

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DEMANDA
HÍDRICA DE LAS CUENCAS CHANCAY-LAMBAYEQUE Y LURÍN”**

Presentado por:
HENRY MICHAEL, GÓMEZ SALAZAR

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA

Lima-Perú
2016

DEDICATORIA

A la memoria de mi madre que me enseñó la importancia de la educación.

A mi padre y hermanos por su constante apoyo en toda esta etapa de mi vida universitaria y ayudarme a cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos especiales a la Dra. Lía Ramos por su constante guía e interés en el desarrollo de esta investigación.

A Gabriela Carita por todo su apoyo y comprensión, por motivarme a seguir a delante y por estar siempre a mi lado “Gracias por todo Gaby”.

A mi familia por todo el apoyo que me han brindado, especialmente en la etapa de mi vida universitaria.

A mis amigos de la universidad con los cuales compartí cinco años de mi vida universitaria viviendo nuevas experiencias, desarrollando los trabajos de la universidad y especialmente por la confianza que depositaron en mí y finalmente a todas aquellas personas que estuvieron apoyándome a seguir a delante.

RESUMEN

Los modelos climáticos globales son las herramientas disponibles más avanzadas actualmente, para simular la respuesta del sistema climático global al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero.

En este sentido en la presente investigación con el fin de saber cuáles serían los efectos del cambio climático en las demandas hídricas futuras de las cuencas Chancay-Lambayeque y Lurín, se han estudiado tres modelos climáticos globales (CanESM2, CNRM-CM5 y MPI-ESM-MR) y dos rutas representativas de concentración RCP 4.5 y RCP 8.5, obteniendo en total seis escenarios de análisis. Estos escenarios para tener una mejor representatividad fueron analizados para dos zonas de la cuenca: zona baja para altitudes menores a 1500 msnm y zona alta para altitudes mayores 1500 msnm.

Para determinar el efecto del cambio climático se seleccionó dos periodos de análisis, el periodo histórico que corresponde de enero de 1980 hasta diciembre del 2012 y el periodo futuro que corresponde de enero del 2020 hasta diciembre del 2050, clasificando en tres niveles los efectos del cambio climático de acuerdo a las desviaciones estándar obtenidas para cada periodo considerando los siguientes niveles: Cambios no significativos, cambios significativos y cambios muy significativos. La demanda hídrica estudiada está conformada por cuatro demandas: Agrícola, poblacional, pecuaria e industrial donde se obtiene como resultados que la demanda agrícola presenta el mayor requerimiento hídrico para ambas cuencas en estudio, siendo esto más notorio en las zonas altas de la cuenca donde la demanda agrícola representa más del 95 por ciento de la demanda hídrica total, ocurriendo un caso particular en la zona baja de la cuenca Lurín donde la demanda poblacional futura es la que representa el mayor requerimiento hídrico. Obteniendo finalmente como resultados que ocurren cambios muy significativos en el periodo anual para todos los escenarios estudiados en ambas zonas de la cuenca para las dos cuencas en estudio.

Palabras claves: Modelos climáticos globales, rutas representativas de concentración, efectos del cambio climático, demanda hídrica, Cuenca Chancay-Lambayeque, Cuenca Lurín.

ABSTRACT

Global climate models are the most advanced tools available today to simulate the global climate system response to increasing concentrations of greenhouse gases.

For this matter in this research in order to know what the effects of climate change on future water demands of Chancay-Lambayeque and Lurin basins would be, we have studied three global climate models (CanESM2, CNRM-CM5 and MPI-ESM -MR) and two representative concentration pathways RCP 4.5 and RCP 8.5, obtaining a total of six scenarios analysis. These scenarios to get a better representation were analyzed for two areas of the basin: low area for altitudes below 1500 m.a.s.l. and upper area for higher altitudes 1500 m.a.s.l.

To determine the effect of climate change two periods of analysis, the historical period that corresponds from January 1980 until December 2012 and the future period covered from January 2020 to December 2050 were selected, classified into three levels the effects of the climate change according to the standard deviation obtained for each period considering the following levels: no significant changes, significant changes and very significant changes.

The water demand studied consists of four applications: Agricultural, population, livestock and industrial where we get as results that agricultural demand has the highest water requirements for both basins under study, this being more pronounced in the high areas of the basin where the agricultural demand represents more than 95 percent of the total water demand, occurring a particular case in the lower area of Lurín basin where the future population demand which represents the largest water requirement. Finally obtaining as results that very significant changes occur in the annual period for all the scenarios studied in both areas of the basin that we studied.

Keywords: global climate models, representative concentration pathways, effects of climate change, water demand, Chancay-Lambayeque Basin, Lurin Basin.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
TITULO	i
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
I. Introducción	1
II. Revisión de la literatura	2
2.1 Evapotranspiración	2
2.1.1 Evapotranspiración de referencia (ET ₀)	2
2.1.2 Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET _C)	4
2.2 Demanda hídrica	4
2.2.1 Demanda agrícola	5
2.2.2 Demanda poblacional	6
2.2.3 Otras demandas	7
2.3 Cambio climático	8
2.3.1 Escenarios de cambio climático	8
2.3.2 Proyecciones futuras de precipitación, temperatura máxima y mínima	10

2.3.3	Impactos del cambio climático sobre la demanda de agua en el futuro	11
III.	Materiales y métodos	13
3.1	Zona de estudio	13
3.1.1	Cuenca Chancay-Lambayeque	13
3.1.2	Cuenca Lurín	18
3.2	Materiales.....	23
3.3	Metodología	24
3.3.1	Demanda hídrica histórica	25
3.3.2	Demanda hídrica futura	28
3.3.3	Efecto del cambio climático	32
IV.	Resultados y discusión.....	34
4.1	Obtención de la demanda hídrica histórica.....	34
4.1.1	Precipitación	34
4.1.2	Evapotranspiración	35
4.1.3	Demanda hídrica histórica	36
4.2	Obtención de la demanda hídrica futura	40
4.2.1	Precipitación	40
4.2.2	Evapotranspiración	46
4.2.3	Demanda hídrica futura	51
4.3	Efectos del cambio climático en las cuencas Chancay-Lambayeque y Lurín	54
V.	Conclusiones	67
VI.	Recomendaciones	68
VII.	Referencias bibliográficas.....	69
VIII.	Anexos	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dotación de agua para edificaciones destinadas al alojamiento cuidado y cría de animales.....	7
Tabla 2: Resumen de las características de las Rutas Representativas de Concentración proyectadas hasta el año 2100	9
Tabla 3: Estaciones meteorológicas utilizadas en la cuenca Chancay Lambayeque.....	15
Tabla 4: Estaciones meteorológicas utilizadas en la cuenca Lurín	20
Tabla 5: Softwares utilizados para el desarrollo de la investigación.....	23
Tabla 6: Cultivos sembrados en el periodo histórico y cultivos seleccionados a futuro en la cuenca Chancay-Lambayeque.	30
Tabla 7: Cultivos sembrados en el periodo histórico y cultivos seleccionados a futuro en la cuenca Lurín.	30
Tabla 8: Porcentaje del incremento de hectáreas según cultivo del 2003 al 2013	31
Tabla 9: Tasa de crecimiento de la población pecuaria utilizada para el cálculo de la población futura.....	32
Tabla 10: Niveles de impacto del cambio climático.....	33
Tabla 11: Resumen de los coeficientes determinación “R ² ” y constantes de ajuste “C” de la ecuación de Hargreaves en la cuenca Lurín y Chancay-Lambayeque	35
Tabla 12: Promedio estacional y anual de precipitación (mm) en la cuenca alta Chancay-Lambayeque.....	41
Tabla 13: Variación porcentual de la precipitación proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Chancay-Lambayeque	41
Tabla 14: Promedio estacional y anual de precipitación (mm) en la cuenca baja Chancay-Lambayeque.....	42
Tabla 15: Variación porcentual de la precipitación proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Chancay-Lambayeque	42
Tabla 16: Promedio estacional y anual de precipitación (mm) en la cuenca alta Lurín.....	44
Tabla 17: Variación porcentual de la precipitación proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Lurín	44
Tabla 18: Promedio estacional y anual de precipitación (mm) en la cuenca baja Lurín	44

