y remunerar los servicios ambientales”.

En tal sentido, concretamente como objetivo ambiental menciona que: “Reducir los efectos del cambio climático basados en mecanismos de adaptación”, es fundamental para la sostenibilidad del hábitat global.

5.2. Estrategia de mitigación de gases de efecto invernadero

La estrategia de mitigación comprende uno de los componentes del Plan Local de Acción Climática (PLAC). En el plan, el municipio presenta las principales líneas de acción para reducir las emisiones de GEI al año 2030. Seguidamente, se presenta el Inventario de gases de efecto invernadero (IGEI) del distrito de Mariano Roque Alonso del departamento Central, así como el objetivo de reducción de emisiones al 2030 y las acciones propuestas para alcanzarlo.

5.2.1. Inventario de GEI

El inventario de gases de efecto invernadero es una herramienta de gestión que tiene por objetivo estimar la magnitud de las emisiones por fuente de GEI, que son atribuidas directamente a la actividad humana en un territorio específico y definido. La estimación de las emisiones se realiza de forma indirecta, esto quiere decir que se realiza en base a información estadística y no con mediciones físicas.

Cada inventario será pertinente a la situación local y regional (cuando relevante) circundante de cada Municipio; reflejando las actividades específicas y las necesidades políticas de la ciudad, teniendo en cuenta su capacidad y su contexto normativo.

El Marco Común de Reportes, menciona que, los gobiernos locales deberán reportar las emisiones de GEI en: al menos tres sectores principales: “energía estacionaria”, “transporte” y “residuos”.

Asimismo, establece que los gobiernos locales también deberían reportar las emisiones de GEI de los sectores Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) y Agricultura, Silvicultura, Uso y cambios de uso de la Tierra (AFOLU), cuando estas sean significativas. En relación a este último sector, y de acuerdo a resultados del más reciente INGEI contenido en el Segundo Informe Bienal de Actualización sobre Cambio Climático, el sub sector de “Agricultura” es el que más contribuye en las emisiones totales de GEI a nivel nacional con un 52,89%, seguido de “Silvicultura, uso de la tierra y cambio de uso de la tierra” con 30,72% (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES, 2018).

Debido a esta razón, se incluye la estimación de emisiones del sector “agricultura”; que, considerando el contexto nacional, tiene un 28,9% de participación en la economía del país al incluir a los demás sectores de la cadena productiva en los que influye grandemente, como el comercial, financiero y de servicios: entre proveedores, transporte, logística e industrias (Investor, 2015).

5.2.1.1. Año base del IGEL y estimación de emisiones · Protocolo Global para Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GPC)

El protocolo GPC está diseñado para contabilizar las emisiones de GEI de la ciudad dentro de un año de reporte. El inventario abarca un período continuo de 12 meses, ya sea un año calendario o un año fiscal, de acuerdo con los períodos de tiempo más usados por la ciudad. Las metodologías de cálculo en la GPC cuantifican en general emisiones liberadas durante el año de referencia. En el caso del presente inventario, el año base es el 2018 (año calendario).

Las bases de cálculo utilizadas en el presente inventario de gases de efecto invernadero son las propuestas por el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC) de la Organización de Naciones Unidas y sigue los estándares definidos por el Protocolo Global para Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GPC)¹³

El GPC es el resultado de la cooperación entre el World Resources Institute, C40 Cities e ICLEI (2014) y ofrece a las ciudades y gobiernos locales un marco robusto, transparente y aceptado a nivel mundial para identificar, calcular y reportar constantemente los gases de efecto invernadero emitidos a causa de la actividad humana de la localidad. Esto incluye las emisiones liberadas dentro de los límites de las ciudades, así como también aquellas que se producen fuera de la ciudad como resultado de las actividades que ocurren en ella. El GPC establece prácticas creíbles de contabilidad y reportes de emisiones que ayudan a las ciudades a desarrollar una línea de base de emisiones, establecer metas de mitigación, crear planes de acción climática más específicos y seguir el progreso a lo largo del tiempo, además de fortalecer las oportunidades para las ciudades a asociarse con otros niveles gubernamentales y aumentar el acceso al financiamiento climático local e internacional. La fórmula de cálculo general está compuesta por dos factores:

Datos de Actividad (DA): Datos sobre la magnitud de la actividad humana que produce emisiones o remociones durante un período determinado de tiempo. Por ejemplo, en el sector

¹³ Protocolo Global para Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GPC). World Resources Institute, C40 Cities e ICLEI. Estados Unidos, 2014.

de energía, el nivel de actividad para transporte es la cantidad de combustible que se consume, mientras que en el sector desechos, el nivel de actividad es la cantidad de basura que se genera.

Factor de Emisión (FE): Coeficiente de relación entre el nivel de actividad y la cantidad de compuesto químico que es la fuente de las emisiones. A menudo, los factores de emisión se basan en un muestreo de mediciones promediado con el objetivo de desarrollar un rango representativo de emisión para el nivel de actividad que se presenta en un determinado conjunto de condiciones de operación.

A través de la multiplicación de estos dos factores podemos obtener las emisiones de un determinado gas asociadas a una actividad. Para calcular las emisiones de GEI totales asociadas a la actividad se sumarán los aportes de cada uno de los gases, transformándolos en CO₂e a través de sus GWP¹⁴.

5.2.1.2. Gases de efecto invernadero (GEI) estimados, sectores y sub sectores

Las ciudades deberán contabilizar las emisiones de los principales GEI definidos en el Protocolo de Kioto (ver Tabla 1). De acuerdo al Segundo Informe Bienal de Actualización sobre Cambio Climático del Paraguay (MADES, 2018), el 99,42% de las emisiones que ocurren en el país es cubierto por 3 gases: dióxido de carbono (CO₂) con 43,35%, metano (CH₄) con 37,71% y 18,36% para el óxido nitroso (N₂O). Considerando este contexto, y con el propósito de simplificar las tareas de recopilación de información, únicamente se considerarán las emisiones de estos 3 gases mayoritarios.

Las emisiones de GEI se clasifican, de acuerdo a la estructura del GPC, en cinco sectores principales: 1. Energía estacionaria 2. Transporte 3. Residuos 4. Procesos industriales y uso de productos 5. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Además, estos sectores están divididos en subsectores, los cuales pueden ser consultados en el GPC.

5.2.1.3. Categorización de las emisiones por alcance

Las actividades que se desarrollan en una ciudad pueden generar emisiones de GEI dentro o fuera de los límites de la misma. Para distinguir entre estas, la metodología GPC agrupa las emisiones en tres alcances según dónde ocurren las emisiones:

- **Alcance 1:** Emisiones de GEI cuyas fuentes se localizan dentro del límite de la ciudad.
- **Alcance 2:** Emisiones de GEI ocurren como consecuencia del uso de energía eléctrica proveniente de la red dentro de los límites de la ciudad.
- **Alcance 3:** Otras emisiones de GEI cuyas fuentes se localizan fuera de la ciudad, que se generan como resultado de actividades que tienen lugar en la ciudad.

¹⁴ GWP, por sus siglas en inglés de Potencial de calentamiento global. Ver tabla 1

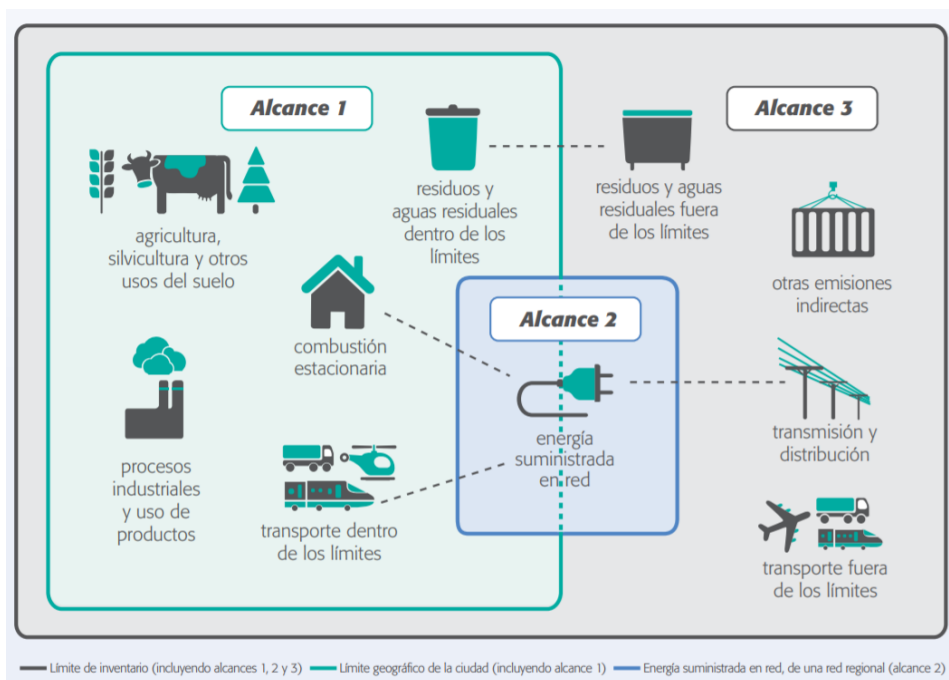


Figura 4. Fuentes y límites de las emisiones de GEI de la ciudad. Fuente: WRI/C40 Cities/ICLEI, 2014).

El estándar GPC proporciona dos niveles de presentación de informes que demuestran diferentes niveles de exhaustividad. Primeramente, el nivel BASIC (básico) cubre las fuentes de emisión que se producen en casi todas las ciudades (“Energía estacionaria”, “Transporte” dentro de los límites y “Residuos” generados en la ciudad), donde las metodologías y datos de cálculo están fácilmente disponibles. El nivel BASIC+ (Básico+) tiene una cobertura más amplia: a las fuentes de emisiones consideradas en el nivel BASIC se suman emisiones procedentes de “Procesos industriales y usos de productos”, “Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo”, “Transporte” transfronterizo y “Pérdidas de transmisión y distribución de energía”. El nivel BASIC+ refleja procedimientos de recolección y cálculo de datos más desafiantes. El presente inventario cubre el nivel de reporte Basic completo, agregando algunos de los subsectores correspondientes al nivel Basic+ por la relevancia que revisten en el municipio: “Agricultura y ganadería”. No obstante, por la dificultad de acceso y disponibilidad de la información, así como del conocimiento de la poca significancia en la contribución de las emisiones a nivel local, no es posible estimar las emisiones/absorciones del subsector “Uso de suelo”, perteneciente al sector “Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo”, como tampoco se estiman las emisiones del sector “Procesos industriales y uso de productos” ni las relacionadas a los viajes transfronterizos en el sector “Transporte”. Por este motivo, no es factible completar un inventario del nivel Basic+.

5.2.1.4. Requisitos para el reporte de las emisiones

El GPC establece que las ciudades deben reportar sus emisiones empleando dos enfoques complementarios, a saber:

- ✓ Enfoque por alcances: esta estructura de reporte permite a las ciudades reportar de manera exhaustiva todas las emisiones de GEI atribuibles a las actividades que tienen lugar dentro del límite geográfico de la ciudad, categorizando las fuentes de emisión por

alcances (Figura 4). El alcance 1 acompañado por el cálculo de algunos subsectores específicos (los residuos tanto sólidos como líquidos generados en otras ciudades, pero tratados dentro de los límites del inventario y la generación de energía para la red eléctrica nacional a través de centrales termoeléctricas) permite calcular las emisiones desde un enfoque territorial que facilita agregar los inventarios de varias ciudades, en consonancia con los informes de GEI a nivel nacional.

- ✓ Marco inducido por la ciudad: el marco inducido por la ciudad mide las emisiones de GEI atribuibles a las actividades que tienen lugar dentro de los límites geográficos de la ciudad. Esto cubre fuentes de emisiones de alcance 1, 2 y 3 seleccionadas. El estándar GPC proporciona dos niveles de presentación de informes que demuestran diferentes niveles de exhaustividad. El nivel BASIC (básico) cubre las fuentes de emisión que se producen en casi todas las ciudades (energía estacionaria, transporte dentro de los límites y desechos generados en la ciudad), donde las metodologías y datos de cálculo están fácilmente disponibles. El nivel BASIC+ (Básico +) tiene una cobertura más completa de las fuentes de emisiones: a las fuentes consideradas en el nivel BASIC se suman emisiones procedentes de Procesos industriales y usos de productos, Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo, transporte transfronterizo y pérdidas de transmisión y distribución de energía. BASIC+ refleja procedimientos de recolección y cálculo de datos más desafiantes.

5.2.1.5. Resultados del Inventario de gases de efecto invernadero (IGE)

Seguidamente, se observa los resultados de las emisiones en toneladas de CO₂ equivalente del Municipio de Mariano Roque Alonso, distribuidas por sector y tipo de alcance, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el GPC.

Tabla 2. Emisiones totales por sector, alcance y marco de reporte – tCO₂e

Nro. Ref GPC	Fuentes de gases de efecto invernadero	Total GEIs (toneladas CO ₂ e)					
		Inducido por la ciudad					Territorial
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	Básico	Básico+	
I	Energía	9.839,34	0,01	0,00	9.839,35	9.839,35	9.839,34
II	Transporte	120.627,99	-	-	120.627,99	120.627,99	120.627,99
III	Residuos	61.432,94			61.432,94	61.432,94	61.432,94
IV	Procesos industriales y uso de productos (IPPU)	NE				-	-
V	Agricultura, Silvicultura y Cambio en el Uso del Suelo (AFOLU)	517,74				517,74	517,74
TOTAL		192.418,02	0,01	0,00	191.900,28	192.418,03	192.418,02
I	ENERGÍA						
I.1	Edificios residenciales	5.157,17	0,00	0,00	5.157,18	5.157,18	5.157,17
I.2	Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	3.288,31	0,00	0,00	3.288,31	3.288,31	3.288,31
I.3	Industrias de fabricación y construcción	1.349,59	0,00	0,00	1.349,59	1.349,59	1.349,59
I.4	Industrias de energía	NO	NO	NO	NO	NO	NO
I.5	Actividades de agricultura, silvicultura y pesca	IE	IE	IE	IE	IE	IE
I.6	Fuentes no especificadas	44,27	0,00	0,00	44,27	44,27	44,27
I.7	Emisiones fugitivas de la minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón	NO			NO	NO	NO
I.8	Las emisiones fugitivas de los sistemas de petróleo y gas natural	NO			NO	NO	NO
SUBTOTAL		9.839,34	0,01	0,00	9.839,35	9.839,35	9.839,34
II	TRANSPORTE						
Enfoque utilizado para el cálculo:	en	Venta de Combustible					
II.1	Terrestre carretera/rodoviario	120.627,99	NO	NO	120.627,99	120.627,99	120.627,99
II.2	Transporte ferroviario	NO	NO	NO	NO	NO	NO

II.3	Navegación	IE	IE	IE	IE	IE	IE
II.4	Aviación	NE	NE	NE	NE	NE	NE
II.5	Off-road	IE	IE	IE	IE	IE	IE
SUBTOTAL		120.627,99	-	-	120.627,99	120.627,99	120.627,99
III RESIDUOS							
III.1	Enfoque utilizado para el cálculo:	Compromiso de Metano					
	Residuos Sólidos	60.048,29		-	60.048,29	60.048,29	60.048,29
III.2	Tratamiento Biológico	NE		-	NE	NE	NE
III.3	Incineración	NE		-	NE	NE	NE
III.4	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	1.384,65		-	1.384,65	1.384,65	1.384,65
SUBTOTAL		61.432,94		-	61.432,94	61.432,94	61.432,94
IV PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (IPPU)							
IV.1	Emisiones dentro de los límites del municipio de los procesos industriales.	NO				NO	NO
IV.2	Emisiones dentro de los límites del municipio de lo uso de productos.	NO				NO	NO
SUBTOTAL		NO				NO	NO
V AGRICULTURA, SILVICULTURA Y CAMBIO EN EL USO DEL SUELO (AFOLU)							
V.1	Emisiones de ganadería dentro de los límites del municipio	438,90				438,90	438,90
V.2	Emisiones del uso del suelo dentro de los límites del municipio	NE				NE	NE
V.3	Emisiones de fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO2 en la tierra dentro de los límites del municipio	78,84				78,84	78,84
SUBTOTAL		517,74				517,74	517,74

NE: No Estimado

NO: No Ocurre.

Por su parte, en la tabla que sigue, se presenta el resumen de las emisiones por sector con su respectivo porcentaje de contribución, considerando el total emitido en el año 2018 en Mariano Roque Alonso.

Tabla 3. Emisiones totales por sector– tCO₂e

Sector	t CO ₂ e	Contribución (%)
Energía estacionaria	9.839,34	5,11%
Transporte	120.627,99	62,69%
Residuos	61.432,94	31,93%
Procesos industriales y uso de productos (IPPU)*	NE	NE
Agricultura/ganadería	517,74	0,27%
Total	192.418,02	100,0%

Los resultados de emisiones de GEI en el año 2018 de Mariano Roque Alonso reflejan un aporte mayoritario del sector “Transporte” con aproximadamente casi el 63% del total de las emisiones, seguido de “Residuos” y de “Energía estacionaria”. En cuanto a las cifras correspondientes a las emisiones por “Transporte”, los datos proceden de la venta de combustibles (tipo diesel, nafta) para el transporte por carretera. Para obtener estos datos de actividad se tomaron de referencia los despachos de combustible para el departamento Central, los cuales se prorratearon en función de la cantidad de habitantes del mismo y del distrito. Se desconoce la venta específica en Mariano Roque Alonso, debido a que la información disponible no está discriminada por distrito. Se descartan las emisiones de GEI por transporte de navegación, ferroviario y por aviación, debido a que el municipio no cuenta con aeropuerto tampoco con un sistema de transporte ferroviario.

En relación a las emisiones del sector “Energía estacionaria”, 137.870,92 tCO₂ se generaron por combustión de biomasa (leña y desechos de madera), las cuales se incluyen como emisiones biogénicas y no forman parte de esta contabilización de contribuciones de GEI con efectos en el cambio climático. Las emisiones contabilizadas (9.839,64 tCO₂e) corresponden a la fracción de CH₄ y N₂O (considerando su equivalencia de acuerdo a los valores del potencial de calentamiento global empleados en el inventario de GEI del IBA 2 del Paraguay), generadas por la combustión de biomasa, y otra parte al CO₂ generado por la combustión de gas envasado o *fuel oil* para la generación de energía eléctrica o calor.

En cuanto al sector de emisiones de GEI por “Residuos y tratamiento de efluentes”, los resultados indican un total de 61.432,94 tCO₂e. El insumo para la estimación de estas emisiones

procede de la tasa de generación de residuos sólidos urbanos (RSU) promedio para el país (alrededor de 1,2 kg/habitante/día y de 2000 tn/día para el departamento Central). Para escalarla al distrito de Mariano Roque Alonso, se empleó el dato de población (proyección al año 2018). Para las estimaciones de las emisiones por tratamiento de efluentes, se emplearon datos de cobertura del servicio de alcantarillado y una estimación de hogares con sistema séptico (DGEEC, 2018).

Por su parte, la información para el sector de “Agricultura/Ganadería” procede de fuente por distrito en cuanto a número de cabezas de ganado (bovino, porcino, equino, caprino y ovino) y aves de corral; mientras que la cantidad de nitrógeno en fertilizantes, en estiércol animal para compost, en orina y estiércol depositado en pastura, así lo contenido en residuos de cosecha proceden de prorrateo (escala a nivel de municipio) de información departamental (Central). Las emisiones de este sector fueron incluidas en el presente IGEI de Mariano Roque Alonso pese a no representar una contribución de significancia en términos porcentuales; que, sin embargo, en otros distritos del país estas actividades representan una de las mayores fuentes de emisión de GEI (y en consecuencia equivale al sector emisor principal del Paraguay).

En la figura, se visualiza la distribución en términos porcentuales de la contribución de cada uno de los sectores identificados como fuentes de emisión de GEI para el Municipio de Mariano Roque Alonso.

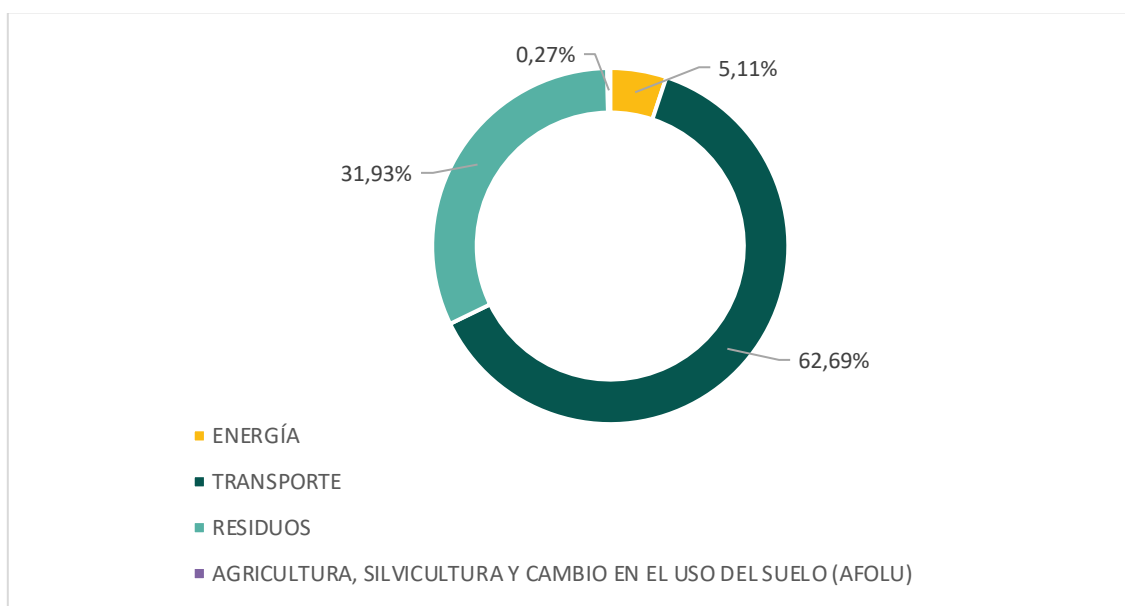


Figura 5. Distribución de las emisiones de CO₂ equivalente (tn) por sector, en Mariano Roque Alonso.
Fuente: elaboración con base en resultados del IGEI.

5.2.2. Objetivo de reducción de emisiones de GEI

Los objetivos de mitigación son compromisos para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a un nivel específico para una cierta fecha. El establecimiento de objetivos de reducción de GEI es un proceso técnico y político; y la manera en que se definen dependerá de las circunstancias, las capacidades y posibilidades, así como el apoyo disponible y otras consideraciones de factibilidad a nivel nacional o regional. De acuerdo a lo establecido en la

Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en el año 2015 el Paraguay presentó su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés).

En el informe de la NDC de la República del Paraguay, presentado en el año 2015, se considera un crecimiento del 6%, en concordancia con lo estipulado en Plan Nacional de Desarrollo 2030. Además, se prevé un periodo de revisión de 5 años para su actualización conforme cada Inventario de GEI publicado¹⁵.

Existen diversas maneras de definir una meta de reducción de emisiones a futuro. Por un lado, pueden establecerse como una reducción absoluta de acuerdo a una referencia de un año anterior. Por otro, se evalúa a lo largo del período definido la evolución de un indicador (por ejemplo, relación entre el PBI producido y emisiones generadas). Finalmente, se pueden determinar objetivos de reducción considerando un escenario de referencia proyectado conforme el actual ritmo de incremento de emisiones y, de acuerdo a éste, elaborar otro estimando que los GEI se generan a una tasa menor. Un escenario de referencia es una estimación que representa condiciones hipotéticas, en el caso de no desarrollar acciones de mitigación. Estos objetivos suelen mencionarse como objetivos de las operaciones regulares (*Business-as-usual*, BAU).

5.2.2.1. Escenario de emisiones de GEI en Mariano Roque Alonso

Partiendo de los antecedentes en cuanto a resultados a nivel nacional de emisiones de GEI; el país remitió su Primer Informe Bienal de Actualización (SEAM/PNUD/FMAM, 2015), el cual indica que, en cuanto a porcentaje de contribución de emisiones de CO₂, el sector de Uso del suelo, cambio de uso y Silvicultura (USCUSS) del INGEI constituía el principal con un 68,43% del total de emisiones (representando 108.598.610 toneladas de CO₂ equivalente – t CO₂ e), considerando el año base de 2011. Por su parte, el Segundo Informe Bienal de Actualización (MADES/PNUD/FMAM, 2018), reporta que para el año base de 2015, el sector con mayores emisiones correspondía al de “Agricultura” con 27.132.680 t CO₂ e (52,89%), en el que la categoría fermentación entérica y emisiones directas de N₂O de suelos gestionados son las que más contribuyen a las emisiones del sector.

En tanto, las emisiones netas de CO₂ del sector USCUSS ascendían a 39.561.660 t CO₂ e, correspondiendo al 30,72% de las emisiones totales de CO₂ e. Correspondiendo 23.806.620 t CO₂ e a las absorciones, y 39.561.660 t CO₂ e a las emisiones (segundo sector en importancia).

Mientras que, las emisiones del sector de “energía” totalizaban 6.170.740 t CO₂ e (con 12,03% de contribución en el total de emisiones), procediendo de la quema de combustibles fósiles; siendo la principal contribución en el año 2015 las emisiones de CO₂ procedentes del consumo de combustibles líquidos para transporte terrestre. Finalmente, para el sector “Residuos” se estiman 1.303.430 t CO₂ e, contribuyendo con un 2,54% de emisiones en el país en el año 2015.

¹⁵ <http://dncc.mades.gov.py/ndcs-de-la-republica-del-paraguay>

En líneas generales, durante el 2015 en el Paraguay se emitieron 51.293.280 t CO₂ e (netas), correspondiendo a las emisiones: 75.099.890 t CO₂ e y la absorción a -23.806,62 t CO₂ e¹⁶.

En el Segundo Informe Bienal de Actualización de Paraguay presentado en diciembre de 2018 se comunican las emisiones desde 1990 hasta 2015 por sector. A través de ecuaciones de tendencia, las mismas se proyectaron al 2030 según indica la siguiente tabla con los valores resaltados en verde.

Tabla 4. Emisiones proyectadas al 2030 a nivel nacional de los sectores Energía, Residuos y Agricultura.

Año	Energía	Residuos	Agricultura
1990	2474,77	567,9	15924,85
1991	2447,48	593,84	14210,04
1992	2776,61	611,6	17101,02
1993	3130,94	634,09	18132,07
1994	3600,82	656,06	18104,86
1995	4035,25	680,22	18283,2
1996	4000,17	700,7	18312,64
1997	4395,97	722,5	18467,23
1998	4544,92	746,91	18355,65
1999	4532,97	768,3	18230,65
2000	3772,23	788,07	18327,42
2001	3927,11	782,79	18556,32
2002	4075,41	822,45	17650,56
2003	4218,16	856,7	17961,26
2004	4242	884,35	18236,55
2005	3949,91	915,59	18471,93
2006	4036,16	963,01	18788,22

¹⁶ Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/56910784_Paraguay-BUR2-1-Informe%20Bienal%20de%20Actualizacion_PY_Dic%202018_.pdf

2007	3834,2	969,56	19777,94
2008	4415,41	989,93	19778,55
2009	4643,18	1033,03	21712,19
2010	5150,47	1058,02	23055,01
2011	5360,09	1114,69	23501,7
2012	5234,76	1165,36	24695,2
2013	5389,23	1227,29	25409,35
2014	5655,31	1266,32	27484,92
2015	6170,74	1303,43	27132,68
2016	5.549	1.228	24.634
2017	5.654	1.256	25.018
2018	5.760	1.284	25.402
2019	5.865	1.312	25.786
2020	5.971	1.340	26.170
2021	6.076	1.368	26.554
2022	6.181	1.396	26.938
2023	6.287	1.424	27.322
2024	6.392	1.452	27.706
2025	6.498	1.480	28.090
2026	6.603	1.508	28.475
2027	6.708	1.536	28.859
2028	6.814	1.564	29.243
2029	6.919	1.592	29.627
2030	7.025	1.620	30.011
Ecuación de proyección al 2030	$y = 105,41x + 2808,3$	$y = 28,016x + 499,58$	$y = 384,07x + 14648$

Fuente: IBA (2015).

Con estas proyecciones se obtuvieron las variaciones relativas entre 2018 (año base del inventario distrital) y el 2030 (año objetivo) las cuales se tuvieron en cuenta para la preparación del escenario tendencial en Mariano Roque Alonso. Según estas estimaciones, el sector Energía a nivel nacional (que incluye al transporte) aumentaría un 9% en este período, el de Residuos un 46% y el de Agricultura 55%.

Además, se contempló un ajuste de acuerdo al aumento poblacional esperado de acuerdo a datos de la DGEEC. Este factor contempla el crecimiento distrital en relación al nacional. Para Mariano Roque Alonso se proyecta para el 2030 una población 24% mayor que en el 2030, mientras que en todo el territorio paraguayo este valor sería de 16,8%. De esta forma el factor de ajuste es de 1,44.

Así, considerando las emisiones por sector para el distrito y el factor previamente mencionado se obtuvo el siguiente escenario al 2030. Cabe destacar que se desestiman las emisiones del sector Agricultura por considerarse no significantes en el distrito.

Variación emisiones distrital 2018-2030 Energía (%) = $21,9\% * 1,44 = 32\%$

Variación emisiones distrital 2018-2030 Residuos (%) = $26,2\% * 1,44 = 37,8\%$

Tabla 5. Escenario de emisiones al 2030 para Mariano Roque Alonso.

Sector	Emisiones (tCO _{2e})		Variación 2018-2030
	2018	2030	
Energía + Transporte	130.467,34	171.851,31	32%
Residuos	61.432,94	84.664,98	37,8%
Total	191.900,28	256.516,29	

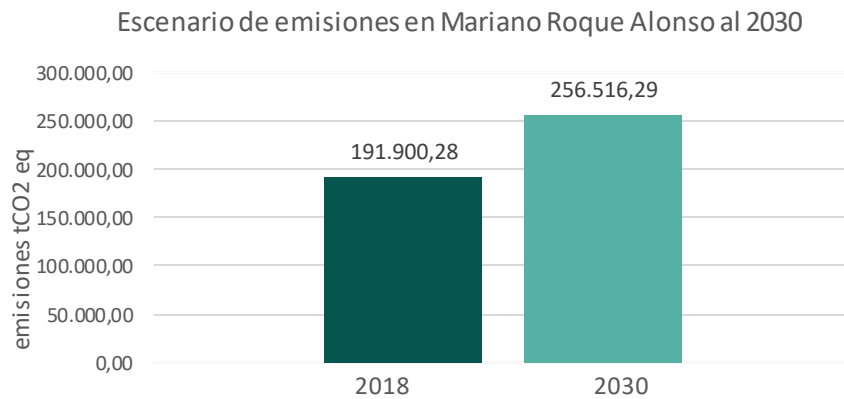


Figura 6. Emisiones al 2018 y escenario de emisiones al 2030 proyectado sin acciones (BAU) para Mariano R. Alonso.

5.2.2.2. Objetivo de reducción de emisiones en Mariano Roque Alonso

Tomando como referencia la meta de reducción de emisiones presentada por el país y acorde a lo establecido en el Pacto de Alcaldes por el Clima y la Energía, el distrito de Mariano Roque Alonso se compromete a reducir sus emisiones de gases de efecto en al menos un 20% respecto al escenario BAU al 2030 (en línea con lo establecido en la Contribución Nacionalmente Determinada del Paraguay), considerando las fuentes de emisión de los sectores considerados en este IGEI. De esta forma, en el año 2030, Mariano Roque Alonso no emitirá más de 205.213,03 tCO_{2e}.

5.2.3. Acciones de mitigación al 2030

La Municipalidad de Mariano Roque Alonso, a través de su Plan de desarrollo municipal, ha definido un conjunto de acciones para alcanzar el objetivo propuesto. Algunas de ellas se encuentran en estado de ejecución y otras se han proyectado para implementarse en un futuro cercano. Todas las propuestas están enmarcadas dentro de los Planes Sectoriales Nacionales de Cambio Climático los cuales plantean las estrategias de los ministerios competentes para ejecutar las medidas de mitigación y adaptación de la Contribución Nacional. Por otra parte, en 2015, los líderes mundiales adoptaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible, un conjunto de 17 objetivos para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. Dada la relevancia de estos, fueron considerados en el análisis de la planificación de las acciones.

Estas acciones previstas en el Municipio, están vinculadas estrechamente al Plan nacional de mitigación del cambio climático y sus programas de acción, los cuales apuntan a ser la sección operativa del plan a través de iniciativas consideradas “piloto”. Al respecto, se pretende poner en marcha acciones tendientes a reducir las emisiones y aumentar los sumideros. Estos “programas de acción” pueden ser replicados en algunos casos a escalas mayores en caso de verificarse éxito en la ejecución o en el caso de contar con fuentes de financiamientos más ambiciosos¹⁷.

Se presentan 6 programas de acción; 4 programas referentes al sector energético, 1 programa correspondiente al sector uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura y 1 programa concerniente al sector residuos, a saber:

Programa 1: Gestión Integral del Sector Transporte.

Programa 2: Cocina Limpia. Construcción de Fogones de uso eficiente de biomasa condicionada a reforestación.

Programa 3: Sustitución de cocinas con Gas Licuado de Petróleo (GLP) por cocinas a inducción en área urbana.

Programa 4: Chaco-Bosque: Uso sustentable de los bosques chaqueños.

Programa 5: Restauración Funcional de Paisajes Forestales (RFPF).

Programa 6: Gestión de Residuos.

Programa 7: Arquitectura sustentable.

¹⁷ Disponible en: <http://dncc.mades.gov.py/mitigacion/plan-nacional-de-mitigacion>

A continuación, se presenta un resumen de las acciones incluidas en la estrategia de mitigación divididas en los sectores Energía, Transporte, Residuos y Agricultura/Ganadería. Cabe mencionar que, gran parte de estas medidas pueden ser aplicadas de forma sinérgica; tanto para mitigar los efectos del cambio climático como para facilitar la reducción de la vulnerabilidad y los riesgos identificados, y en consecuencia incrementar la capacidad de adaptación a los mismos.

5.2.3.1. Acciones del sector Energía

La Estrategia Nacional de mitigación (MADES, 2014) menciona como principales líneas de acción y en consecuencia son aplicables a Mariano Roque Alonso: la sustitución del uso del gas licuado de petróleo (GLP) por energías renovables y la adopción de medidas de eficiencia energética en la cocción de alimentos, calentamiento de agua y calefacción.