Tabla 19: Variación porcentual de la precipitación proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Lurín.....	44
Tabla 20: Promedio estacional y anual de evapotranspiración (mm) en la cuenca alta Chancay-Lambayeque	47
Tabla 21: Variación porcentual de la evapotranspiración futura respecto al histórico en la cuenca alta Chancay-Lambayeque	47
Tabla 22: Promedio estacional y anual de evapotranspiración (mm) en la cuenca baja Chancay-Lambayeque	47
Tabla 23: Variación porcentual de la evapotranspiración futura respecto al histórico en la cuenca baja Chancay-Lambayeque	47
Tabla 24: Promedio estacional y anual de evapotranspiración (mm) en la cuenca alta Lurín	50
Tabla 25: Variación porcentual de la evapotranspiración proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Lurín.....	50
Tabla 26: Promedio estacional y anual de evapotranspiración (mm) en la cuenca baja Lurín	50
Tabla 27: Variación porcentual de la evapotranspiración proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Lurín.....	50
Tabla 28: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica (MMC) en la parte alta de la cuenca Chancay Lambayeque	55
Tabla 29: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Chancay-Lambayeque	55
Tabla 30: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica (MMC) en la cuenca baja Chancay Lambayeque.....	56
Tabla 31: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Chancay-Lambayeque.....	56
Tabla 32: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica de riego (MMC) en la parte alta de la cuenca Chancay Lambayeque.....	59
Tabla 33: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Chancay-Lambayeque	59

Tabla 34: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica de riego (MMC) en la cuenca baja Chancay Lambayeque.....	59
Tabla 35: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Chancay-Lambayeque.....	59
Tabla 36: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica (MMC) en la cuenca alta Lurín	61
Tabla 37: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Lurín	61
Tabla 38: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica (MMC) en la cuenca baja Lurín	62
Tabla 39: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Lurín.....	62
Tabla 40: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica de riego (MMC) en la cuenca alta Lurín	65
Tabla 41: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Lurín	65
Tabla 42: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica de riego (MMC) en la cuenca baja Lurín.....	65
Tabla 43: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Lurín.....	65
Tabla 44: Demanda hídrica mensual (MMC) en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 1980-2012.....	72
Tabla 45: Demanda hídrica mensual (MMC) en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 1980-2012.....	73
Tabla 46: Demanda hídrica mensual (MMC) en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 1980-2012.....	74
Tabla 47: Demanda hídrica mensual (MMC) en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 1980-2012.....	75
Tabla 48: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	76

Tabla 49: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	77
Tabla 50: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	77
Tabla 51: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	78
Tabla 52: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	78
Tabla 53: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	79
Tabla 54: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	79
Tabla 55: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	80
Tabla 56: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	80
Tabla 57: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	81
Tabla 58: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	81
Tabla 59: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	82
Tabla 60: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 4.5 en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	83
Tabla 61: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 4.5 en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	83
Tabla 62: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 4.5 en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	84
Tabla 63: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 8.5 en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	84

Tabla 64: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 8.5 en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	85
Tabla 65: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 8.5 en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 2020-2050.....	85
Tabla 66: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 4.5 en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	86
Tabla 67: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 4.5 en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	86
Tabla 68: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 4.5 en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	87
Tabla 69: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 8.5 en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	87
Tabla 70: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 8.5 en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	88
Tabla 71: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 8.5 en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 2020-2050	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Describe el calentamiento global según las Rutas Representativas de Concentración hasta el año 2100. El valor medio de cada escenario se muestra en las líneas gruesas de cada color, mientras que las zonas sombreadas indican desviación estándar.....	10
Figura 2: Proyecciones al 2050 de la precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima para los diferentes Modelos Climáticos Globales	11
Figura 3: Variación altitudinal de la cuenca Chancay-Lambayeque y ubicación de las estaciones pluviométricas y termométricas	14
Figura 4: Variación promedio mensual de la temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, velocidad del viento, horas del sol, precipitación y evapotranspiración de referencia en la cuenca Chancay-Lambayeque del año 1980 al 2012: Línea punteada estación Huambos zona alta; línea solida estación Sipan zona baja.....	15
Figura 5: Red de distribución de agua para riego en la parte alta y baja de la cuenca Chancay Lambayeque.....	16

Figura 6: Esquema hidráulico del reservorio Tinajones.....	17
Figura 7: Mapa capacidad de uso mayor de la cuenca Chancay-Lambayeque	17
Figura 8: Variación altitudinal de la cuenca Lurín y ubicación de las estaciones pluviométricas y termométricas.....	19
Figura 9: Mapa capacidad de uso mayor de la cuenca Lurín	20
Figura 10: Red de distribución de agua para riego en la parte alta y baja de la cuenca Lurín	21
Figura 11: Variación promedio mensual de la temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, velocidad del viento, horas del sol, precipitación y evapotranspiración de referencia en la cuenca Lurín del año 1980 al 2012: Línea punteada estación Huambos zona alta; línea solida estación Sipan zona baja.....	22
Figura 12: Esquema de la metodología a seguida para el desarrollo de la investigación.....	24
Figura 13: Esquema del procesamiento de información de precipitación mensual futura para el periodo de enero del 2020 a diciembre del 2050: (a) Interpolación por IDW de las 21 estaciones de precipitación futura para generar 372 mapas de precipitación espacial; (b) Extracción de la precipitación al centro de gravedad de la zona alta (725741 E, 9263939 N) y zona baja (653500 E, 9262359 N).....	29
Figura 14: Incremento anual de la población en la cuenca Chancay-Lambayeque, zona alta (a) y zona baja (b) y cuenca Lurín, zona alta (c) y zona baja (d). Según tasa de crecimiento anual del INEI 2014 (e)	31
Figura 15: Variación anual de la precipitación en la cuenca Chancay-Lambayeque y la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012). Panel superior: cuenca Chancay-Lambayeque; Panel inferior: cuenca Lurín.	34
Figura 16: Diagrama de dispersión de la evapotranspiración de referencia calculada con el método de Hargreaves y Penman-Monteith: (a) Cuenca Lurín zona baja, (b) Cuenca Lurín zona alta, (c) Cuenca Chancay-Lambayeque zona baja, (b) Cuenca Chancay-Lambayeque zona alta.....	35
Figura 17: Variación anual de la evapotranspiración en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	36

Figura 18: Kc de los cultivos con mayor área cultivada de la cuenca Chancay-Lambayeque calculados en el software CROPWAT 8.0: Panel superior zona alta, Panel inferior zona baja.	37
Figura 19: Kc de los cultivos con mayor área cultivada de la cuenca Lurín calculados en el software CROPWAT 8.0: Panel superior zona alta, Panel inferior zona baja.	37
Figura 20: Demanda hídrica histórica de la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo (1980-2012)	38
Figura 21: Demanda hídrica histórica de la cuenca Lurín para el periodo (1980-2012).....	39
Figura 22: Variación anual de la precipitación en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	40
Figura 23: Variación mensual de la precipitación en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d).....	41
Figura 24: Variación anual de la precipitación en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectada (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	43
Figura 25: Variación mensual de la precipitación en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectada (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d)	43
Figura 26: Variación anual de la evapotranspiración de referencia en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	46
Figura 27: Variación mensual de la evapotranspiración de referencia en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d).....	46
Figura 28 Variación anual de la evapotranspiración de referencia en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	49

Figura 29: Variación mensual de la evapotranspiración de referencia en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d).....	49
Figura 30: Variación anual de la demanda hídrica futura (2020-2050) en la cuenca Chancay-Lambayeque. Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.....	52
Figura 31: Variación mensual del volumen de almacenamiento en el reservorio Tinajones en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (2011-2015) y proyectado (2020-2050).....	53
Figura 32: Variación anual de la demanda hídrica futura (2020-2050) en la cuenca Lurín. Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	53
Figura 33: Variación anual de la demanda hídrica en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	54
Figura 34: Variación mensual de la demanda hídrica en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo presente (1980-2012) y proyectada (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d).....	55
Figura 35: Variación mensual de la demanda hídrica en la cuenca Chancay-Lambayeque para el escenario más crítico CanESM2 8.5. Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	57
Figura 36: Variación anual de la demanda hídrica de riego en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	58
Figura 37: Variación mensual de la demanda hídrica de riego en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo presente (1980-2012) y proyectada (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d).....	58
Figura 38: Variación anual de la demanda hídrica en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	60