Es decir, señala el reemplazo de los métodos tradicionales de cocción de alimentos en braseros abiertos por los de cocinas económicas como alternativa, con utilización también de ollas de hierro. Al respecto, se considera que en Mariano Roque Alonso existe un importante número de familias de escasos recursos que aún cocinan tradicionalmente con leña (familias de pequeños y medianos campesinos que utilizan cientos de miles de toneladas de leña para la cocción de sus alimentos). Cada porcentaje que se ahorre en el consumo de leña constituirá una ventaja para la conservación de bosques. Desde el punto de vista ambiental y económico: las cocinas disminuyen hasta el 50% del consumo de leña y reducen el porcentaje de humo emitido, con un ahorro de emisiones. Además, la reducción del humo y su evacuación por una chimenea contribuirá a mejorar las condiciones de salud por reducción de aspiración de humo tóxico. La utilización de ollas de hierro ayuda a aprovechar mejor el calor del combustible, disminuyendo tiempos de cocción.

En líneas generales, la acción que contribuirá enormemente en la reducción de emisiones de GEI en términos de uso energético, consiste principalmente en la concienciación ciudadana respecto al empleo racional de los combustibles de origen fósil y su eventual migración en el empleo de tecnologías que suponen en su concepción un uso sustentable de los recursos (energía hidráulica, eólica).

Por su parte, detallando las acciones de forma específica, se citan las siguientes:

Conforme con el Plan de desarrollo sustentable, se prevé el incentivo en el uso de tecnologías amigables con el ambiente, para contribuir al logro de la eficiencia Energética en Dependencias Municipales, por ejemplo, a través del empleo de luminarias LED y artefactos más eficientes. Esta acción aún está en etapa de evaluación, y de definición de las localizaciones específicas.

5.2.3.2. Acciones del sector Transporte

Las medidas de mitigación propuestas para reducir las emisiones atribuidas al sector “transporte” (en línea con lo dispuesto en mencionado Plan de mitigación nacional) son: el cumplimiento efectivo de la Ley N° 2748/05 de “fomento de los biocombustibles” y respectivos sus decretos reglamentarios.

Asimismo, otra acción consiste en la promoción de vehículos más eficientes, la transición a modos alternativos de transporte y utilización de transportes colectivos (ómnibus) más eficientes en cuanto a tipo de combustible empleado.

Por su parte, el incentivo a la movilidad sustentable, con el fin de fomentar la movilidad a pie se prevén crear itinerarios peatonales seguros y accesibles, eliminar las barreras arquitectónicas y ordenar el mobiliario urbano del espacio público para garantizar la accesibilidad universal.

Mientras que, incentivando a la movilidad en bicicleta, con el propósito de disminuir el uso del vehículo particular, actualmente existe una bicisenda que abarca una manzana, próxima a la plaza central de la ciudad, por lo que se prevé ampliar la longitud de la bicisenda. En tal sentido, cabe mencionar que, la intención es de construir 600 kilómetros de bicisendas que conecten el área metropolitana de Asunción (AMA), en el marco del Proyecto “Asunción ciudad verde de las Américas, vías a la sustentabilidad” (implementado por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES, con el apoyo de otros entes del Gobierno). Para lo cual, en el 2019, se efectuó un relevamiento de las localizaciones específicas que formarán parte de la red de bicisendas en el AMA, previéndose para la primera etapa unos 60 kilómetros de longitud.

Igualmente, se está evaluando la habilitación de lugares específicos para estacionamiento de bicicletas en distintos puntos del casco urbano, con fin de fomentar este tipo de movilidad.

5.2.3.3. Acciones del sector Residuos

De acuerdo a la realidad del Municipio de Mariano Roque Alonso en cuanto al sistema de disposición, eliminación y tratamiento de residuos sólidos, se proponen las siguientes acciones para la reducción de GEI: disminución del volumen de residuos sólidos a través de campañas de concienciación de reutilización y reciclaje, así como gestionar de manera eficiente e integral los residuos sólidos urbanos, también una alternativa es la captura y tratamiento del metano (CH₄) resultante del manejo de los residuos.

La gestión de residuos, de acuerdo a la visión que se describen en el Plan de desarrollo implica:

- Mejorar el servicio de recolección de RSU mediante estrategias de monitoreo
- Mejorar el servicio de Recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en origen mediante la recolección diferenciada de residuos orgánicos procedentes de vegetales, poda y similares y su correcta disposición final en un centro de acopio para generación de compost.
- Reducción de RSU mediante la creación de un centro de acopio de materiales de reciclaje y su correspondiente campaña de clasificación en origen.
- Establecer medidas de contingencia ambiental para situaciones de emergencias.
- Realización de campañas entorno a la gestión adecuada de residuos sólidos urbanos en origen.

Por su parte, en cuanto al tratamiento de efluentes líquidos, el Municipio actualmente cuenta con un servicio de alcantarillado que cubre un pequeño porcentaje de la población, por lo que es fundamental incrementar el acceso a este servicio para la mejora de la calidad de vida de la población y a su vez mitigar los efectos de las emisiones de GEI de esta actividad. Ocurre

mitigación siempre y cuando se reemplace un tratamiento anaeróbico (como pozos y cámaras sépticas domiciliarias) por uno aeróbico. La ampliación del servicio de alcantarillado y su posterior tratamiento en la nueva planta permitirán desactivar pozos negros/cámaras sépticas que son fuentes emisoras de metano.

Eventualmente, la mejora del servicio de alcantarillado contribuye a la disminución de la vulnerabilidad social, y por lo tanto podría considerarse una medida de adaptación también.

Igualmente, el mismo Plan menciona la construcción de canales en las vías públicas para recepción de desagüe pluvial para facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales.

En línea con lo mencionado, el Plan maestro de alcantarillado sanitario para 3 ciudades del AMA (entre ellas se encuentra MRA), consiste en un proyecto que está avanzando favorablemente; y tiene como propósito construir una planta de tratamiento de aguas residuales en un predio municipal (el Municipio proveerá un predio para la instalación). Este mismo Proyecto, contempla la construcción de nuevos colectores de aguas residual para ampliación de la cobertura, en la cuenca del Itay (parte de Asunción, Fernando de la Mora, Luque, San Lorenzo), San Lorenzo, Luque, Lambaré y Mariano Roque Alonso.¹⁸

5.2.3.4. Acciones del sector Agricultura/Ganadería

Para las actividades relacionadas a la agricultura; que, si bien no representan una fuente importante de emisiones de GEI en Mariano Roque Alonso y si a nivel país, se propone la utilización eficiente de los fertilizantes sintéticos, el manejo eficiente del estiércol en sistemas de pastizales y silvo pastoriles. Además, el fomento de la inclusión de alimentos y suplementos que disminuyan el volumen de la fermentación entérica.

Así como también, es fundamental el manejo adecuado de las pasturas, al contribuir en la mejora de la fertilidad del suelo incorporando hojarasca y nutrientes al suelo.

Cabe mencionar que, las acciones propuestas de mitigación al cambio climático para este sector, están vinculadas fundamentalmente a la protección del suelo, de los bosques y los recursos hídricos, debido a que estos elementos inciden en la producción sustentable de los principales *comodities* del país (soja y carne bovina). A continuación, se mencionan las medidas contempladas a tal fin:

- Obras de infraestructuras y mejoramiento de instalaciones para la provisión de agua, constituyen una adecuada infraestructura de cosecha de agua atmosférica, aprovechamiento racional del agua subterránea y protección y recuperación de cauces hídricos superficiales, es recomendable.
- La gestión de los sitios de extracción mediante pozos profundos de agua dulce de calidad, existentes en la región y los recursos hídricos superficiales, deben ser preservados, restaurados y protegidos con cobertura de masa boscosa. Esto permitirá disminuir el riesgo de déficit hídrico y establecer un esquema de disponibilidad de agua para fines múltiples; consumo humano, productivo y para el sostenimiento de los ecosistemas y la vida silvestre (USAID, 2016).

¹⁸ Disponible en: <http://www.essap.com.py/proyectos/plan-maestro-de-alcantarillado-para-el-gran-asuncion/>

- Forestación: consiste en la introducción de especies forestales en áreas donde originalmente no estaban cubiertas de árboles
- Establecer una franja protectora de recursos hídricos: la “Ley 4241/2012 de Restauración de bosques protectores de cauces hídricos, en el territorio de la República del Paraguay” establece la obligatoriedad de la recomposición de la cobertura forestal para protección de cursos hídricos, evitar la erosión y arrastre de sedimentos al agua, y otros beneficios
- Recuperación de tierras degradadas: las áreas consideradas como de nula o escasa fertilidad, con pendiente, rocosas u otras características no aptas para la pastura; podrían destinarse a la implantación de especies forestales (Caviglia et al., 2016).
- Conservación de bosques nativos: protección del remanente boscoso y evitar la emisión de CO₂ por tala y/o pérdida de biomasa por extracción de rollos (ocasionando degradación del bosque).

5.3. Estrategia de adaptación al año 2030

Los cambios producidos en el ambiente por la actividad humana tienen consecuencias sobre las condiciones de vida de la población, afectando con mayor intensidad a los sectores de mayor vulnerabilidad. Por ello, las políticas gubernamentales deben estar orientadas a la amortiguación, planificación de respuestas y protección de los sectores más vulnerables.

La capacidad de una sociedad de adaptarse a los impactos del cambio climático depende de una multiplicidad de factores interrelacionados: su base productiva, las redes y prestaciones sociales, el capital humano, las instituciones y la capacidad de gestión, los ingresos nacionales, la salud y la tecnología disponible, la infraestructura existente, entre otros. Uno de los factores más influyentes es la existencia de políticas de desarrollo planificadas. El grado en que una sociedad puede responder exitosamente a los desafíos que plantea el cambio climático está íntimamente conectado con el desarrollo social y económico. Las comunidades con menos recursos económicos presentan un mayor riesgo de impactos negativos frente a eventos extremos como sequías, inundaciones y tormentas.

La Estrategia de Adaptación tiene como finalidad tomar conciencia de la relevancia de anticiparse a los hechos e identificar los riesgos existentes para la localidad de Mariano Roque Alonso y, de esta manera, pensar acciones para adaptar o detener algunos de los posibles impactos. Es importante destacar que, de esta manera, se logrará proteger y preparar a la población para afrontar las distintas adversidades a las que el cambio climático nos enfrenta.

De acuerdo al IPCC, el riesgo de desastres es la posibilidad de que se produzcan impactos con efectos adversos en el futuro. Está en función de los peligros (amenazas), de los elementos expuestos y de su vulnerabilidad. El riesgo frente al cambio climático entonces deriva de la interacción de procesos sociales y climáticos.

El peligro (o amenaza) se refiere a los cambios en las variables climáticas (aumento/disminución de precipitación, temperatura, vientos, etc) y a la ocurrencia de eventos climáticos extremos (inundaciones, lluvias torrenciales, sequía, granizo, vientos fuertes, aludes, entre otros) que pueden tener efectos adversos sobre los elementos vulnerables expuestos (población, sistema productivo, red vial, servicios básicos, entre otros).

El término exposición se refiere a la existencia de personas, medios de vida, ecosistemas, recursos y servicios ambientales, infraestructuras y activos económicos (sociales o culturales) que pueden verse afectados de manera adversa por un evento o tendencia climática.

La vulnerabilidad hace referencia a la valoración del territorio, sus sistemas o sectores y elementos o especies, en función de su propensión o predisposición a verse afectado por una amenaza climática. Se explica a través de dos componentes: la sensibilidad, que representa el grado de afectación del sistema o de la población, y la capacidad adaptativa, que se define como la habilidad de los sistemas, instituciones, seres humanos u otros organismos para asumir los potenciales efectos del cambio climático. La caracterización de la vulnerabilidad es clave para saber cómo puede la población verse afectada por ciertos peligros y establecer mecanismos de adaptación y políticas efectivas, orientadas a la disminución de la exposición y de la sensibilidad o al fortalecimiento y mejora de la capacidad de respuesta.

5.3.1. Evaluación de las amenazas

Con el objetivo de evaluar qué cambios han tenido lugar y cuáles son los cambios esperados para las próximas décadas en las variables climáticas relevantes a nivel local se evalúan en primer lugar las tendencias climáticas históricas de temperatura máxima anual y de precipitación anual, correspondiente a la estación meteorológica más cercana, ubicada en el Aeropuerto ubicado en la ciudad de Luque. En segundo lugar, se analizan los resultados de las modelaciones climáticas que indican las proyecciones del clima a futuro, y por último se analizan los principales eventos climáticos extremos bajo los que está expuesto el municipio de Mariano Roque Alonso.

1. Tendencias climáticas históricas

I. Precipitación

La distribución de la precipitación en Mariano Roque Alonso tiene una marcada estacionalidad: los periodos de más lluvia son los meses de verano, desde noviembre a enero, con un pico en abril, para luego disminuir considerablemente en el otoño y en invierno. Las lluvias en el periodo de mayor cantidad pueden llegar a los 150 milímetros por mes, pero con una distribución muy irregular, es decir, en un solo día o pocas horas pueden caer más de 100 milímetros (ver figura siguiente).

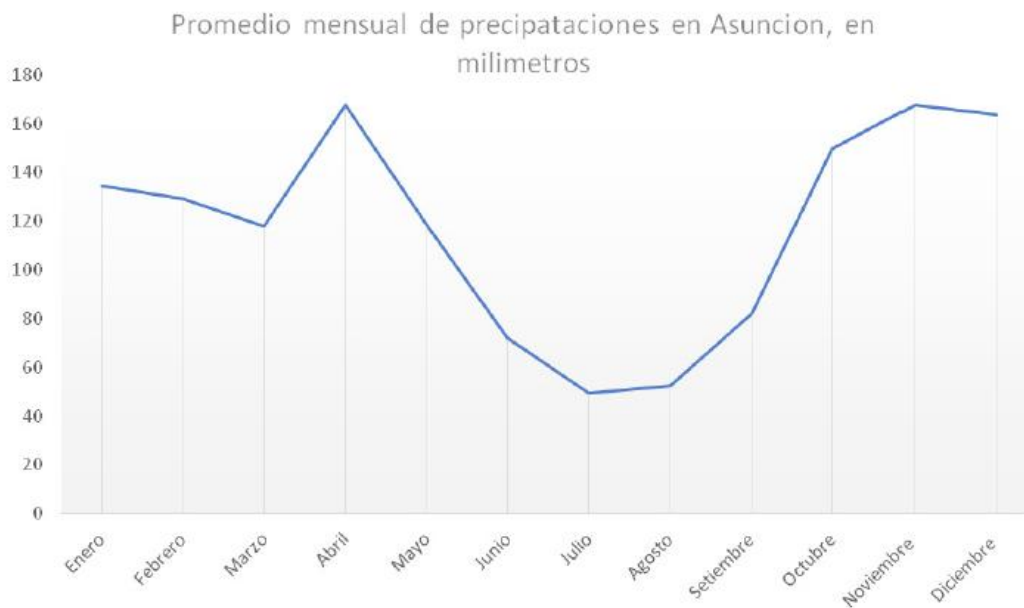


Figura 7. Precipitación media mensual en Asunción (mm). Últimos 30 años. Estación meteorológica Aeropuerto de Asunción. Fuente: Gonzalez Ponessa, 2017.

La precipitación ha aumentado en promedio 4,068 mm por cada año, resultando en un aumento de 211,55 mm durante el período 1960-2012. El valor mínimo de precipitación fue de 811,1 mm en el año 1976, mientras que el valor máximo registrado fue de 2330,5 mm, en el año 1998 (ver figura 8)

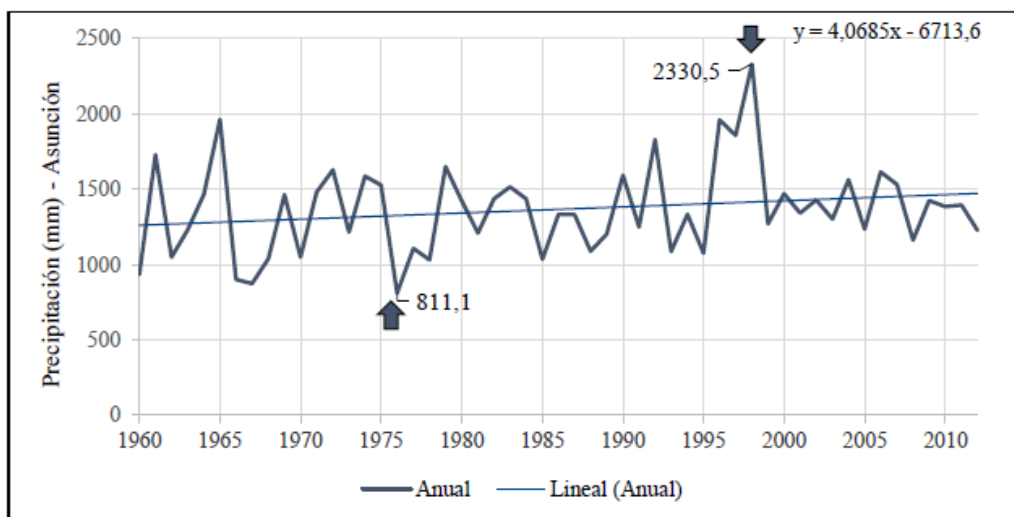


Figura 8. Tendencia de la precipitación media anual (mm) en el período 1960-2012. Estación meteorológica Aeropuerto de Asunción. Fuente: Gonzalez Ponessa (2017).

II. Temperatura

Un aumento de la temperatura máxima media de 0,023 °C/año, alcanzando una diferencia entre 1960 y 2012 de 1,196°C. El valor mínimo de la serie es de 27°C y ocurrió en el año 1965, mientras que el valor máximo es de 30,2°C y ocurrió en el año 2006 (ver figura).