Figura 39: Variación mensual de la demanda hídrica en la cuenca Lurín para el periodo presente (1980-2012) y proyectada (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d)	61
Figura 40: Variación mensual de la demanda hídrica en la cuenca Lurín para el escenario más crítico CanESM2 8.5. Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	63
Figura 41: Variación anual de la demanda hídrica de riego en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.	64
Figura 42: Variación mensual de la demanda hídrica de riego en la cuenca Lurín para el periodo presente (1980-2012) y proyectada (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d)	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Demanda hídrica histórica en la cuenca Chancay-Lambayeque	72
Anexo 2: Demanda hídrica histórica en la cuenca Lurín.....	74
Anexo 3: Demanda hídrica futura en la cuenca Chancay-Lambayeque por escenarios de cambio climático.....	76
Anexo 4: Demanda hídrica futura en la cuenca Lurín por escenarios de cambio climático	82

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso importante para la sostenibilidad de la vida en el planeta, y está relacionada con todos los componentes del sistema climático, por tanto variaciones en este sistema influirán directamente en el ciclo hidrológico lo que a su vez producirá cambios en su disponibilidad. Es así que la FAO prevé que en el 2025, el 35 por ciento de la población mundial se enfrentará a la escasez de agua. Y entre los países que serán más afectados están, Etiopía, India, Kenia, Nigeria y Perú. Bajo este escenario de escasez hídrica, la agricultura que es la principal consumidora de agua, se verá obligada a aplicar algunas medidas correctivas que le permitan hacer un uso más eficiente del agua.

El calentamiento en el sistema climático es inequívoco y desde la década de 1950 muchos de los cambios observados no han tenido precedentes, y es probable que para el final del siglo XXI la temperatura global en la superficie sea mayor en 1.5°C en relación con el promedio de 1850-1900 (IPCC, 2013). Este incremento de la temperatura y la variabilidad de la precipitación generarán en conjunto una mayor demanda de agua de riego, por lo cual diferentes modelos climáticos proyectan cambios mundiales en las necesidades netas de riego y un aumento progresivo de la variabilidad interanual del rendimiento de los cultivos en muchas regiones. Esos impactos proyectados ocurrirán en un contexto de rápido crecimiento de la demanda de cultivos (IPCC, 2014).

El Perú no es ajeno a este problema, pues en la última década se están observando eventos extremos más intensos, como cambios en los registros de precipitación y temperaturas extremas. En este contexto se realiza la presente investigación para determinar las demandas hídricas futuras ante diferentes escenarios de cambio climático, planteando como objetivo general en la presente investigación evaluar el efecto del cambio climático en la demanda hídrica agrícola, poblacional, pecuaria e industrial de la cuenca Chancay-Lambayeque y la cuenca Lurín para seis escenarios de cambio climático; esto a través de tres objetivos específicos: (i) obtener la demanda hídrica histórica en las cuencas Chancay-Lambayeque y Lurín (ii) obtener la demanda hídrica futura en las cuencas Chancay-Lambayeque y Lurín (iii) estimar el efecto del cambio climático en la demanda hídrica futura de las cuencas Chancay-Lambayeque y Lurín para seis escenarios de cambio climático.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Evapotranspiración

Se conoce como evapotranspiración la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo.

- Evaporación.- La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua y se retira de la superficie evaporante. El agua se evapora de una variedad de superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la vegetación mojada.
- Transpiración.- Consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. El agua, junto con algunos nutrientes, es absorbida por las raíces y transportada a través de la planta, casi toda el agua absorbida del suelo se pierde por transpiración y solamente una pequeña fracción se convierte en parte de los tejidos vegetales.

2.1.1 Evapotranspiración de referencia (ET_0)

La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo de referencia. La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas.

El concepto de evapotranspiración de referencia se introdujo para estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo, y de las prácticas de manejo. Debido a que hay una abundante disponibilidad de agua en la superficie de evapotranspiración de referencia, los factores del suelo no tienen ningún efecto sobre ET_0 . Los únicos factores que afectan ET_0 son los parámetros climáticos. Por lo tanto, ET_0 es también un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos. ET_0 expresa el poder evaporante de la atmósfera en una localidad y época del año específicas, y no considera ni las características del cultivo, ni los factores del suelo (FAO, 2006).

Métodos de determinación de evapotranspiración

Existen dos métodos para determinar la evapotranspiración: los métodos de medición o directos y los métodos de estimación o indirectos.

- Métodos directos

Los métodos de medición o directos calculan la evapotranspiración a través del control de ingresos y salidas de agua en el suelo que sustenta una cubierta vegetal. Estos métodos, aunque entregan mejores resultados más cercanos a la realidad, usualmente son costosos, engorrosos y requieren de bastante tiempo para llegar a resultados concluyentes. Por otra parte, los resultados que se obtienen son puntuales y válidos sólo para los cultivos o plantaciones en cuestión y las condiciones geográficas en las cuales se han aplicado. Los métodos directos son numerosos se menciona a continuación los más frecuentemente indicados en otras referencias: Estanques, lisímetros, parcelas y superficies naturales de ensayo y métodos de los volúmenes afluentes y efluentes del balance hidrológico (Sánchez Martínez, 2001).

- Métodos indirectos

Dentro de los métodos indirectos se pueden diferenciar dos grupos: Las formulaciones empíricas, que relacionan la evapotranspiración con datos climáticos y los basados en la correlación entre la evapotranspiración de zonas cultivadas con las pérdidas de agua de un estanque o bandeja de evaporación. Los modelos pertenecientes al primer grupo pueden clasificarse a su vez de acuerdo a la variable climática sobre la que se basa la determinación de la evapotranspiración, en función a lo cual se puede hablar de: (a) métodos basados en la temperatura del aire y datos astronómicos: método de Thornthwaite y método de Blaney y Criddle, (b) métodos basados en la temperatura del aire y la humedad relativa: método de Papadakis, método de Ivanov y método de Hargreaves, (c) métodos basados en la temperatura del aire y la radiación solar: método de Turc, método de Jensen-Haise y método de la radiación y (d) métodos basados en la ecuación de combinación del balance de energía y de la transferencia turbulenta del vapor de agua: método de Penman, método de Penman-Monteith y método de Bouzo (Sánchez Martínez, 2001).

2.1.2 Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET_C)

La evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar se denomina ET_C , y se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes (FAO, 2006).

Coefficiente de cultivo K_c

El coeficiente de cultivo se define como el cociente entre la evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar y la evapotranspiración de referencia: $K_c = ET_C/ET_0$

Este coeficiente refleja las diferencias entre el cultivo y la superficie de referencia. Como las características de un cultivo cambian con las distintas fases de crecimiento, los valores del coeficiente de cultivo describen una curva a lo largo del ciclo del cultivo cuya forma refleja los cambios en la vegetación y en la cobertura vegetal debidos al crecimiento y maduración en ciclo de crecimiento del cultivo Santos *et al.*, (2007).

2.2 Demanda hídrica

Se considera demanda de agua como el volumen de agua necesario para el desarrollo de toda actividad humana que necesite de agua para su realización. Se define como consumo de agua el volumen de agua realmente utilizado en el desarrollo de la actividad humana. Cuando no existe déficit de agua, el consumo coincide con la demanda lo que ha llevado a que ambos conceptos se utilicen de manera indistinta aunque conceptualmente son claramente diferentes. Las demandas y consumos de agua se suelen dividir a nivel general en demandas o consumos consuntivos y demandas o usos no consuntivos. Las demandas o consumos consuntivos son aquellos que permiten el desarrollo de una actividad con consumo de agua, es decir, que el volumen de agua previo a la actividad es mayor siempre al volumen de agua existente después de la realización de la actividad. En cambio la demanda o uso de agua no consuntivo es aquella demanda o uso que permite el desarrollo de una actividad que no produce disminución del volumen de agua por el proceso realizado (IKAUR, 2004).