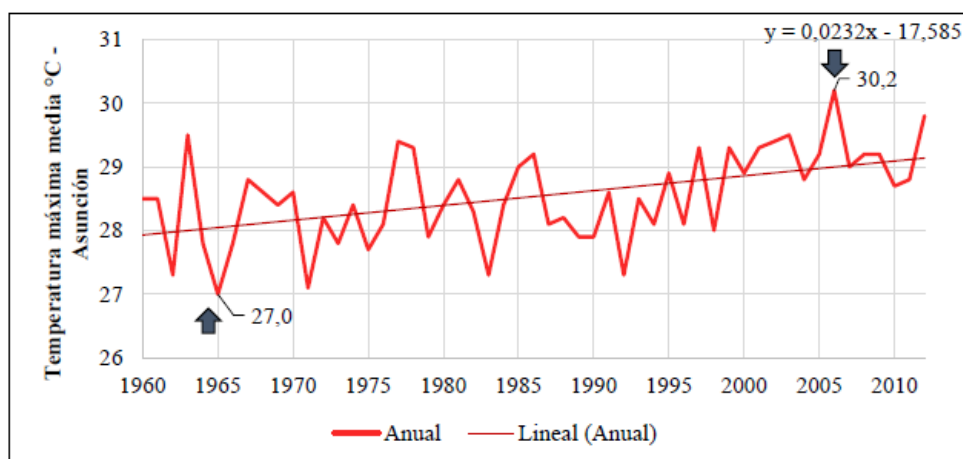


Figura 9. Tendencia de la temperatura máxima media (°C) para el período 1960-2012. Estación meteorológica Aeropuerto de Asunción. Fuente: Gonzalez Ponessa, 2017.

2. Proyecciones climáticas futuras

En el Quinto Informe de evaluación del IPCC (2014) se han definido 4 escenarios de emisión, denominados Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés). Éstas se caracterizan por su Forzamiento Radiativo (FR) total para el año 2100 y varían entre 2,6 y 8,5W/m² (IPCC, 2014), llamando a cada escenario con las siglas “RCP” y el valor del Forzamiento Radiativo.

El escenario RCP 8.5 proyecta en Mariano Roque Alonso un desplazamiento de las isohietas de precipitación, resultando en un aumento de la misma en las próximas décadas, casi alcanzando en la década 2041-2050 la categoría de precipitación de entre 1400-2200 mm (ver figura 10). Por su parte, se proyecta también un desplazamiento de las isotermas de temperatura media anual, resultando en un aumento de esta (figura 11).

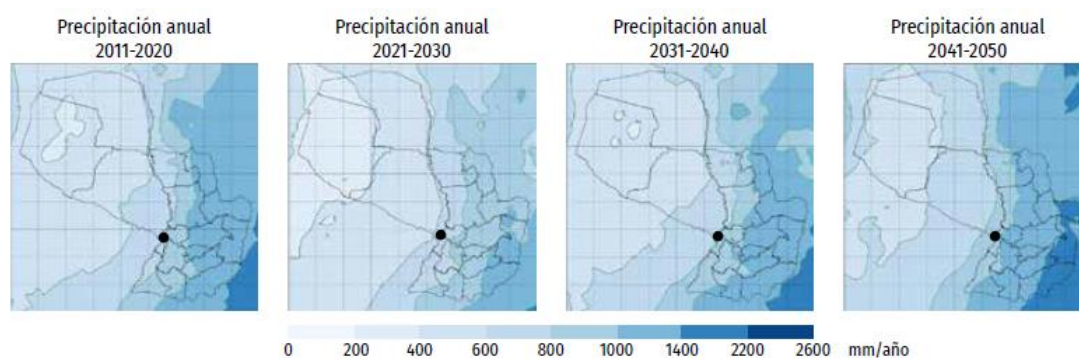


Figura 10. Proyección de precipitación anual según el modelo ETA. Escenario de emisiones RCP 8.5. Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2017.

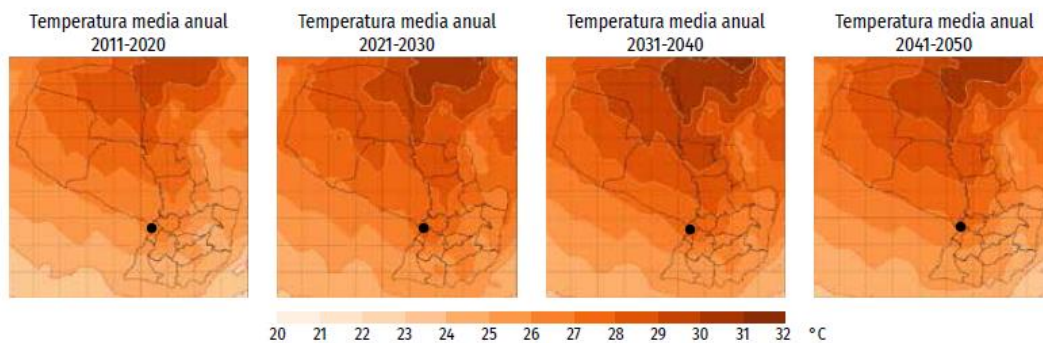


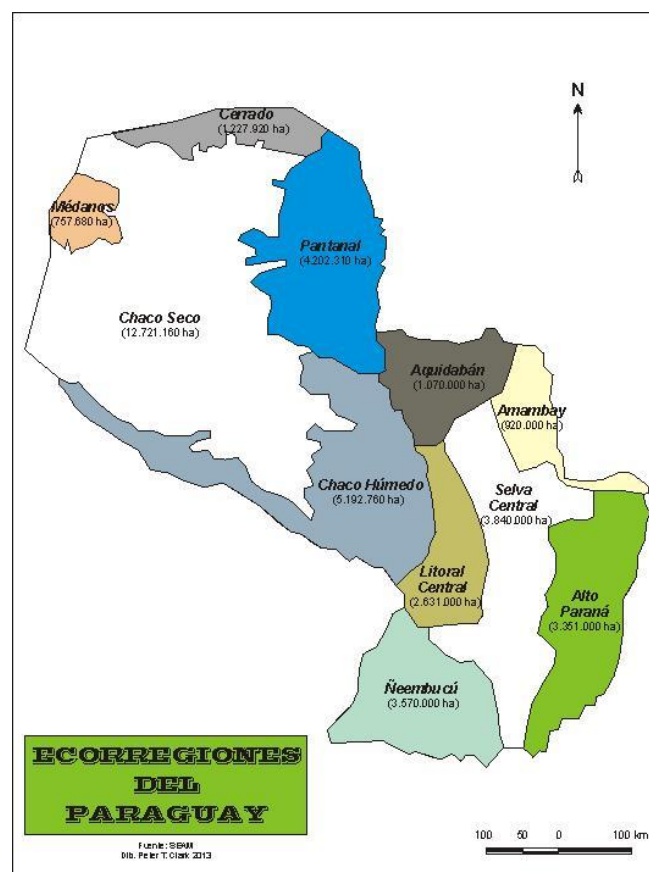
Figura 11. Proyección de temperatura media anual según el modelo ETA. Escenario de emisiones RCP 8.5.
Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2017.

3. Eventos climáticos extremos

Los siguientes dos tipos de eventos climáticos extremos son los más problemáticos para el municipio: i) Inundaciones ribereñas por desborde del Río Paraguay y ii) Inundaciones urbanas por lluvias torrenciales. Además, se menciona un tercer tipo de evento, aunque menos recurrente: iii) aumento de temperatura del Río Paraguay.

- **Inundaciones ribereñas por desborde del Río Paraguay**

Las inundaciones ribereñas ocurren debido a las crecidas estacionales y extraordinarias del río Paraguay, a partir del agua precipitada que se acumula en El Pantanal cual actúa como un



regulador hídrico o embalse natural, acumulándose el agua de forma lenta y progresiva, que luego desagota con regularidad al cauce del río Paraguay durante seis meses, desde abril a septiembre (meses de menor volumen de precipitación en El Pantanal). El efecto regulador provoca una demora de alrededor de 3 a 4 meses en la ocurrencia del pico de crecida, ya que aguas arriba del Pantanal, las crecidas tienen su pico entre los meses de febrero y marzo, mientras que aguas abajo, generalmente se dan en los meses abril-junio (ver figura 12).

Figura 12. Ecorregiones del Paraguay. El Pantanal, la ecorregión que aporta agua al Río Paraguay ubicada a más de 100 km de Mariano Roque Alonso. Fuente: SEAM.

Las inundaciones de los afluentes del Río Paraguay no siempre coinciden con las crecidas de este, sufren grandes variaciones, tanto en tiempo como en espacio tornando muy complejo el régimen, en su conjunto, sobre todo en los trechos inferiores.

A continuación, se muestran los tiempos de retorno (T_r), en la tabla 6 y las áreas que pueden llegar a ser afectadas por las inundaciones, en base a estos tiempos de retorno, en la figura 13.

Tabla 6. Cota Hidrológica asociada al tiempo de retorno (T_r). Fuente: Proyecto de Gestión de Riesgo de Inundaciones y otros Fenómenos asociados

<i>T_r (Años)</i>	<i>Cota Hidrológica (m)</i>
2	8,7
5	8,83
10	8,9
20	8,95
50	9,02
100	9,06
500	9,15



Figura 13. Área de Inundación del río Paraguay, municipio Mariano Roque Alonso.
Fuente: Proyecto de Gestión de Riesgo de Inundaciones y otros Fenómenos asociados.

- **Inundaciones urbanas por lluvias torrenciales**

Las inundaciones por lluvias torrenciales ocurren todos los años, luego de lluvias del orden de 50 mm o más en periodos de entre 1 y 2 horas, y se registran normalmente en los meses de octubre y abril.

Las inundaciones adquieren relevancia en áreas urbanas a partir de los años 70, cuando se intensifican los procesos de ocupación del suelo vinculado a las planicies naturales de inundación de los ríos y riberas de los arroyos urbanos. En los años 1982- 83 esta ocupación de territorio se agudiza en el país, asociados al evento climático “El Niño” cuando el río Paraguay llega a niveles extraordinariamente altos, con pocos antecedentes registrados hasta esa fecha, debido a estos eventos la población ribereña, ocupa espacios más altos casi siempre vinculados a cauces hídricos, con un impacto sobre toda la ciudad por la ocupación de espacios públicos, refugios improvisados en terrenos públicos, privados. y los efectos ambientales y sanitarios que traen consigo esta situación.

- **Aumento de temperatura del Río Paraguay**

Otro de los eventos ocurridos fue un fenómeno de mortandad de peces en el río Paraguay por la disminución de oxígeno disuelto en el agua¹⁹, siendo una de las causas el aumento de temperatura de las aguas de acuerdo con los estudios realizados por el Ministerio de Ambiente

¹⁹ Ministerio de Ambiente y de desarrollo sostenible de Paraguay: <http://www.mades.gov.py/2019/04/08/estudios-confirman-que-mortandad-de-peces-fue-por-falta-de-oxigeno/>

y Desarrollo Sostenible; esta situación afectó severamente las actividades de pesca artesanal y suministro de alimentos en la zona.

Es posible que los valores bajos de oxígeno disuelto sean también causados por la interacción de la contaminación del río por efluentes industriales y residenciales y las temperaturas altas. Al respecto, se presume que la falta de oxígeno en el agua ocurrió por la excesiva cantidad de precipitaciones, siendo ésta, una información que debería ser confirmada por fuentes e investigaciones confiables²⁰.

5.3.2. Evaluación de la vulnerabilidad, exposición e impactos

1. Vulnerabilidad, exposición e impactos de las inundaciones por desborde del Río Paraguay

Las inundaciones ribereñas afectan al territorio debido a la ocupación paulatina y sostenida que se hizo en las zonas bajas (planicies inundables) en los últimos 50 años. Estas ocupaciones se dieron principalmente en los periodos de sequias prolongadas asociadas a bajantes del río Paraguay, olvidándose momentáneamente los registros históricos de crecidas, por ejemplo, las ocurridas en la década de 1830, que dejaron marcas en el Peñón de Limpio (afloramiento rocoso – isla en el río Paraguay) indicando niveles de 10,30 m, nivel al que por lo tanto podría volver a llegar.

Considerando las inundaciones con cierto grado de recurrencia, los siguientes son los barrios que están expuestos: Caacupemi, San Ramón, Rosa Mística, Bañado, Villa Margarita, Remanso, Curumba Cua Universo y Surubí y (ver figura 14), que según las distintas extensiones y tiempos de retorno de las inundaciones serán inundados en mayor o menor medida.

²⁰ ver esta información es el siguiente enlace: <https://www.baseis.org.py/mortandad-de-peces-es-consecuencia-de-ataques-al-ambiente/#:~:text=Asunci%C3%B3n%20de%20abril%20de,y%20preocupaci%C3%B3n%20en%20los%20pobladores>

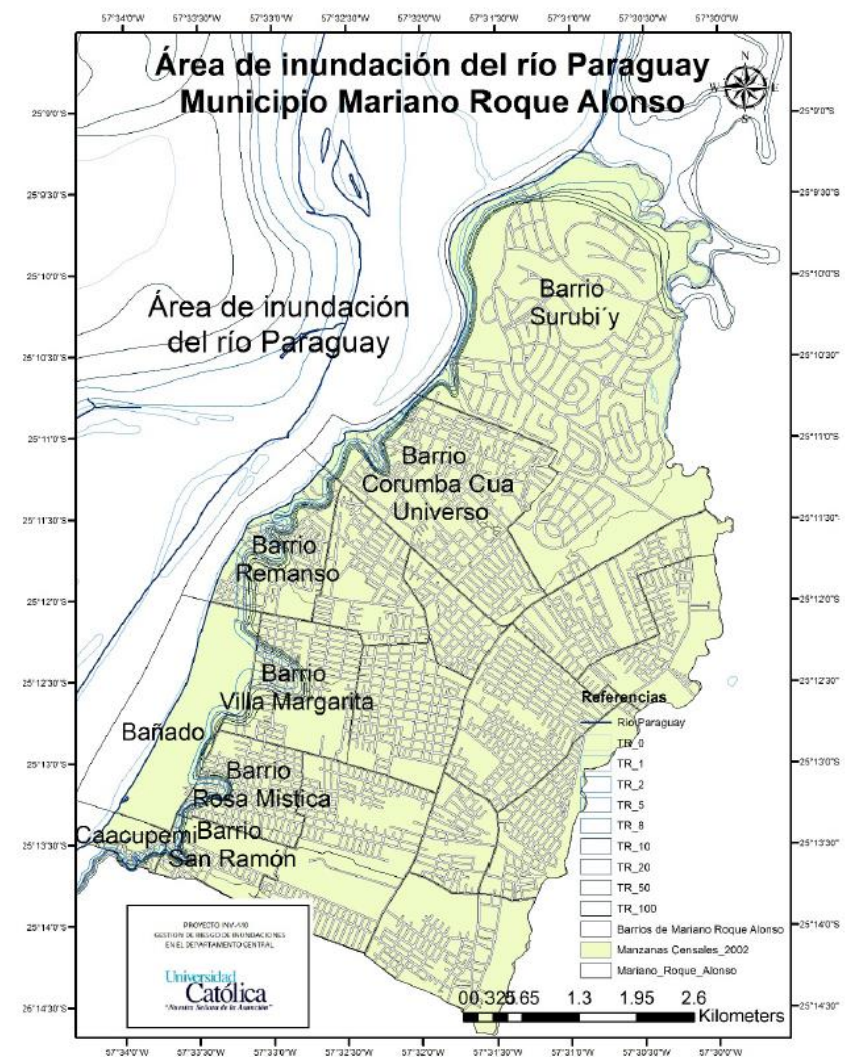


Figura 14. Área de inundación y barrios afectados del río Paraguay en MRA. Fuente: Universidad Católica, 2017.

Existen sobre la costa del Río Paraguay en Mariano Roque Alonso múltiples locales de venta de pescados y comedores, los cuales dependen de la pesca artesanal. Al ocurrir las inundaciones de ribera estas familias tanto de los comedores como de los pescadores se ven afectadas económicamente por la interrupción del servicio. Además, también se encuentran presentes otros tipos de comercios, casas y otra infraestructura que se ve afectada durante las inundaciones.

Como referencia, se ha obtenido información cartográfica de la base de datos *Open Street Maps*, la cual si bien no es completa sirve para tener una idea de algunos elementos presentes en el área de influencia de las inundaciones ribereñas. Sobre la base de una inundación con un tiempo de retorno de 100 años, que afecta en total 800 hectáreas, se encuentran expuestos un banco, una escuela, clubes, comercios, industrias, restaurantes e infraestructura vial (ver figura

15). Si bien no figuran en el mapa por no ser una base completa, también hay casas y otros elementos expuestos en el área²¹.

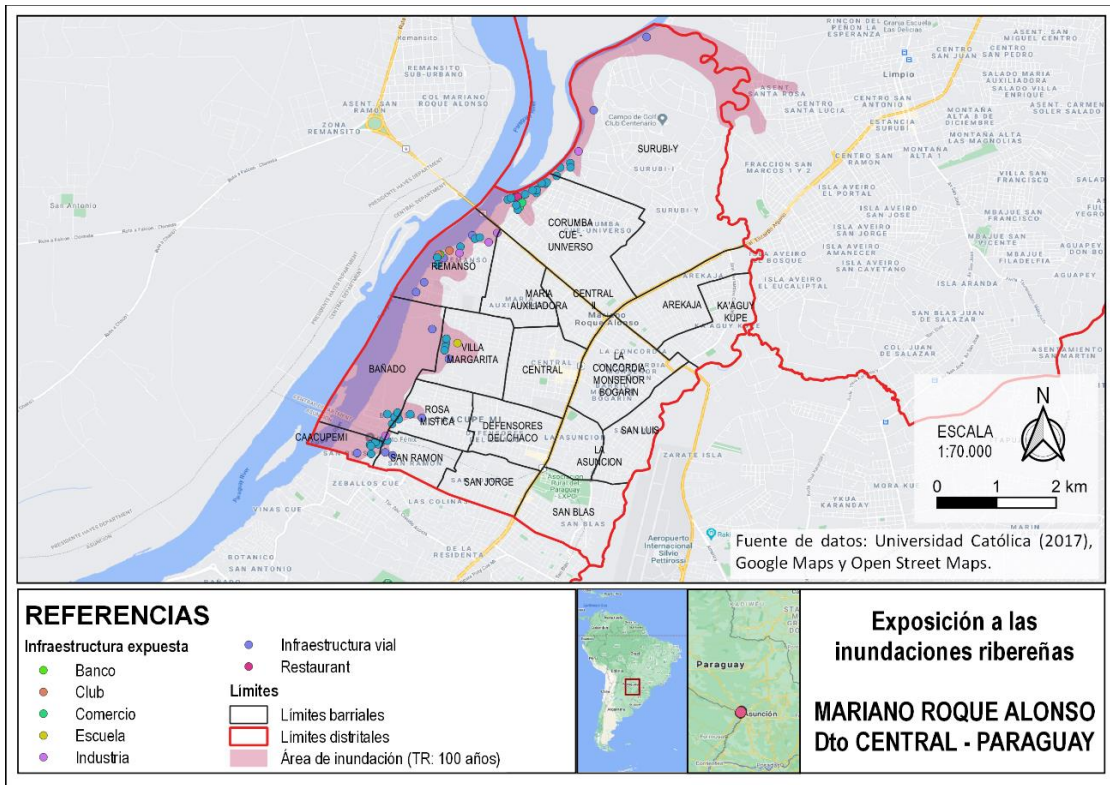


Figura 15. El elementos expuestos en el área de influencia de las inundaciones con Tiempo de Retorno de 100 años. El total de la superficie inundada dentro del municipio es de 800 hectáreas. Fuente: elaboración propia en base a datos de Open Street Maps, Universidad Católica (2017) y Google Maps.

2. Vulnerabilidad y exposición a las inundaciones urbanas por lluvias torrenciales

Las lluvias torrenciales generan inundaciones localizadas en muchos barrios, que colapsan provocando impactos en todos los ámbitos y perjuicios económicos, sociales y ambientales. La principal razón por la que ocurren estos impactos es debido a la concentración de población en los centros urbanos y a la débil infraestructura de evacuación de aguas pluviales, además del deterioro sistemático de los servicios públicos como desgaste del pavimento, presencia de zonas de estancamiento de agua, entre otros.

El agua de lluvia se escurre luego de entre 1 a 2 horas debido a las ondulaciones topográficas, sin embargo, tiende a erosionar los materiales de curso de base, acción que daña el pavimento. Debido a la falta de drenajes, los arroyos se convierten en evacuadores de agua pluvial, los cuales se desbordan de su cauce natural arrastrando todo tipo de residuos sólidos que finalmente se depositan en la ribera del río Paraguay, con los posteriores impactos

²¹ Esta identificación es un primer análisis que debe ser complementado mediante un relevamiento más profundo, con información de primera mano, para identificar todos los elementos expuestos a las inundaciones ribereñas por desbordes del Río Paraguay en el territorio.

ambientales que ello conlleva. Todas las descargas del alcantarillado sanitario conducen a cauces hídricos, ya sean arroyos o mismo el Río Paraguay.

Hay ocho puntos críticos identificados y verificados que se ven afectados durante las inundaciones torrenciales en el Municipio Mariano Roque Alonso (figura 16 y tabla 7).

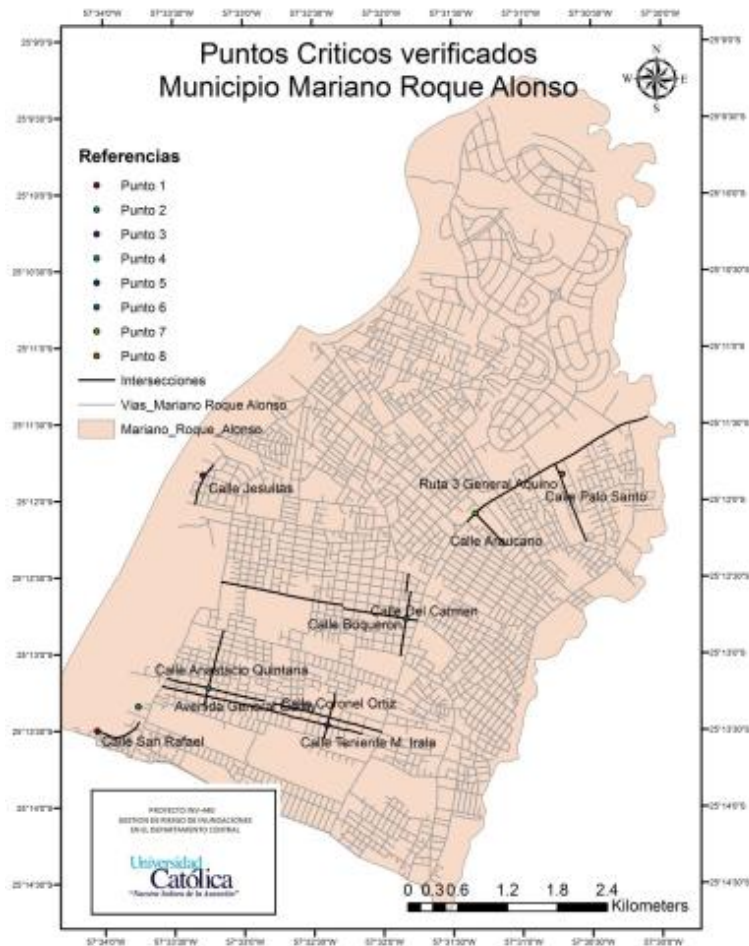


Figura 16. Mapa de ubicación de puntos críticos verificados en Mariano Roque Alonso. Fuente: Proyecto de Gestión de Riesgo de Inundaciones y otros Fenómenos asociados²².

Puntos	Ubicación	Afectado por:	Detalle de la afectación

²² Proyecto Gestión de riesgo de inundaciones y otros fenómenos asociados en municipios del departamento central. (14-INV-440 – Ciencia, Tecnología y Sociedad), 2017

críticos			
1	Entrada a Mariano Roque Alonso, Calle San Rafael	Subida del río	Una vivienda, el resto del lugar es un puerto, en otras zonas en la cercanía comentan que si tienen problemas de acumulación de agua.
2	A dos Cuadras de punto 1, calle Paseo de Fátima	Lluvias torrenciales	Inunda poco, hay una cancha al lado de la calle que tiene su desagüe en el río pero cuando este sube toda el agua entra por la cancha.
3	Intersección entre Calle Jesuitas y calle sin nombre paralela a Dominicos	Lluvia de cualquier intensidad	Inundaciones de todas las viviendas, bloqueo con escombros para desvío del agua
4	Intersección entre Avenida General Garay y Calle Anastasio Quintana	Lluvias torrenciales	Inaccesible en el sector
5	Intersección entre Calle Teniente M. Irala y Calle Coronel Ortíz	Lluvias torrenciales	Viviendas por debajo del desagüe, taponamiento en los desagües
6	Intersección entre Calle Boquerón y Calle del Carmen	Lluvias torrenciales	Empresas en el margen del arroyo. Zona industrial.
7	Intersección entre Ruta 3 General Aquino y Calle Araucano	Lluvias torrenciales	Debajo del Viaducto en la zona alta presenta nivel freático alto al pisar el suelo sale agua, no se inunda. En la Zona baja se inunda desde el agua desahogada de la zona alta sumado a tuberías colapsadas.
8	Calle Palo Santo casi Ruta 3 General Aquino	Lluvias torrenciales	Carece de sistema de drenaje, áreas residenciales más afectadas en las zonas bajas por el agua que baja de las zonas altas.

Tabla 7. Ubicación de los puntos críticos y detalle de la afectación. Fuente: Proyecto de Gestión de Riesgo de Inundaciones y otros Fenómenos asociados.

Se ha analizado del mismo modo que con las inundaciones ribereñas, los elementos expuestos a las inundaciones localizadas por lluvias torrenciales en los ocho puntos críticos identificados. A cada uno de los puntos se ha asignado un área de influencia de 150 metros, asumiendo que los elementos presentes en dicho radio pueden verse afectados directa o indirectamente por las inundaciones localizadas. Se encontró que existen comercios, edificios públicos,

infraestructura educativa, infraestructura vial, oficinas, restaurantes, además de casas y otros elementos (ver figura 17).²³

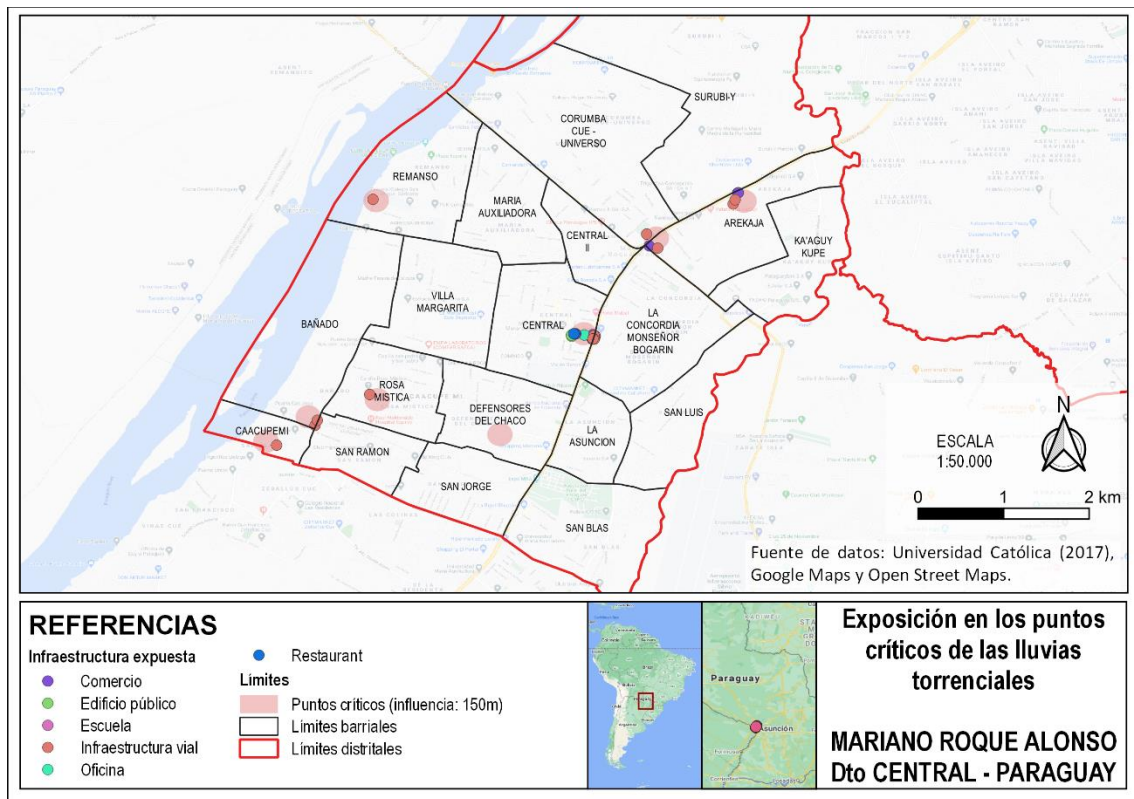


Figura 17. Elementos expuestos en ocho puntos críticos identificados donde ocurren las inundaciones localizadas. Fuente: elaboración propia en base a datos de Open Street Maps, Universidad Católica (2017) y Google Maps.

3. Expansión demográfica

La expansión demográfica, unida a su evolución histórica, llevó al conjunto urbano a ensanchar sus límites y a densificar su planta sobre el territorio, alterando con ello el sistema natural, y especialmente los procesos hidrográficos. Si bien el sitio del conjunto urbano ha sido sometido permanentemente a lo largo de su historia a elevadas presiones por la actividad humana, la expansión espacial del municipio Mariano Roque Alonso implicó ocupar sistemáticamente lechos de inundación fluvial, alterar fondos y bordes de cauces fluviales, rellenar humedales y paleocanales, cambiando la naturaleza y geometría de las redes hidrográficas alterando significativamente la calidad y cantidad de las aguas superficiales y subterráneas.

La urbanización ha significado reemplazar usos agrícolas y cubiertas de vegetación de los suelos, por superficies duras, tales como calles y sitios sin cultivar ni labrar, que han modificado las tasas de impermeabilización, aumentando la escorrentía superficial y subterránea. Estas transformaciones han provocado una disminución de la infiltración de las aguas de lluvia y consecuentemente un aumento en el escurrimiento y por lo tanto, un incremento en la

²³ Esta identificación es un primer análisis que debe ser complementado mediante un relevamiento más profundo, con información de primera mano, para identificar todos los elementos expuestos a las inundaciones localizadas por lluvias torrenciales en el territorio.

capacidad de erosión y transporte de sedimentos, todo lo cual se debería traducirse en aumento del riesgo de inundaciones, debido a los cambios en los ciclos del agua, como la recarga de aguas subterráneas y el flujo base de las cuencas. Por consiguiente, aquellas zonas con cuencas altamente urbanizadas a sus alrededores tendrán una mayor probabilidad de inundación en época de lluvias.²⁴

Considerando lo anterior expuesto se evaluó la expansión urbana entre los años 2010 – 2017 bajo la información de cambio de uso disponible en la plataforma de mapBiomias Chaco²⁵, observando el cambio de uso de suelo y la ampliación de la mancha urbana entre este periodo mostrando una ganancia de área impermeable urbana de 612 hectáreas aproximadamente; haciendo un cambio de suelo significativo en áreas que poseen mayor capacidad de drenaje como lo son Bosques nativos, bosques cultivados, pastizales y cultivos con una reducción de 495 ha aproximadamente.

Tabla 8. Matriz de cambio de Suelo para Mariano Roque Alonso período 2010-2017

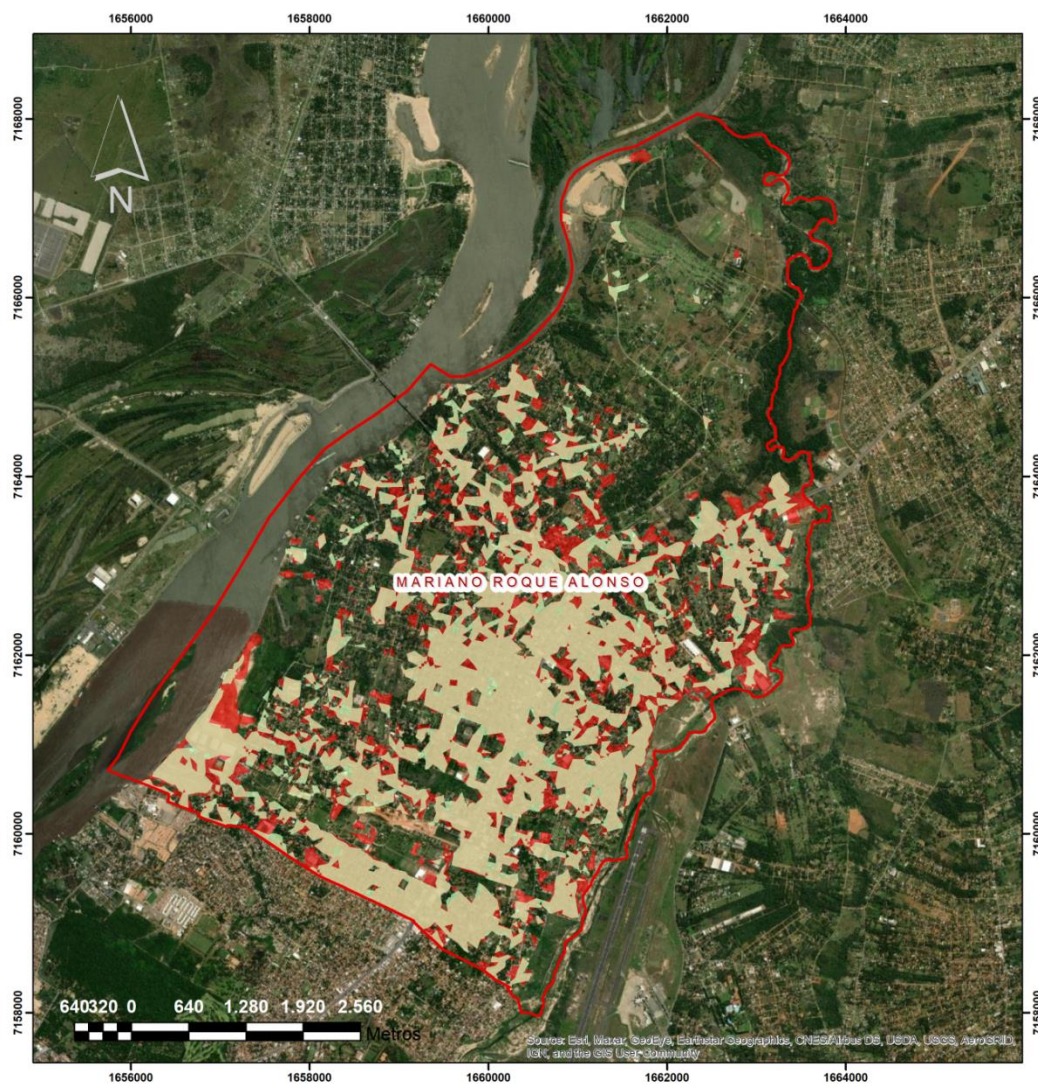
		Matriz de cambio de uso del suelo período 2010-2017 Municipio Mariano Roque Alonso					
		2010					
		Bosque nativo	Plantaciones	Pastizal	Cultivos	Asentamientos y otras tierras	Humedales
2017	Bosque nativo	896,49	1,17	2,12	243,54	0,84	0
	Plantaciones	2,09	0	0,46	4,10	0	0
	Pastizal	47,11	0	2,28	135,49	3,60	0
	Cultivos	386,91	5,07	27,25	3.307,01	154,25	2,81
	Asentamientos y otras tierras	89,24	0	16,56	495,86	1.418,11	1,00
	Humedales	36,04	0,17	0,50	60,08	2,39	669,05

Fuente: Elaboración Propia, basado en los datos anuales de cobertura y uso del suelo del Gran Chaco Americano del 2010 a 2017.