2.2.1 Demanda agrícola

La demanda agrícola se refiere al consumo de agua empleado en las producciones agrícolas como regadío. En el país esta demanda es de 23 166 Hm³/año, que corresponde con una superficie de riego de unos 1.64 millones de hectáreas y supone el 89 por ciento de la demanda consuntiva (MINAGRI & ANA, 2012).

Requerimiento de agua de los cultivos

- **Módulos de riego:** Es el caudal de agua que requiere un cultivo por unidad de superficie en las diferentes fases de su ciclo vegetativo, es decir la cantidad de agua en el momento oportuno de su aplicación con objetivo de compensar los déficits de humedad del suelo durante el período vegetativo de un cultivo dado.
- **Cedula de cultivo:** La Cédula de Cultivo se define como la distribución de los cultivos en el transcurso del año, de acuerdo a los factores: climatológicos, técnicos, rentabilidad, capacidad económica del agricultor, tamaño de la unidad agrícola, demanda de productos en el mercado, disponibilidad de agua, incidencia de plagas y enfermedades, etc. La combinación de los cultivos para la estructuración de las cédulas de cultivos tiene en cuenta las fechas de siembra y cosecha, el período vegetativo y el tipo de cultivo.
- **Eficiencia de riego:** La eficiencia es la relación entre la cantidad de agua de riego utilizada de un modo efectivo por las plantas y la cantidad de agua suministrada. Por ello, se debe calcular la cantidad de agua que requieren los cultivos, teniendo en cuenta todos los factores que lo puedan afectar (edafológicos, culturales, meteorológicos, etc.); y, por otra parte, evaluar el volumen captado, teniendo en cuenta las pérdidas que se producen durante la conducción del agua, desde la captación, su distribución y aplicación en la parcela. La ecuación para calcular la eficiencia de riego es: $E_f = E_c * E_d * E_a$, dónde: E_f es la eficiencia de riego; E_c es la eficiencia de conducción; E_d es la eficiencia de distribución; E_a es la eficiencia de aplicación.

- Demanda de agua de uso agrícola: Es la cantidad de agua requerida por la cédula de cultivo, presenta la siguiente ecuación: $D_p = D_a / E_f$ donde: D_p es la demanda de agua bruta para uso agrícola; D_a es la demanda de agua neta para uso agrícola. Además se complementan las siguientes ecuaciones: $D_a = E_{Tc} - (PE + CA + N)$, $E_{Tc} = K_c * E_{T0}$ donde: E_{Tc} es la evapotranspiración del cultivo (mm/mes); K_c es el coeficiente de cultivo; E_{T0} es la evapotranspiración de referencia (mm/mes); PE es la precipitación efectiva (mm/mes); CA es la capacidad de almacenamiento del suelo ($\theta_i - \theta_f$); N es el aporte del nivel freático.

2.2.2 Demanda poblacional

Es la demanda o consumo de agua que se produce o realiza en las viviendas del núcleo urbano y es consumida por la actividad doméstica: bebida, limpieza personal, limpieza ropa, vajillas, etc. (IKAUR, 2004).

Crecimiento poblacional

Para determinar el crecimiento poblacional existen diferentes métodos, se menciona a continuación los más frecuentes utilizados en otras referencias: método aritmético, el método geométrico y el método exponencial elegidos según el tipo de población y dependiendo de las características socio-económicas de la misma.

- Método aritmético: Es un método de proyección completamente teórico y rara vez se da el caso de que una población presente este tipo de crecimiento. La población futura a través de este método se calcula a través de la siguiente fórmula: $P_f = P_a + r * t$ donde: P_f es la población futura (Habitantes); P_a es la población actual (Habitantes); r es la tasa de crecimiento (Habitantes/año); t es el periodo de años (años).
- Método geométrico: Mediante este método, se asume que el crecimiento de la población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el usado para el método aritmético. Este método está representado por la siguiente fórmula: $P_f = P_a * (1 + r)^t$ donde: P_f es la población futura (Habitantes); P_a es la población actual (Habitantes); r es la tasa de crecimiento anual; t es el periodo de años (años).

- Método exponencial: Para el uso de este método, se asume que el crecimiento de la población se ajusta al tipo exponencial y la población futura se puede calcular con la ecuación mostrada a continuación. La aplicación de este método requiere el conocimiento de por lo menos tres censos, ya que para el cálculo del valor de “k” promedio se requieren al menos de dos valores: La fórmula del método exponencial es: $Pf = Pa * e^{k*t}$ dónde: Pf es la población futura (Habitantes); Pa es la población actual (Habitantes); k es la constante; t es el periodo de años (años).

2.2.3 Otras demandas

a. Demanda pecuaria

La demanda pecuaria es la demanda de agua que requieren los animales, tales como: Ganados, bovinos, ovinos, equinos, porcinos, aves, entre otros. A continuación se presenta una tabla donde se indica la dotación de agua para diferentes tipos de animales.

Tabla 1: Dotación de agua para edificaciones destinadas al alojamiento cuidado y cría de animales.

Edificaciones para:	Dotación en litros/día/animal
Ganado lechero	120
Bovinos	40
Ovinos	10
Equinos	40
Porcinos	10-30
Pollos, gallinas, pavos, patos, gansos	20 litros/día cada 100 aves

Fuente: Rodriguez (2010)

b. Demanda industrial

Es la demanda solicitada o el consumo de agua utilizado por la actividad comercial e industrial de un núcleo urbano. Es decir, la que se refiere al agua necesaria o usada por comercios, bares, restaurantes y la industria del núcleo urbano abastecida desde la red de agua del núcleo (IKAUR, 2004).

2.3 Cambio climático

El cambio climático se refiere a una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un largo período de tiempo (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de los suelos. Se debe tener en cuenta que el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define ‘cambio climático’ como: ‘un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables’. El CMCC distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales (IPCC, 2002).

Modelos Climáticos Globales

Los modelos climáticos Globales o también denominados Modelos de Circulación General (MCG) son la herramienta disponible más avanzada actualmente, para simular la respuesta del sistema climático global al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero. Los MCG corresponden por tanto, a modelos numéricos que representan los procesos climáticos, donde se vinculan procesos físicos, químicos y biológicos de la atmósfera, el océano, la criósfera y la superficie terrestre, en sus interacciones y funciones de retroalimentación (Roa, 2010).

2.3.1 Escenarios de cambio climático

Un escenario climático futuro es una representación plausible que indica cómo posiblemente se comportará el clima en una región en una cierta cantidad de años, tomando en cuenta datos históricos y usando modelos matemáticos de proyección, generalmente para precipitación y temperatura (IPCC, 2008). El uso de múltiples escenarios y modelos climáticos han permitido describir una amplia gama de posibles evoluciones futuras del clima de la Tierra.

Para las nuevas simulaciones de modelos climáticos, realizados en el marco de la quinta fase del Proyecto de comparación de modelos acoplados (CMIP5) del Programa Mundial de

Investigaciones Climáticas, se ha utilizado un nuevo conjunto de escenarios: las rutas representativas de concentración (RCP, de sus siglas en inglés), cabe señalar que algunas nuevas RCP pueden contemplar efectos de las políticas orientadas a limitar el cambio climático del siglo XXI, a diferencia de los escenarios de emisión utilizados en el AR4 (denominados SRES, de sus siglas en inglés). En todas las RCP, las concentraciones atmosféricas de CO₂ son más elevadas en 2100 respecto de hoy en día como resultado de un mayor aumento de las emisiones de CO₂ acumuladas en la atmósfera durante el siglo XXI. En este nuevo tipo de escenarios se ha definido fijar los niveles de forzantes radiativas hacia el año 2100, en vez de considerarse ciertos niveles futuros de emisión de GEI. La forzante radiativa (FR) se define como la diferencia entre la radiación entrante a la Tierra versus la radiación que se entrega de vuelta al espacio, lo que implica que si la diferencia es positiva se tendrá calentamiento, producto de la acumulación de energía en la superficie terrestre. La FR total para el año 2100 varía desde 2,6 a 8,5 W/m², tal como se aprecia en la Tabla 2.