²⁴ Crecimiento urbano e impermeabilización del suelo alrededor de la Reserva Forestal Thomas van der Hammen, en la ciudad de Bogotá

²⁵ <https://chaco.mapbiomas.org/>

Expansión Urbana Municipio Mariano Roque Alonso 2010 - 2017



Mapa fuente: Ráster Mapbiomas
chaco.mapbiomas.org
Mapa base: Cartografía digital Municipio MRA <https://www.dgeec.gov.py/>
Esri, Maxar - GeoEye - USGS

Figura 18. Mapa de ubicación expansión de la mancha urbana.
Fuente: Elaboración Propia, basado en los datos anuales de cobertura y uso del suelo del Gran Chaco Americano del 2010 a 2017.

4. Vulnerabilidad en la Salud

Entre las principales enfermedades relacionadas al cambio climático (dengue, malaria, enfermedades diarreicas agudas (EDAs) y enfermedades respiratorias agudas (IRAs). Las proyecciones para la malaria predicen aumentos importantes en el número de casos para el departamento Alto Paraná hacia la década del 2030, acentuándose en la primavera y el verano²⁶.

En cuanto al dengue las proyecciones indican que el número de casos de dengue en el departamento Central no mostrará aumentos muy significativos en el 2020 y 2030 al compararlos con su línea de base 1961-1990. Sin embargo, en la capital del país, Asunción, puede notarse un paulatino aumento de casos hacia las décadas de 2020 y 2030, siguiendo siempre el patrón de un mayor número de casos en el verano. Por la cercanía, Mariano Roque Alonso podría asimismo sufrir un aumento.

Para las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs), conforme a las proyecciones realizadas para las décadas de 2020 y 2030, en el departamento Central se observa un aumento hacia fines del 2030. Las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs), por su parte, presentarán un aumento para las décadas de 2020 y 2030 en relación con su línea de base, con picos pronunciados hacia el 2030 en verano y primavera en el departamento Central.

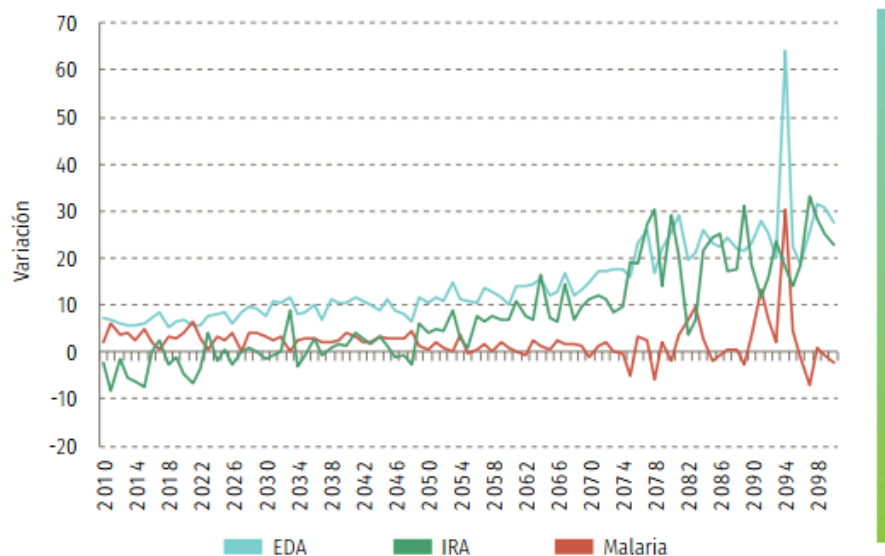


Figura 19. Proyecciones en número de casos. EDA, IRA y malaria. Escenario A2.
Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

²⁶ Economía del Cambio Climático en Paraguay

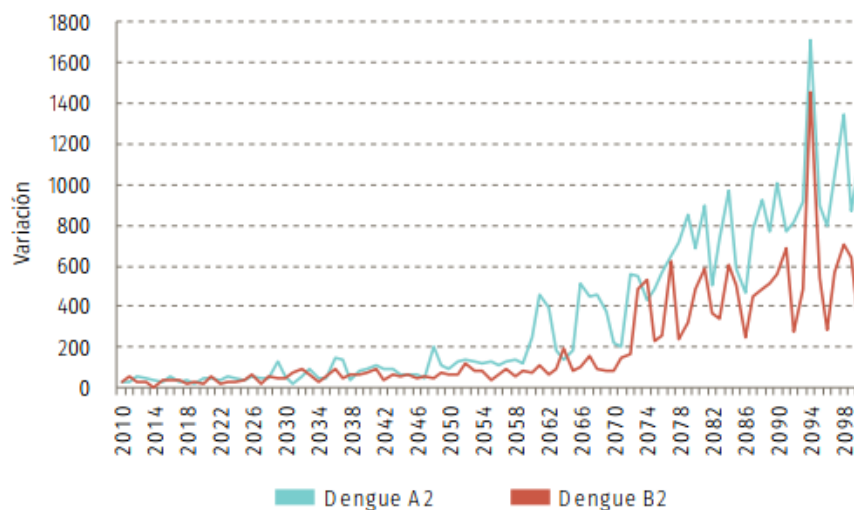


Figura 20. Proyecciones en número de casos. Dengue. Escenario A2 y B2
Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

Estas proyecciones ponen de manifiesto aún más la relevancia con respecto a la adaptación al cambio climático para reducir las inundaciones, que dan lugar a la propagación de vectores y enfermedades.

5. Vulnerabilidad física, organizativa y económica

A continuación, se lista la situación actual de la vulnerabilidad física, organizativa y económica del Municipio, según distintos indicadores (Tabla 99). Si bien son vulnerabilidades no asociadas directamente a una amenaza, este diagnóstico sirve como referencia para la definición de medidas de adaptación de reducción de vulnerabilidad, para preparar mejor el municipio ante los riesgos climáticos en general.

Tabla 9. Vulnerabilidad física, organizativa y económica de Mariano Roque Alonso.

Áreas de Análisis	Indicadores	Situación Actual
Vulnerabilidad Física	Calidad de las vías de comunicaciones	80% en mal estado.
	Existencia y accesibilidad de las rutas de evacuación en caso de desastre	Si posee alta accesibilidad y conectividad con el resto de los municipios en caso de emergencia. Pero no están identificadas y señalizadas.
	Calidad de construcción de la vivienda	60% aprox. Reúne condiciones mínimas contra estructurales y el 40% aprox. se encuentra afectado según los registros municipales
	Cercanía de las viviendas o núcleos de población a ciertas amenazas identificadas.	Existen poblaciones importantes en el área de influencia directa de las amenazas identificadas
Vulnerabilidad Organizativa	Existencia de Sistema de Alerta temprana	No se cuenta con un sistema de alerta, se depende de la Dirección Nacional de Meteorología e hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil.

Acceso a la educación	El municipio cuenta y ofrece una gama de becas de estudios para estudiantes de escasos recursos, pero de igual manera es muy difícil de acceder a la educación.
Nivel ingreso familiar por trabajo	El sueldo promedio es un sueldo mínimo actual, muchas familias deben salir trabajar ambos marido y mujer, a buscar el trabajo para poder sostener dignamente una familia con educación, salud.
Vulnerabilidad Económica	Alto porcentaje de empleo tanto formal e informal es una zona rica de servicios y comercios.
Tasa de desempleo	
Niveles de extrema pobreza	No se registras niveles de pobreza muy extrema, las familias que viven en los asentamientos humanos informales se dedican a changas y el reciclado de la basura, no tienen un ingreso fijo, pero con eso sobreviven.

Fuente: Universidad Católica, 2017

Al respecto y de acuerdo al Manual para elaboración de mapas de riesgos climáticos (2017), también se caracteriza un tipo de **vulnerabilidad** denominada como **social (que podría estar asociada a la económica)**, y corresponde a aquella vinculada a las condiciones de vida generales de una comunidad e incluye aspectos relacionados a los niveles de educación, acceso a salud, equidad social, seguridad, etc. Debido a que no se pudo acceder a un nivel más detallado de este tipo de información requerida para caracterizar la vulnerabilidad social, se empleó la información disponible conforme al “grado de pobreza” determinado a través de un estudio realizado previamente (Secretaría Técnica de Planificación y Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos, 2018). El nivel o grado de pobreza está discriminado mediante un porcentaje promedio asignado por barrio/localidad del distrito (está disponible para todo el país).

En tal sentido, la figura 21 presenta el mapa resultante del nivel de pobreza identificado para Mariano Roque Alonso, el cual hace parte y fue generado a través de los resultados del modelo del mapa de pobreza para el Paraguay. Para el efecto, primeramente, se estimó el ingreso familiar y el nivel de pobreza, así como la cantidad de hogares pobres a nivel de barrios o localidades. De acuerdo a la fuente consultada, estos resultados se obtuvieron, creando modelos de pobreza para cada departamento representativo del país, combinando los datos de la Encuesta Permanente de Hogares de los años 2011, 2012 y 2013, y posteriormente aplicados al Censo 2012 (DGEEC, 2012).

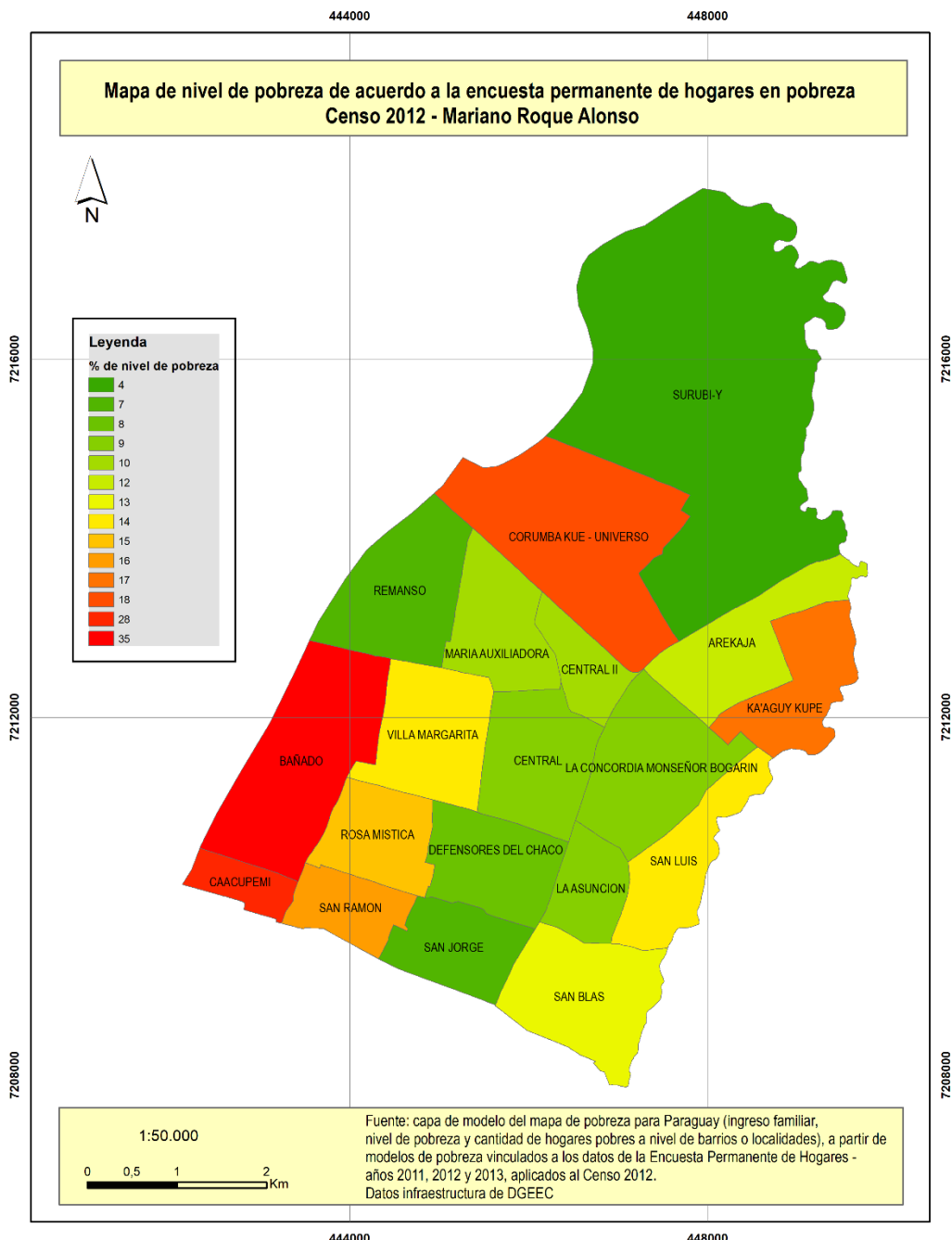


Figura 21. Mapa de pobreza para Mariano Roque Alonso.

Fuente: Secretaría Técnica de Planificación y Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos (DGEEC, 2012).

De acuerdo a la clasificación del mapa, se aprecia que, los distritos que poseen mayor porcentaje de hogares en pobreza son los de: Bañado (35%), Caacupemí (28%), Corumba cué Universo (con 18%), Ka'aguy kupe (17%), San Ramón (16%), Rosa Mística (15%), Villa Margarita y San Luis (14%). Por su parte, los distritos con menor índice de pobreza constituyen: Surubí'y (4%), seguido de Remanso (7%), Defensores del Chaco (8%), La Asunción (9%), María Auxiliadora (10%), Arekaja (con 12%) y San Blas (13%).

6. Daños directos e indirectos de los eventos climáticos extremos

Según la Universidad Católica (2017), la población afectada por temporales e inundaciones cercanas al 3% de la población total del municipio Los daños directos e indirectos de los eventos climáticos extremos en el Municipio de Mariano Roque Alonso se identifican en la tabla 10.

Tabla 10. Daños directos e indirectos de los eventos climáticos extremos.

Evento Climático Extremo	Daños directos	Daños indirectos
Lluvias/Inundaciones Pluviales	Destrucción de caminos (carreteras y caminos interurbanos); Cierre de caminos; Desborde de cauces hídricos; Daño a edificaciones; Daño a efectos personales.; Daño de cultivos de renta y autoconsumo. Con escasa frecuencia: pérdida de vidas y/o lesiones	Cierre de actividad comercial; Pérdidas económicas personales; Pérdida de empleo.
Vientos*	Cierre de caminos; Daño a edificaciones; Daño a efectos personales. Con escasa o relativa frecuencia: pérdida de vidas y/o lesiones	Cierre de actividad comercial; Pérdidas económicas personales
Granizadas	Cierre de caminos; Daño a edificaciones; Daño a efectos personales; Daño en el cultivo de renta y autoconsumo.	Cierre de actividad comercial; Pérdidas económicas personales; Pérdida de empleo.
Tormentas Eléctricas	Cierre de caminos; Daño a edificaciones; Daño a efectos personales; Daño en el cultivo de renta y autoconsumo.	Cierre de actividad comercial; Pérdidas económicas personales; Pérdida de empleo
Temperaturas Extremas**	Daño a efectos personales; Daño en el cultivo de renta y autoconsumo.	Cierre de actividad comercial; Pérdidas económicas personales
Inundaciones fluviales	Destrucción de rutas; Cierre de caminos; Desborde de cauces hídricos; Daño a edificaciones; Daño a efectos personales; Daño en el cultivo de renta y autoconsumo. Con frecuencia muy baja, podría ocurrir pérdida de vidas y/o lesiones;	Cierre de actividad comercial; Pérdidas económicas personales; Pérdida de empleo.

Fuente: Plan de Contingencia para Eventos Hidrometeorológicos del Municipio de Mariano Roque Alonso.

***Observaciones:** los eventos climáticos asociados a fuertes vientos son los que causan grandes daños, incluida la pérdida de vidas. Específicamente por la caída de árboles e infraestructura (cartelerías, otros)

debido a un evento climático, fallecieron 4 personas en el año 2012. **Las temperaturas extremas no me parecen que estén asociadas a daños significativos.

5.3.3. Evaluación de la capacidad de respuesta

Las principales tareas emprendidas por las Municipalidades después de una lluvia (Secretaría de Emergencia Nacional, 2018) son:

- Limpieza de basura del raudal
- Limpieza de las ramas caídas
- Recolección de arena que se junta en la calle
- Asistencia a los afectados, si las tormentas son fuertes.
- Asistencia a damnificados por inundación en conjunto con la Secretaría de Emergencia Nacional.