Según el Quinto informe de evaluación del (IPCC, 2013), cada RCP tiene asociada una base de datos de alta resolución espacial de emisiones de sustancias contaminantes (clasificadas por sectores), de emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero y de usos de suelo hasta el año 2100, basada en una combinación de modelos de distinta complejidad de la química atmosférica y del ciclo del carbono.

En la Tabla 2 se describe los cuatro escenarios RCP del CMPI 5, uno donde los esfuerzos en mitigación conducen a un nivel de forzamiento muy bajo (RCP2.6), dos escenarios de estabilización (RCP4.5 y RCP6.0) y un escenario con un nivel muy alto de emisiones de GEI (RCP8.5).

Tabla 2: Resumen de las características de las Rutas Representativas de Concentración proyectadas hasta el año 2100

Nombre	Forzante radiativa (W/m ²)	Concentración (ppm)	Trayectoria
RCP 8.5	> 8.5 en 2100	> 1370 CO ₂ -equiv. en 2100	En aumento
RCP 6.0	~ 6 post estabilización en 2100	~ 850 CO ₂ -equiv. (estabilización post 2100)	Estabilización sin aumentos radicales
RCP 4.5	~ 4.5 post estabilización en 2100	~ 650 CO ₂ -equiv. (estabilización post 2100)	Estabilización sin aumentos radicales
RCP 2.6	Peak en ~ 3 antes de 2100 luego declina	Peak en ~490 CO ₂ -equiv. Antes de 2100 luego declina	Peak y declina

Fuente: Bustos (2014)

El aumento en las forzantes radiativas para las próximas décadas y decenios hace imperante la necesidad de modelar los posibles efectos a nivel hidrológico y la consecuente modificación en la disponibilidad de recursos hídricos en las cuencas a nivel global, herramientas necesarias en la gestión y explotación de los recursos hídricos en el mediano y largo plazo (Bustos, 2014). En la Figura 1 se presenta el calentamiento global según escenarios RCP.

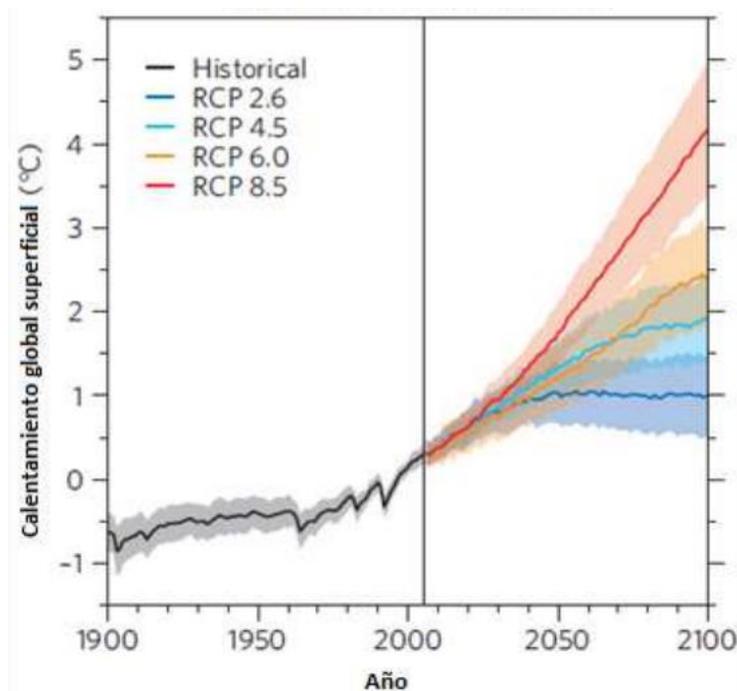


Figura 1: Describe el calentamiento global según las Rutas Representativas de Concentración hasta el año 2100. El valor medio de cada escenario se muestra en las líneas gruesas de cada color, mientras que las zonas sombreadas indican desviación estándar.

Fuente: Bustos (2014)

2.3.2 Proyecciones futuras de precipitación, temperatura máxima y mínima

En la Figura 2 se observa un incremento medio (respecto a 1971-2000) en todo el país entre 2°C a 3°C y 4°C a 6°C para la temperatura máxima y mínima, respectivamente. Con respecto a la precipitación, a pesar de su variabilidad espacial, se proyecta un incremento medio a nivel nacional de entre 10 a 20 por ciento. Además, se observa cada modelo MCG (CanESM2, CNRM-CM5 y MPI-ESM-MR), en la línea sólida al escenario RCP4.5 y en línea punteada al escenario RCP8.5. El sombreado en gris marca el periodo entre el fin de la simulación histórica y el inicio de los escenarios.

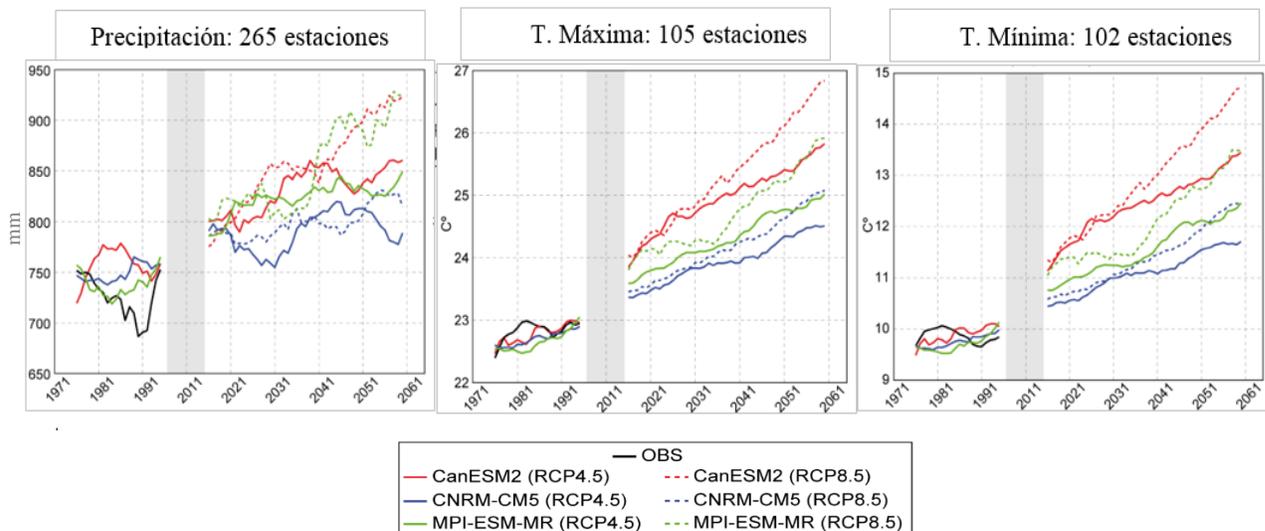


Figura 2: Proyecciones al 2050 de la precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima para los diferentes Modelos Climáticos Globales

Fuente: SENAMHI (2015)

Cuando se realizan predicciones futuras del clima se tiene incertidumbre, la cual se da por dos razones. La primera está asociada al calentamiento global, el cual sabemos que se ha debido en gran parte en los últimos 50 años al incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero pero lo que no sabemos es cómo van a ser estas emisiones de gases en el futuro. En segundo lugar no sabemos con exactitud cuáles van a ser los efectos que tendrán estas emisiones sobre el sistema climático. Debido a estas dos fuentes de incertidumbre, se van a presentar incertidumbres en los escenarios generados por los modelos de circulación de la atmósfera. Además de existir otras fuentes de incertidumbres como las que provienen de la regionalización y la variabilidad natural. (PROCLIM, 2005)

2.3.3 Impactos del cambio climático sobre la demanda de agua en el futuro

El aumento de las temperaturas y de la variabilidad de la precipitación generaría en conjunto una mayor demanda de agua de riego, aun en el caso de que la precipitación total durante la temporada de crecimiento se mantuviera invariable. Diferentes modelos climáticos proyectan diferentes cambios mundiales de las necesidades netas de riego, con incrementos estimados de entre 1 y 3 por ciento de aquí al decenio de 2020 y de entre 2 y 7 por ciento de aquí al decenio de 2070 (IPCC, 2008).

Es probable que el aumento de la demanda de agua para uso doméstico por efecto del cambio climático y de la demanda de agua para usos industriales sea relativamente pequeño. En algunas ubicaciones puede ser inferior al 5 por ciento de aquí al 2050 (IPCC, 2008).

Los impactos del cambio climático constituyen una de las amenazas ambientales más importantes del siglo XXI al nivel mundial. El Perú no es ajeno a este problema, pues en la última década se están observando eventos extremos más intensos, como cambios significativos en los registros de precipitación y temperatura extremas, que hacen percibir la modificación de la variabilidad climática y son indicadores de posibles cambios en los patrones del clima. También existen otros procesos directamente relacionados con el incremento de la temperatura global, como el retroceso glaciar en el Perú, que posee alrededor del 70 por ciento de los glaciares tropicales al nivel mundial y es testigo del acelerado retroceso de ellos. La desaparición de los glaciares tendría grandes repercusiones, porque además de ser parte de los ecosistemas de alta montaña, son fuente de recursos de agua para un conjunto de demandas socioeconómicas en todas sus cuencas asociadas (MINAGRI & ANA, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Zona de estudio

3.1.1 Cuenca Chancay-Lambayeque

La Cuenca Hidrográfica del río Chancay-Lambayeque se ubica en el Norte del Perú, políticamente su territorio corresponde a los departamentos de Lambayeque y Cajamarca. Geográficamente la cuenca Chancay-Lambayeque, se encuentra ubicada entre los paralelos 6° 20' y 6° 56' de Latitud Sur, y entre el meridiano 78° 38' y 80° 00' de Longitud Oeste. La cuenca tiene una extensión de 5,555 km² (ANA, 2013).

De acuerdo con el sistema de clasificación climática de C.W. Thornthwaite, en toda la cuenca baja, cuenca media y gran parte de la cuenca alta se distingue el tipo de clima E (d) B^w1 H₃, correspondiente a una zona desértica de característica semicálida (DEPOLTI-INADE, 2001). Para describir las características meteorológicas de la cuenca se utilizaron las estaciones presentadas en la Tabla 3 y cuyas características se presentan en la Figura 4. En la zona baja de la cuenca la temperatura varía entre 18°C y 26°C, la precipitación promedio anuales es de 52 mm/año, en la zona alta de la cuenca la temperatura varía entre 10°C y 22°C, la precipitación promedio anual es de 750 mm/año. Con respecto al uso del suelo se diferencia en tres zonas de la cuenca. En la zona baja predominan las áreas bajo riego en su mayoría cultivos de arroz y caña de azúcar, en esta parte se encuentra las actividades económico – productivas más importantes las cuales representan el 3.8 por ciento del PBI nacional. En la parte media se caracteriza porque existen apreciables áreas con vegetación arbustiva, cultivos de secano y de terreno desnudo, en pequeña proporción se encuentran pastos naturales y muy pocas áreas de cultivo con riego. En la zona alta está ocupada principalmente por cultivos de secano y pastos naturales, (Gobierno Regional Cajamarca, 2010).

Se presenta la cuenca Chancay-Lambayeque en la Figura 3 la cual fue clasificada en dos zonas: zona alta con centro de gravedad en las coordenadas UTM Este 725741, Norte 9263939 y zona baja con centro de gravedad en las coordenadas UTM Este 653500, Norte 9262359. La división se basó en los informes del PROFODUDA Chancay-Lambayeque, el cual presenta dos informes el primero comprende la zona del valle (PROFODUDA - Chancay Lambayeque, 2004) y el segundo la zona alta de la cuenca.

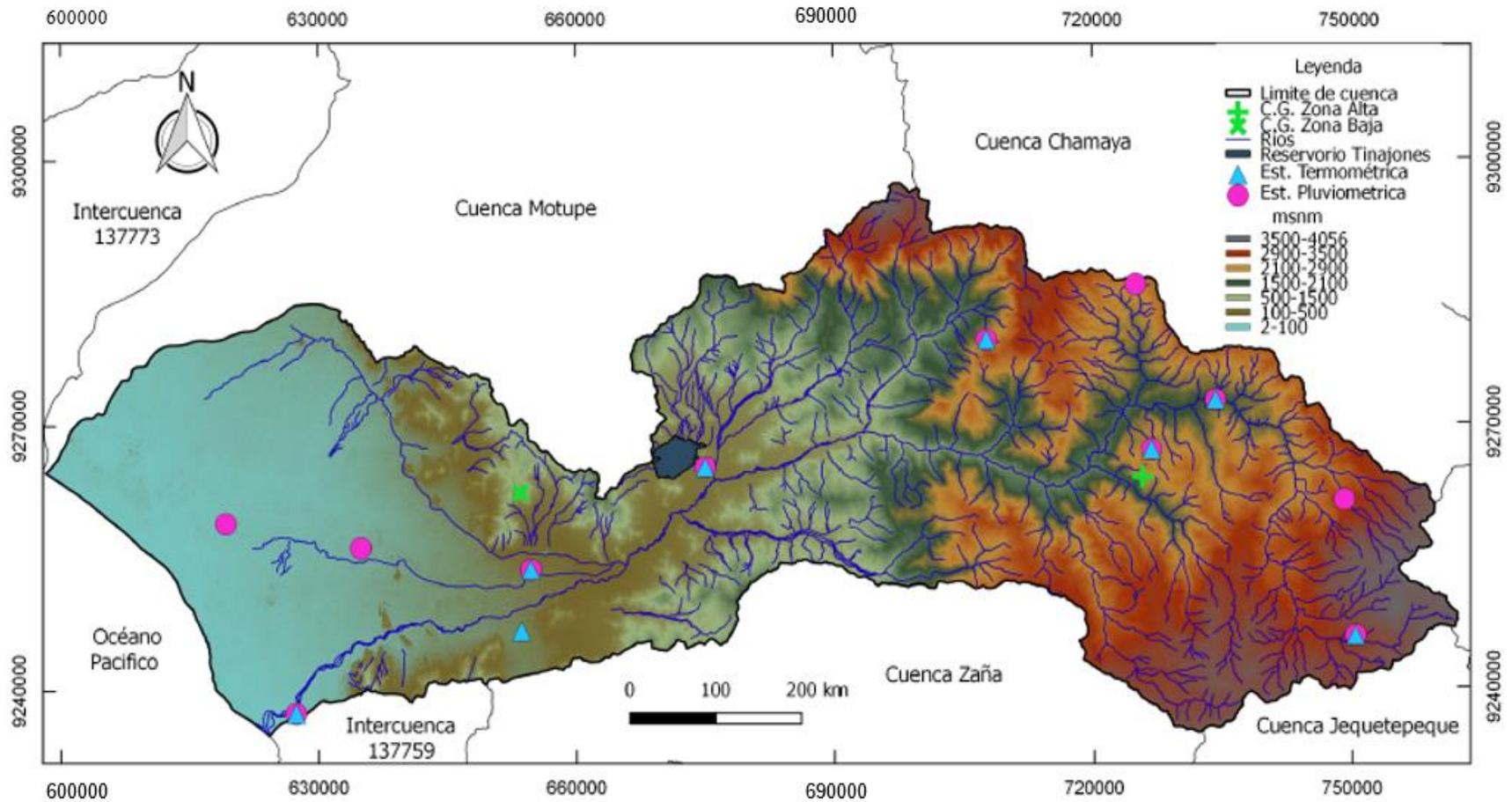


Figura 3: Variación altitudinal de la cuenca Chancay-Lambayeque y ubicación de las estaciones pluviométricas y termométricas
Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de Elevación Digital ASTER-GDEM con tamaño de pixel 30x30 metros.