A nivel organizativo, además, el municipio cuenta con algunos elementos que apoyan la capacidad de respuesta y mejoran la prevención de impactos por eventos climáticos extremos:

- Existencia de Brigadas de Respuestas para en casos de temporales e inundaciones.

Cada cuadrilla se encuentra conformada por un equipo interdisciplinario, compuestos de: 1 director y diferentes funcionarios de la municipalidad, agentes policiales, militares, representantes del centro de salud, bomberos. Es importante acotar que estas “brigadas de respuesta” fueron utilizadas y conformadas solamente de forma provisoria, para las inundaciones del año pasado. Además de las instituciones de primera respuesta y de soporte como ser los Bomberos Voluntarios, Policía Nacional, Centro de Salud, FFMM, Cruz Roja Paraguaya Sub Filial Mariano Roque Alonso.

- Existencia de organizaciones comunitarias de base gremiales

Consejo local de desarrollo, consejo de la niñez y adolescencia, comisiones vecinales, consejo local de salud y asentamientos. Además de las Comisiones vecinales y gremios barriales pro alguna actividad de interés de la ciudadanía.

- Presencia de Proyectos de Desarrollo

Como se mencionó previamente, el Municipio dispone de un plan de desarrollo municipal, así como también se cuenta con cooperaciones internacionales. El Plan de desarrollo municipal sustentable incluye objetivos vinculados con la reducción de riesgos. A continuación, se listan aquellos que tienen un vínculo de mayor o menor grado con los riesgos climáticos.

1. Contribuir a la disminución de accidentes de tránsito
2. Coordinar acciones para dar respuesta ante situaciones de emergencia
3. Impulsar el mejoramiento de los asentamientos en situación de vulnerabilidad
4. Realizar el Plan de Ordenamiento Territorial
5. Transparentar la gestión de gobierno municipal
6. Propiciar espacios de capacitación laboral para jóvenes y ciudadanos en situación de vulnerabilidad

7. Facilitar la movilidad de las personas y el transporte logístico
8. Contribuir a la reducción de la población con déficit habitacional
9. Facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales
10. Gestionar de manera eficiente e integral los residuos sólidos urbanos
11. Recuperar recursos hídricos y forestales
12. Reducir los efectos del cambio climático basados en mecanismos de adaptación

En particular, el objetivo “facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales” se prevé abordar mediante la construcción de canales en las vías públicas para recepción de desagüe pluvial. También se mencionan, bajo el objetivo de “recuperar recursos hídricos y forestales” a las siguientes acciones:

- Identificación y recuperación de manantiales
- Identificación de remanentes forestales para su conservación
- Promoción del manejo sostenible de los recursos hídricos
- Impulso de prácticas de reforestación para la protección, generación de ingresos y disminución de la degradación ambiental

Adicionalmente, dentro del plan de desarrollo municipal, bajo el objetivo “reducir los efectos del cambio climático basados en mecanismos de adaptación” se incluye la acción de afiliación a la Red de Municipios frente al Cambio Climático del Departamento Central, mediante la cual existe un acompañamiento y mejora continua en la identificación de riesgos e identificación de medidas de adaptación.

5.3.4. Evaluación del riesgo

Debido a que la tendencia de precipitación histórica ha sido en aumento, y que los resultados de las simulaciones climáticas indican que a futuro seguirá aumentando la precipitación, a menos que no se tomen medidas de adaptación se espera que los riesgos de inundación por desborde del Río Paraguay y por lluvias torrenciales seguirán ocurriendo, con magnitudes y frecuencias iguales o mayores a las actuales. Lo mismo ocurre con la temperatura, dado que las proyecciones futuras indican aumentos, puede dar lugar a ulteriores aumentos de la temperatura del Río Paraguay.

Tabla 11. Priorización de los riesgos climáticos identificados

Riesgos climáticos	Indicador del riesgo actual	Nivel de prioridad
Múltiples riesgos por inundación ribereña por desborde del Río Paraguay	800 hectáreas en la inundación de TR=100.	1
Tormentas eléctricas y fuertes vientos	Zonas urbanas y con cobertura de árboles	2
Múltiples riesgos por inundación localizada por lluvias torrenciales	Ocho puntos críticos	3

Identificación de necesidades de adaptación para la reducción del riesgo

En función del análisis de amenazas y vulnerabilidades se identifican las siguientes necesidades de adaptación:

- Mejorar el sistema de drenaje pluvial.
- Mejoramiento del estado de la red vial.
- Identificación, señalización, y puesta en condiciones de las vías de evacuación para ser utilizadas en caso de desastre.
- Mejoramiento de la calidad de las construcciones, especialmente aquellas ubicadas en los sitios expuestos a inundaciones.
- Relocalización de las viviendas ubicadas en el área inundable.
- Instauración de un sistema de alerta temprana o, consolidación de un proceso estandarizado para el seguimiento, reporte, y acciones a tomar a partir de las alertas emitidas por la Dirección Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Aumentar los niveles de ingreso familiar.
- Mejorar la situación económica y concienciación de las personas que viven en asentamientos.
- Mejorar el sistema de gestión de residuos.

5.3.5. Mapa de riesgo de inundación de Mariano Roque Alonso

Conforme a la información disponible y la cual se logró acceder del Municipio de MRA, se procedió a elaborar un mapa de riesgo con énfasis en la exposición a las inundaciones del río Paraguay, curso hídrico que bordea en los extremos norte y este. Se determinó el enfoque considerando la información recopilada que se encuentra disponible actualmente, la cual se detalla seguidamente:

- Mapa de cobertura forestal y cambio de cobertura de acuerdo a categorías del IPCC (año 2015). Fuente: Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF, 2020).
- Mapa de área de inundación del río Paraguay en el Municipio de Mariano Roque Alonso (Universidad Católica, 2017)
- Mapa de área de inundación del río Paraguay en el Municipio de Mariano Roque Alonso (Universidad Católica, 2017)
- Archivos en formato vectorial (*shapefile*) de la Dirección General de Encuestas, Estadística y Censo (DGEEC) de: división política, vías de comunicación, cursos hídricos y barrios del Municipio de Mariano Roque Alonso
- Datos tabulares del documento “Relevamiento de asentamientos precarios del Área Metropolitana de Asunción”, (Organización TECHO, 2015)

Para generar el mapa de riesgo climática con énfasis en la exposición a inundaciones, se superpusieron los mapas mencionados, así como también se generaron capas adicionales con los datos de los asentamientos identificados como precarios con mayor población (ver figura abajo) y que constituyen: La Amistad, Villa Alegre, Porvenir y la comunidad indígena Maka. Otros asentamientos están localizados en el área geográfica definida previamente por el mapa de inundaciones del río Paraguay, por lo que incluyó en un solo grupo de afectación geográfica

No se encuentra información de este Municipio en relación a deficiencias en infraestructura física (densidad de población, la localización, el sitio, el diseño y los materiales usados en la

construcción), así como información que detalle las condiciones de vida generales de una comunidad e incluye aspectos relacionados a los niveles de educación, acceso a salud, equidad social, seguridad, etc.

De esta forma, se construyó el mapa con los insumos citados previamente

Metodología

Para generar la capa en formato *raster* que identifique los niveles de vulnerabilidad se empleó la herramienta “interpolación” con la técnica de la “distancia inversa ponderada” del software de Sistemas de Información Geográfica (SIG): Arc Gis. Para ello, se comienza con valores conocidos y se estiman los puntos desconocidos mediante interpolación.

La Distancia Inversa Ponderada (IDW) es matemática (determinista), asumiendo que los valores más cercanos están más relacionados que otros con su función. Cuando se le dan valores conocidos o se estiman valores de acuerdo a criterios pre establecidos, la interpolación estima valores desconocidos.

Esta herramienta de “interpolación” permite establecer un peso a cada punto determinado previamente de acuerdo a los criterios de proximidad geográfica a eventos específicos (en este caso a la cercanía al río Paraguay, a las zonas de afectación por raudales, la localización de los asentamientos precarios, así como a las áreas de cambio de cobertura forestal identificadas en el mapa mencionado anteriormente). El principio de esta técnica se basa en un campo o atributo que contiene un valor de altura o magnitud para cada punto, controlando la importancia de los puntos circundantes en el valor interpolado. Una potencia más alta da como resultado una menor influencia desde puntos distantes

El principio de esta técnica se basa en un campo o atributo que contiene un valor de altura o magnitud para cada punto, controlando la importancia de los puntos circundantes en el valor interpolado. Una potencia más alta da como resultado una menor influencia desde puntos distantes.

Este método presupone que la variable que se representa cartográficamente disminuye su influencia a mayor distancia desde su ubicación de muestra. Por ejemplo, al interpolar una superficie de poder adquisitivo de los consumidores para analizar las ventas minoristas de un sitio, el poder adquisitivo de una ubicación más distante tendrá menos influencia porque es más probable que las personas compren cerca de sus casas²⁷

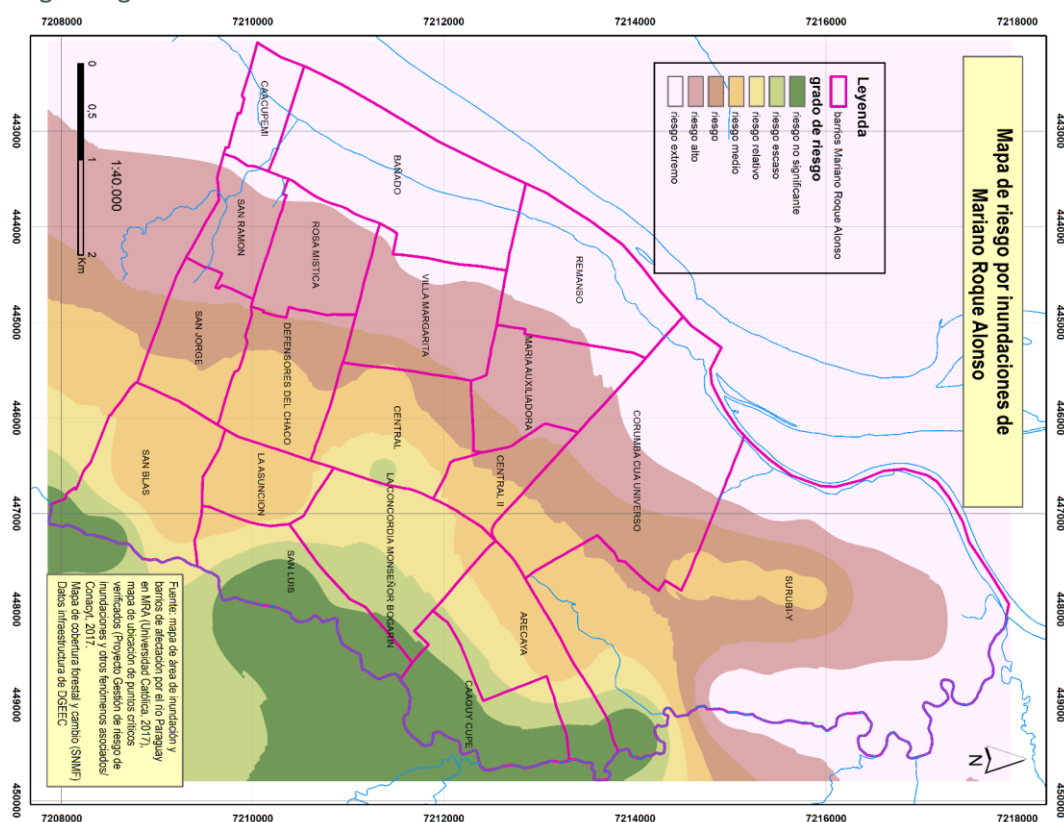
Se empleó la siguiente calificación arbitraria a los puntos determinados como localizaciones geográficas de áreas sujetas a inundaciones por el río Paraguay, asentamientos precarios y puntos críticos de MRA (mencionados anteriormente). Para tal efecto, se fusionó en una sola capa de puntos incluyendo estas variables, luego se asignó un valor/peso a cada punto para interpolar localizaciones de acuerdo a su proximidad geográfica (mientras más alejados entre un punto y otro, disminuye el valor de acuerdo a los valores previamente determinados).

²⁷ Disponible en: link: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-idw-works.htm>

Criterio	Valor/peso
Áreas expuestas a las inundaciones del río Paraguay, puntos críticos y asentamientos precarios	5
Áreas circundantes a los puntos críticos y asentamientos precarios	4
Áreas próximas a los puntos críticos y asentamientos precarios	3
Áreas más lejanas a los puntos críticos y asentamientos precarios	2
Áreas que no convergen en las categorías anteriores	1

El resultado es un mapa que presenta gradientes de color conforme el grado de riesgo, aplicando un intervalo igual de 7 para la agrupación de valores en clases. Se determinó el rango 7 grados/niveles, descartando el 9 como predeterminado por el ArcGis y también descartando otros valores inferiores (como el 5, que correspondería a los valores asignados para el peso), debido a la cantidad limitada de puntos interpolados. De esta forma, se estableció un gradiente de 7 niveles: riesgo nulo, escaso riesgo, riesgo relativo, riesgo medio, riesgo, alto riesgo, y riesgo extremo.

Ver figura siguiente:



22. Mapa de riesgo de inundación, de acuerdo a datos de vulnerabilidad de Mariano Roque Alonso. Fuente: elaboración propia

5.3.6. Meta de adaptación 2030

En base al análisis de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos, se definen las siguientes metas de adaptación a 2030.

- Reducir el área de influencia de una inundación con un tiempo de retorno de 100 años un 50%, para que sólo afecte a 400 hectáreas.
- Reducir los 8 puntos críticos de inundaciones localizadas a 0, para que no haya elementos expuestos debido a lluvias torrenciales.

5.3.7. Acciones de adaptación 2030

Tomando en cuenta, el PND 2030, específicamente en la Estrategia 3.4. Sostenibilidad del hábitat global de su eje Inserción de Paraguay en el mundo; menciona a la Gestión de riesgos para la adaptación a efectos y mitigación de causas del cambio climático, manejo de ecosistemas transfronterizos y respuesta a emergencias, señala varios objetivos relacionados a ello y propone métodos para lograrlos.

De forma más concreta, teniendo en cuenta las medidas, así como las políticas factibles y apropiadas en materia de adaptación al cambio climático, el país dispone de la Estrategia Nacional de Adaptación en su Etapa II: Plan Nacional de Cambio Climático (Ministerio del Ambiente y Desarrollo sostenible – MADES, anteriormente: Secretaría del Ambiente, 2015), y un Plan Nacional de Adaptación (MADES, 2017), que se encuentra alineado con el Plan Nacional de Desarrollo 2030 (STP, 2014). El mencionado Plan de adaptación contempla unas líneas de acción para el sector de producción agropecuaria y seguridad alimentaria, para el sector de recursos hídricos y gestión de riesgos, para el sector de energía, transporte e infraestructura, así como para el de salud y epidemiología, para el de ambiente y ecosistemas frágiles, y para el sector de educación y difusión.

En particular, en el municipio de Mariano Roque Alonso, y en función de los riesgos identificados, se establecen una serie de medidas de adaptación (ver tabla 10) para poder reducir los impactos debido a eventos climáticos extremos, los cuales han ocurrido anteriormente y requieren por lo tanto estas medidas para que los daños provocados sean reducidos.

Tabla 12. Medidas de adaptación del Municipio Mariano Roque Alonso

Medida	Riesgo que reduce
Mejorar los sistemas de drenaje de lluvias, como limpieza de canales. Esta acción se realiza constantemente en conjunto con las comisiones vecinales (de acuerdo a la Municipalidad de MRA)	Inundaciones localizadas por lluvias torrenciales
Mejorar la infraestructura de los elementos en el área inundable que no puede ser relocalizada. Al respecto, se realizan con frecuencia mejoras en las zonas de inundaciones, por citar uno: un	Inundaciones por desborde del Río Paraguay

trabajo en conjunto con el puerto Fénix, se construyó un canal y puente para evitar el desborde de un arroyo, que ante eventos climáticos extremos destrozaba las calles aledañas.	
Mejorar el sistema de gestión de Residuos Sólidos Urbanos. La Municipalidad de MRA indica que, se trabaja con una cuadrilla de limpieza de forma constante, encargándose de facilitar camiones tumbas para retirar los residuos que la empresa de recolección no transporta (cubiertas, electrodomésticos, muebles, otros, los mismos son transportados al vertedero de Cateura en Asunción)	Contaminación por dispersión de residuos durante las inundaciones
Promover la restauración de bosques protectores de cauces hídricos (Ley 4241/2012)	Contaminación y colmatación de cursos hídricos, por erosión del suelo y arrastre de sedimentos al agua.

Se incluyen también una lista de acciones que buscan la reducción de la vulnerabilidad, son acciones que no reducen directamente un riesgo climático puntual, pero que mediante su implementación permiten la reducción de los riesgos en general.

Tabla 13. Medidas a adoptar para reducir la vulnerabilidad social y la territorial/urbana

Medidas para reducir la vulnerabilidad social	Objetivo
<p>Establecimiento de políticas inclusivas para la ejecución de los fondos del FONACIDE. La Municipalidad utiliza estos fondos permanentemente, los cuales se emplean para obras en todas las escuelas/colegios públicos del municipio)</p> <p>Otorgamiento de becas universitarias para jóvenes de escasos recursos (en ejecución actual).</p> <p>Creación de plataformas de información para jóvenes sobre ofertas de carreras universitarias, tecnicaturas y oficios (se utiliza la página oficial en Facebook para dar este tipo de informaciones)</p>	Acceso a la educación
Promover educación inclusiva y procesos de cambio cultural en torno a la perspectiva de género y lucha contra la violencia	Igualdad de género

intrafamiliar (acción a tomar en cuenta a mediano y/o largo plazo)	
Cooperación interinstitucional con entidades públicas y privadas dedicadas a la formación de mandos medios y oficios (se realizan cursos en forma conjunta con el Servicio Nacional de Promoción Profesional/SNPP)	
Creación de una oficina de Empleo (de acuerdo a la Municipalidad de MRA, existen direcciones que cuentan con departamentos encargados de esta área)	Mejorar el ingreso económico familiar
Organización de Ferias de Empleo con las Empresas Locales, de forma anual.	
Canalizar los esfuerzos de todos los sectores de la sociedad para asegurar la provisión de servicios sociales	Lograr un adecuado acceso a vivienda digna
Medidas para reducir la vulnerabilidad territorial y urbana	Objetivo
Realizar y ejecutar el Plan de Ordenamiento Territorial.	
Obtención de un diagnóstico del uso del suelo considerando los efectos económicos, sociales, culturales y ambientales del distrito (acción en proceso, a través del apoyo del Proyecto Asunción ciudad verde, vías a la sustentabilidad – implementado por el MADES).	Identificación de áreas clave sobre las cuáles canalizar acciones de adaptación al cambio climático.
Facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales Monitoreo y adecuación de señalética, equipamiento y estado de las vías de tránsito.	Mejorar el estado de las redes viales.
Mejorar el sistema de gestión de efluentes industriales.	Reducción del oxígeno disuelto y contaminación del Río Paraguay.

Fuente: medidas propuestas con base en lo establecido en el Plan de desarrollo sustentable, socializadas, consensuadas y validadas posteriormente por la Municipalidad de MRA.

5.4. Estrategia de Comunicación, Formación y Sensibilización 2030

Para la adecuada implementación de este plan de acción local, fundamentalmente se requiere la cooperación de todos los ciudadanos de Mariano Roque Alonso. Para ello, será necesario comunicar, capacitar, sensibilizar, concientizar y comprometer a todos sus habitantes.

Al respecto, la comuna pretende difundir todas las acciones contempladas en este plan, acompañado de una capacitación en todos los sectores de la comunidad sobre el cambio climático, los efectos y consecuencias negativas, así como los tratados internacionales y las políticas/estrategias/planes nacionales de mitigación y adaptación. Más importante aún, es el rol que cada ciudadano desempeña y la responsabilidad en relación a garantizar a las futuras generaciones una adecuada calidad de vida y un lugar sustentable para habitar.

5.5. Monitoreo, seguimiento y reporte del Plan de Acción Climática

De acuerdo con el proceso propuesto por el Pacto Global de Alcaldes, el gobierno local deberá presentar informes de monitoreo cada dos años después de presentar el Plan de Acción. Los informes de monitoreo deben proporcionar información sobre el estado de implementación de cada acción/área de acción/sector contenido en el plan de acción, ayudando a monitorear el progreso realizado. El gobierno local actualizará y volverá a enviar los planes de acción cuando haya cambios significativos en los planes existentes.

Durante la primera revisión se definirán las fuentes de información para cada acción a partir de las cuales se revisarán los indicadores. Éstas deberán mantenerse constantes para que los resultados obtenidos puedan ser comparables en cada revisión.

Características del sistema de revisión

Transparencia: Los reportes deben presentar la suficiente información que permita entender el alcance, la cobertura y las limitaciones de información para realizar el cálculo de las emisiones y reducciones. Se debe presentar con claridad las metodologías de contabilidad y cálculo, las fuentes de información y los supuestos usados.

Exactitud: El manejo preciso de la información permite reducir la incertidumbre y obtener la suficiente confianza y certeza sobre los resultados para la toma de decisiones.

Comparabilidad: en la medida de lo posible, las métricas usadas para el reporte de las emisiones deben ser las mismas, por ejemplo, los potenciales de calentamiento global seleccionados y los factores de emisión, a menos que se cuenten con factores de emisión específicos para la actividad. De igual manera, las metodologías seleccionadas deberán ser coherentes y homologables a escala nacional e internacional.

Consistencia: Se debe tener consistencia metodológica en el cálculo de las emisiones a través del tiempo.

Compromiso institucional: Se debe fomentar una participación activa, constante y comprometida por parte de todos los actores (públicos y privados) asegurando la interoperabilidad de los sistemas de información

Liderazgo y gobernabilidad: El Gobierno a través de sus instituciones, una vez estén plenamente definidos los acuerdos institucionales, los instrumentos legales o acuerdos de voluntades que sean requeridos, debe fomentar la construcción de capacidades al interior de cada responsable y de esta manera asegurar la sostenibilidad de los desarrollos. La experiencia debe ser nutrida, a través del intercambio de experiencias y la gestión conjunta de la información.

Estandarización y mejora continua: Se debe fomentar el uso de metodologías de cálculo estandarizadas, con amplia adopción a nivel internacional, permitiendo la comparabilidad de los resultados. Se debe igualmente incluir como parte del proceso de estandarización el concepto de mejora continua, asociado al aseguramiento y control de la calidad de la información.

Pertinencia: asegurar que la información identificada, compilada y publicada corresponda con las características y contexto de cada una de las iniciativas o nivel de emisiones, así como con las necesidades e intereses de los usuarios internos y externos de la misma.

5.5.1. Monitoreo, reporte y verificación (MRV) de la Estrategia de Mitigación

El Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación, permite estandarizar y verificar procesos de medición, monitoreo, recolección, gestión de datos y reporte de información relacionada con el cambio climático. Corresponde a un grupo de actividades que se llevan con el fin de hacerle seguimiento a las emisiones de GEI, la implementación de políticas, programas y acciones de mitigación, y sus efectos. Esta información es necesaria para demostrar el cumplimiento de metas, así como asegurar la calidad y coherencia de los datos reportados.

El Sistema debe dar seguimiento a las emisiones de GEI, y la implementación de medidas de mitigación con su respectiva reducción.

Monitoreo: es el proceso de recolección y análisis de información para dar seguimiento a las emisiones, reducciones, financiamiento y co-beneficios de las medidas de mitigación. Dentro de este componente, es importante contar con metodologías o estándares para asegurar que la información alimentada al sistema cumpla con todos los principios establecidos. Este proceso es llevado a cabo por los responsables de cada acción dentro del municipio. El área responsable es designada por la Municipalidad de Mariano Roque Alonso

Reporte: es la presentación de los resultados de la información consolidada y analizada. Existen dos tipos de reporte: 1) El que realiza el municipio a una organización/entidad designada e involucrada en el proceso de MRV 2) El que realiza una organización/entidad designada e involucrada en el proceso de MRV al Pacto Global de Alcaldes.

Validación: es el proceso de aseguramiento y control de la calidad de la información. Es realizado por el responsable del Plan de Acción.

Verificación: es el proceso de revisión del cumplimiento de las metas y objetivos en materia de mitigación a diferentes escalas, este proceso es llevado a cabo por un responsable designado.

5.5.2. Monitoreo, reporte y verificación (MRV) de la Estrategia de adaptación

El Sistema de Monitoreo, Reporte y Evaluación de la adaptación, es un conjunto de procesos, herramientas y técnicas que miden sistemática y periódicamente los procesos, resultados e impactos de las acciones de reducción de vulnerabilidad frente al cambio climático.

Monitoreo: es el proceso de recolección y análisis de información para dar seguimiento a la evaluación de las medidas de adaptación. Es realizado por el responsable de la acción designado por la Municipalidad de Mariano Roque Alonso

Reporte: es la presentación de los resultados de la información consolidada y analizada. Existen dos tipos de reporte: 1) El que realiza el municipio a una organización/entidad involucrada en el proceso de MRV 2) El que realiza una organización/entidad involucrada en el proceso de MRV al Pacto Global de Alcaldes. Validación: es el proceso de aseguramiento y control de la calidad de la información. Es realizado por el responsable del Plan de Acción Evaluación: es el proceso de revisión del cumplimiento de las metas y objetivos en materia de adaptación a diferentes escalas.

6. Referencias bibliográficas

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional/USAID. 2016. Sinergias entre adaptación y mitigación del cambio climático (SAM) en los sectores agrícola y forestal: concepto y propuesta de acción. Disponible en: <http://hal.cirad.fr/cirad-01426726/document>

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)/Iniciativa Ciudades emergentes y sostenibles. 2014. Plan de acción para el área metropolitana de Asunción sostenible. Disponible en: <https://webimages.iadb.org/PDF/Plan+de+Acci%C3%B3n+ICES+Asunci%C3%B3n.pdf>

Caviglia et al. 2016. El rol de los suelos agrícolas frente al cambio climático. Serie de Extensión INTA Paraná Nro. 78:27-32.

Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos (DGEEC). 2011. Censo económico nacional. Disponible en: https://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/CEN2011/resultados_finales_CEN.pdf

Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos (DGEEC). 2002. Atlas Censal del Paraguay: Itapúa. Disponible en: <https://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Atlas%20Censal%20del%20Paraguay/10%20Atlas%20Itapua%20censo.pdf>

Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censos (DGEEC). 2012. Indicadores distritales de servicios básicos: Itapúa y Central. Disponible en: <https://www.dgeec.gov.py/vt/Indicadores-distritales.php>

ESSAP. 2012. Informe final del Plan Maestro actualizado de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales de Asunción y área metropolitana. Consorcio NK – NKLAC. Disponible en: <https://es.slideshare.net/Essap-Pmsas/actualizacion-plan-maestro-de-alcantarillado-sanitario>

Global Covenant of Mayors for climate and energy. 2018. Marco común de Reporte del Pacto de Alcaldes (GCoM). Disponible en: <https://www.globalcovenantofmayors.org/wp-content/uploads/2019/07/ES-Original-CRF-ES-vHD-rev-EAC.pdf>

Gobiernos Locales por la Sustentabilidad/ICLEI. 2016. Guía de Acción Local por el Clima. Disponible en: http://e-lib.iclei.org/wp-content/uploads/2018/10/Guia_de_Accion_Local_por_el_Clima_issuu.pdf

Gonzalez Ponessa, R. 2017. Análisis de la variabilidad del clima en la región oriental del Paraguay en el período 1960-2012. Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.

Investor. 2015. Agricultura y desarrollo en Paraguay en Ministerio de Relaciones Exteriores. Asunción, Disponible en: www.mre.gov.py/v2/novenoconcurso/docs/materias/Agricultura%20y%20desarrollo.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 4. Agriculture, forestry and other land use. Japan, IGES.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014. Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza, Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2017. Plan Nacional de Mitigación al Cambio Climático y los Programas de Acción. Asunción: PNUD/Gobierno de España.

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2012. Política Nacional de Cambio Climático. Asunción: PNUD/Gobierno de España. Disponible en: http://dncc.seam.gov.py/wp-content/uploads/2018/11/Politica-Nacional-CC_2016.pdf

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2014. Plan Nacional de Cambio Climático. Fase 1: Estrategia de Mitigación. Asunción: PNUD/Gobierno de España.

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2015. Contribuciones Nacionales de la República del Paraguay: Visión 2030, Plan Nacional de Desarrollo. Asunción: SEAM. Disponible en: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Paraguay%20First/Documento%20INDC%20Paraguay%2001-10-15.pdf>

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2015. Primer informe bienal de actualización de Paraguay a la CMNUCC. Asunción.

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2015. Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Asunción: PNUD/FMAM. Disponible en: <http://dncc.seam.gov.py/wp-content/uploads/2018/11/ENACC-2016.pdf>

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). (s.f.). Política Ambiental Nacional. (pp. 13 – 22). Disponible en: http://www.seam.gov.py/sites/default/files/politica_ambiental_Nacional.pdf

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/MADES (ex SEAM). 2017. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y los Programas de Acción. Asunción: PNUD/Gobierno de España.

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Segundo Informe Bienal de Actualización sobre Cambio Climático del Paraguay. MADES/PNUD/FMAM/FCPF. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Informe%20Bienal%20de%20Actualizaci%C3%B3n_PY_Dic%202018_.pdf

Ministerio de Seguridad/Presidencia de la Nación Argentina. 2017. Manual para la elaboración de Mapas de riesgos. Disponible en: <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Manual-elaboracion-mapas-riesgo.pdf>

Municipio de Mariano Roque Alonso. 2017. Plan de Contingencia para Eventos Hidrometeorológicos. Proyecto de Gestión de Riesgo de Inundaciones y Otros Fenómenos Asociados En El Departamento Central – 14 INV-440.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/FAO. 2018. *Soluciones ganaderas para el cambio climático*. Serie I8098ES/1/02.18.

Organización TECHO. 2015. Relevamiento de asentamientos precarios del Área Metropolitana de Asunción

Pardos, J. 2010. Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. Madrid: INIA. Disponible en: http://www.inia.es/gcontrec/pub/60587OT_LIBRO_WEB_1277882850828.pdf

Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático (RAMCC). 2020. Manual para elaboración de la estrategia de adaptación en Planes Locales de Acción Climática. Sin publicar

Resk, R. 2017. Asunción + Agua: recursos hídricos en la zona metropolitana de Asunción – una perspectiva del diseño y la planificación. Disponible en: <https://ciudadmasagua.wordpress.com/descargas/>

Schimel D., Alves D., Enting I., Heimann M., Joos F., Raynaud D., Wigley T., 1996. Radiative forcing of climate change En: Climate change 1995. Contribution of the group Ito the second assessment report of the IPCC. Edit: Houghton J.T. et al, Cambridge University Press, pp 65-131.

Secretaría de Emergencia Nacional/SEN. 2018. Atlas de Riesgos de la República del Paraguay. Disponible en:

https://www.sen.gov.py/application/files/9015/9862/5498/Atlas_de_Riesgos_de_Desastres_de_la_Republica_del_Paraguay_2018.pdf

Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP). 2014. Plan Nacional de Desarrollo. Paraguay 2030. Asunción: STP/Gobierno Nacional. Disponible en:

<http://www.stp.gov.py/pnd/wp-content/uploads/2014/12/pnd2030.pdf>

Secretaría Técnica de Planificación del Desarrollo Económico y Social (STP). 2018. Mapa de pobreza : <https://www.stp.gov.py/v1/mapa-de-pobreza/>

Universidad Católica. 2017. Compilación de Resultados del Proyecto. Proyecto Gestión de Riesgo de Inundaciones y otros Fenómenos Asociados en Municipios del Departamento Central. 14-INV-440 – Ciencia, Tecnología y Sociedad).

Van Wester, C. (s. f.). Introducción a los conceptos de vulnerabilidad, amenaza y riesgo. Disponible en:

<http://cidbimena.desastres.hn/docum/unesco/Amenazas/Presentaciones%20Powerpoint/03%20Introduccion%20Amenaza%20Vulnerabilidad%20y%20Riesgo/Introduccion%20Amenaza%20Vulnerabilidad%20y%20Riesgo.PDF>

World Resources Institute (WRI)/C40 Cities (Climate Leadership Group)/Local Governments for sustainability (ICLEI). 2014. Protocolo Global para inventarios de emisión de Gases de efecto invernadero a escala comunitaria: estándar de contabilidad y reporte para las ciudades. Disponible en:

http://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other_uploads/images/1016_GPC_Full_MASTER_v6_ESXM-02-02_FINALpdf.original.pdf?1486373653

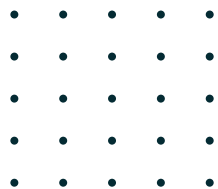
WBGU, 1998. The accounting of biological sinks and sources under the Kyoto protocol: A step forwards or backwards for global environmental protection? Special Report, German Advisory Council on Global Change (WBGU), pp 75

7. Anexos

7.1. Anexo I

Tabla 14. Causas y consecuencias de los impactos provocados por Eventos Climáticos Extremos.

Amenazas		Vulnerabilidad			Capacidad de adaptación		
Variable climática	Evento climático extremo	Impacto	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de respuesta	Identificación de necesidades	Posibles acciones
Precipitación	Lluvias torrenciales	Inundaciones localizadas – impactos múltiples	Puntos críticos mencionados en Tabla 7 y Error! No se encuentra el origen de la referencia. 16	Sistema de drenaje pluvial ineficiente; concentración de la población; zonas de estancamiento de agua; impermeabilización del suelo	Diversas acciones luego de una lluvia torrencial; elementos organizativos del municipio	Evitar la acumulación de agua	Mejorar el sistema de drenaje pluvial; mejorar el estado de la red vial
Precipitación	Lluvias torrenciales	Desborde de arroyos menores y arrastre de residuos	Márgenes de los arroyos menores	Presencia de residuos sin contención	Limpieza de basura y arena acumulada luego de la lluvia;	Evitar la presencia de residuos arrastrables.	Mejorar el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos
Aumento del nivel del Río Paraguay	Niveles extraordinariamente altos	Inundaciones por desborde en los márgenes del Río	Área de barrios indicados en la Figura 14	Zona inundable del Río Paraguay; presencia de asentamientos, comedores, y otros.; impermeabilización del suelo.	asistencia a damnificados; Existencia de brigadas de respuesta, y organizaciones gremiales de base.	Evitar la exposición de elementos en el área inundable	Mejorar calidad de construcciones; relocalización de viviendas en área inundable; consolidar un sistema de alerta temprana;



PLAN LOCAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA

MUNICIPALIDAD DE MARIANO ROQUE ALONSO

Estrategias de mitigación y adaptación
al Cambio Climático



MUNICIPALIDAD
**MARIANO
ROQUE
ALONSO**

Un proyecto implementado por:



Con el apoyo de:



UNIÓN EUROPEA