Tabla 3: Estaciones meteorológicas utilizadas en la cuenca Chancay Lambayeque

Estaciones	Departamento	Provincia	Distrito	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)
Chancay Baños	Cajamarca	Santa Cruz	Chancay Baños	70630	9271474	1575
Ferreñafe	Lambayeque	Chiclayo	Picsi	28764	9253695	29
Huambos	Cajamarca	Chota	Huambos	61170	9284512	2213
Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	44564	9256281	12
Llama	Cajamarca	Chota	Llama	43794	9278032	2079
Pucala	Lambayeque	Chiclayo	Patapo	8906	9251452	85
Quilcaté	Cajamarca	San Miguel	Catilluc	87174	9244889	3250
Reque	Lambayeque	Chiclayo	Eten	36122	9234792	15
Santa Cruz	Cajamarca	Santa Cruz	Santa Cruz	63195	9265783	2039
Sipan	Lambayeque	Chiclayo	Saña	9917	9244449	67
Tinajones	Lambayeque	Chiclayo	Chongoyape	11341	9263281	200

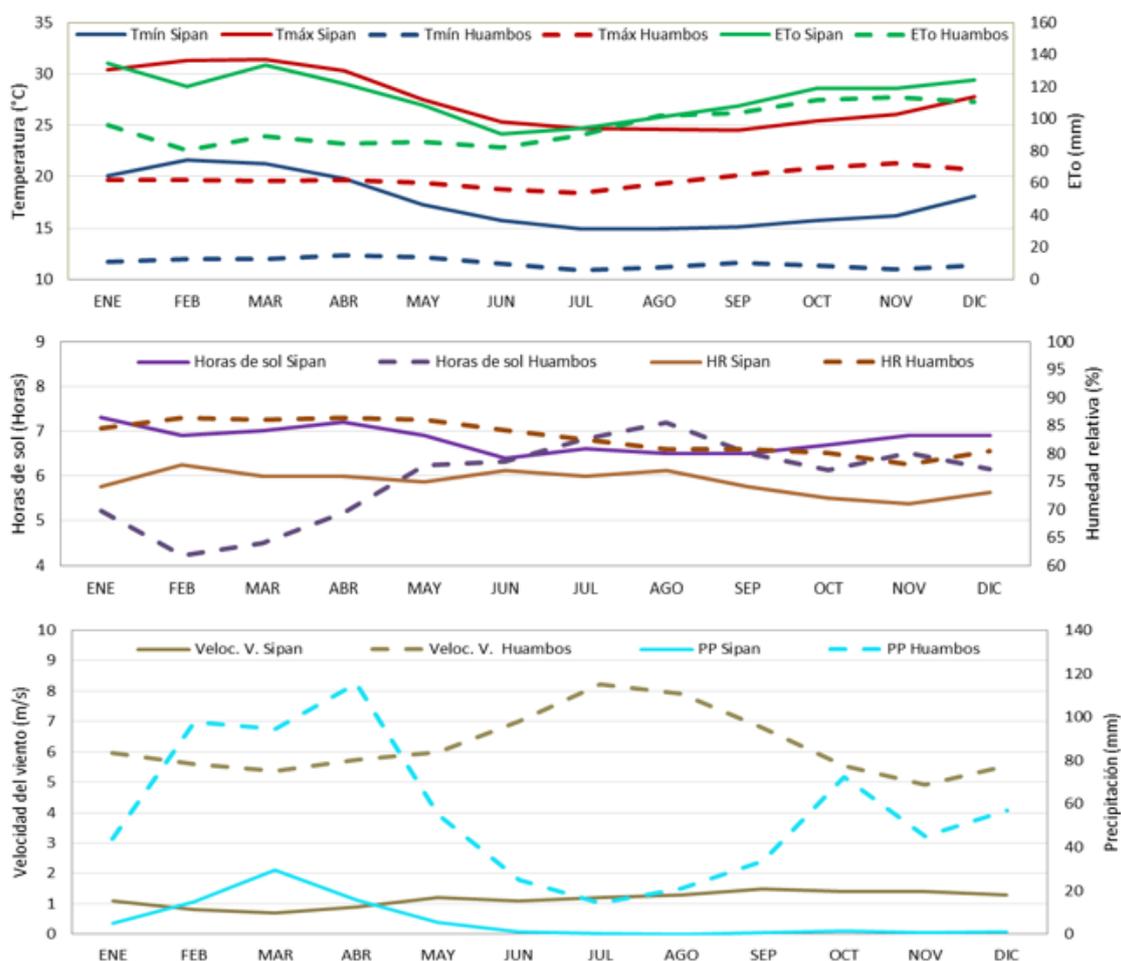


Figura 4: Variación promedio mensual de la temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, velocidad del viento, horas del sol, precipitación y evapotranspiración de referencia en la cuenca Chancay-Lambayeque del año 1980 al 2012: Línea punteada estación Huambos zona alta; línea sólida estación Sipan zona baja.

En la Figura 5 se presenta la distribución de agua para riego según el PROFODUA Chancay-Lambayeque, en la zona alta se encuentran once sub sectores de riego y en la zona baja presenta siete sectores de riego los cuales están conformados por diecisiete comisiones de regantes.

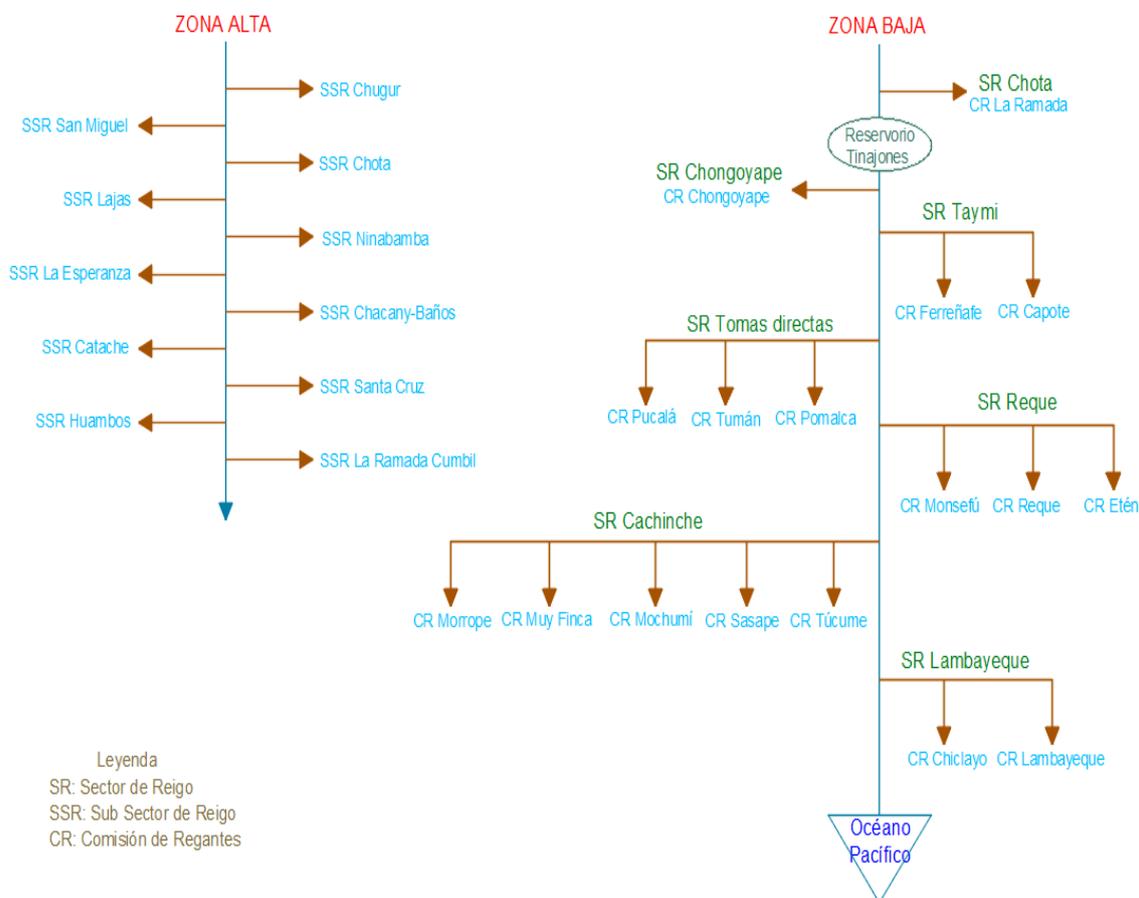


Figura 5: Red de distribución de agua para riego en la parte alta y baja de la cuenca Chancay Lambayeque

Fuente: Elaborado con información del PROFODUA Chancay-Lambayeque (2004)

En la Figura 6 se presenta el esquema hidráulico del reservorio Tinajones el cual abastece con 320 MMC de agua al valle de la cuenca Chancay Lambayeque. En la actualidad existe el proyecto Tinajones segunda etapa que consiste en la construcción de la presa Llaucano y el túnel Llaucano lo cual permitirá incorporar 30 000 ha nuevas de área agrícola Gobierno Regional Cajamarca (2010).

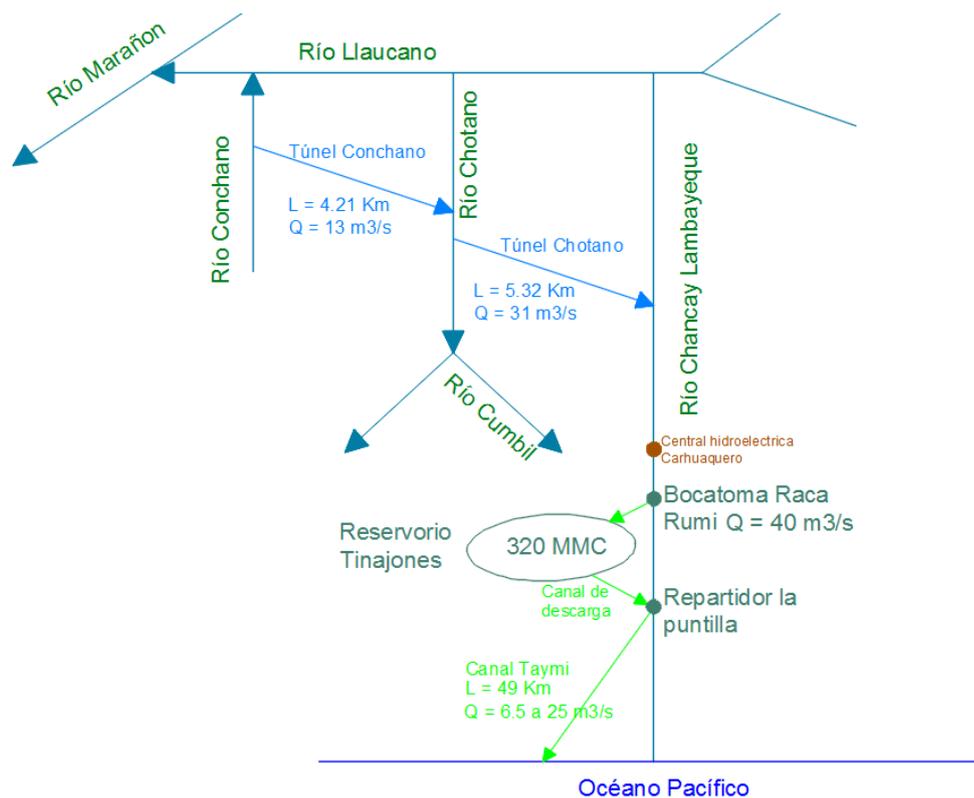


Figura 6: Esquema hidráulico del reservorio Tinajones

Fuente: Elaborado con información del Gobierno Regional de Cajamarca y Lambayeque (2010)

En la Figura 7 se presenta el mapa de capacidad de uso mayor de la cuenca Chancay Lambayeque, en la cual se obtiene que el área apta para cultivos es de 136519 hectáreas.

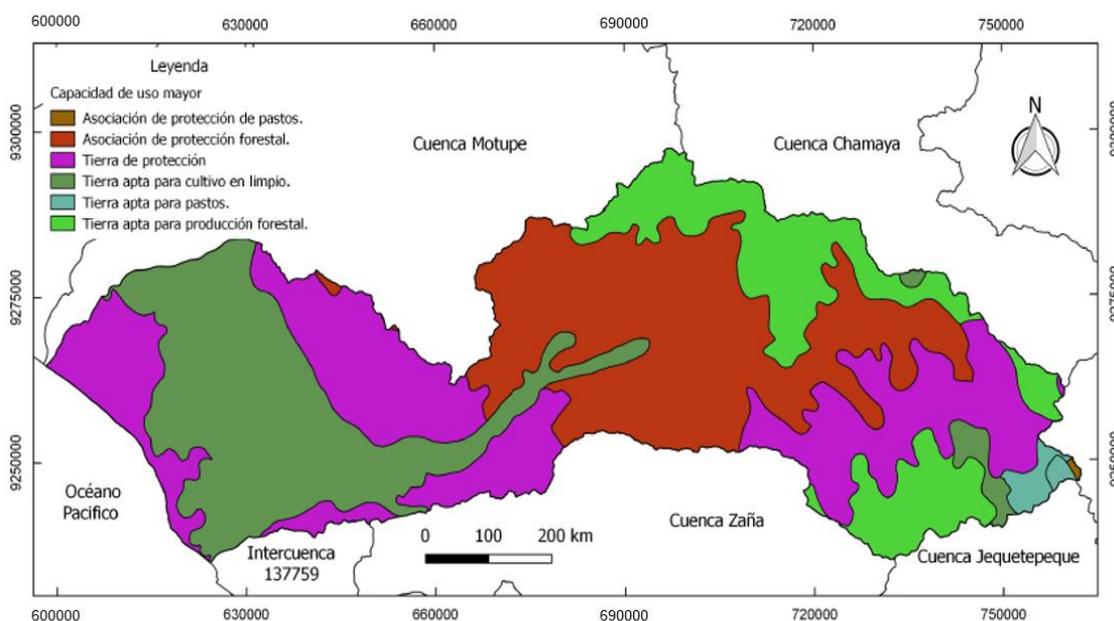


Figura 7: Mapa capacidad de uso mayor de la cuenca Chancay-Lambayeque

Fuente: Elaboración propia a partir del sistema de información geográfica de la Autoridad Nacional del Agua.

3.1.2 Cuenca Lurín

La cuenca del río Lurín está ubicada al Sur Este de la ciudad de Lima, colindando por el Norte con la Cuenca del río Rímac, por el Sur con la Cuenca del río mala y por el Oeste con el Océano Pacífico, con una superficie aproximadamente de 1,720 km².

La Cuenca está circunscrita políticamente en el departamento de Lima, comprendido en la provincia de Lurín y Huarochirí. Geográficamente la cuenca Lurín, se encuentra ubicada entre los paralelos 11°50'31" y 12°16'34" de Latitud Sur, y entre el meridiano 76° 17'11" y 76°54'33" de Longitud Oeste. (PROFODUA-LURIN, 2006)

Con respecto a la población en los diez distritos que conforman la cuenca habitan alrededor de 165,345 personas. El 70 por ciento de las familias vive en la zona urbana y el 30 por ciento en la zona rural. El 98 por ciento de las familias ocupa la parte baja de la cuenca. (Felipe-Morales B., 2012)

Del punto de vista climático en la Cuenca del río Lurín se pueden diferenciar hasta 6 tipos de clima, que varían según la altitud, desde el extremadamente árido y semicálido (de 0 a 800 m); árido y semi-cálido (800 a 2,200 m); semi-árido y templado (2,200 a 3,200 m); sub-húmedo y templado frío (3,200 a 3,800 m); húmedo y frígido (3,800 a 4,800 m); muy húmedo y gélido (4,800 a 5,000 m) (Felipe-Morales B., 2012). Para describir las características meteorológicas de la cuenca se utilizaron las estaciones presentadas en la Tabla 4 y cuyas características se presentan en la Figura 11. En la zona baja de la cuenca la temperatura varía entre 11°C y 24°C, la precipitación promedio anuales es de 28 mm/año, en la zona alta de la cuenca la temperatura varía entre 10°C y 21°C, la precipitación promedio anual es de 276 mm/año.

Se presenta la cuenca Lurín en la Figura 8 la cual fue clasificada en dos zonas: zona alta con centro de gravedad en las coordenadas UTM Este 343024, Norte 8668080 y zona baja con centro de gravedad en las coordenadas UTM Este 306708, Norte 8659496. La división se basó en los informes del PROFODUDA Lurín, el cual presenta dos informes el primero comprende la zona del valle (PROFODUA-LURIN, 2004) y el segundo la zona alta de la cuenca PRPFODUA-LURIN, 2006.

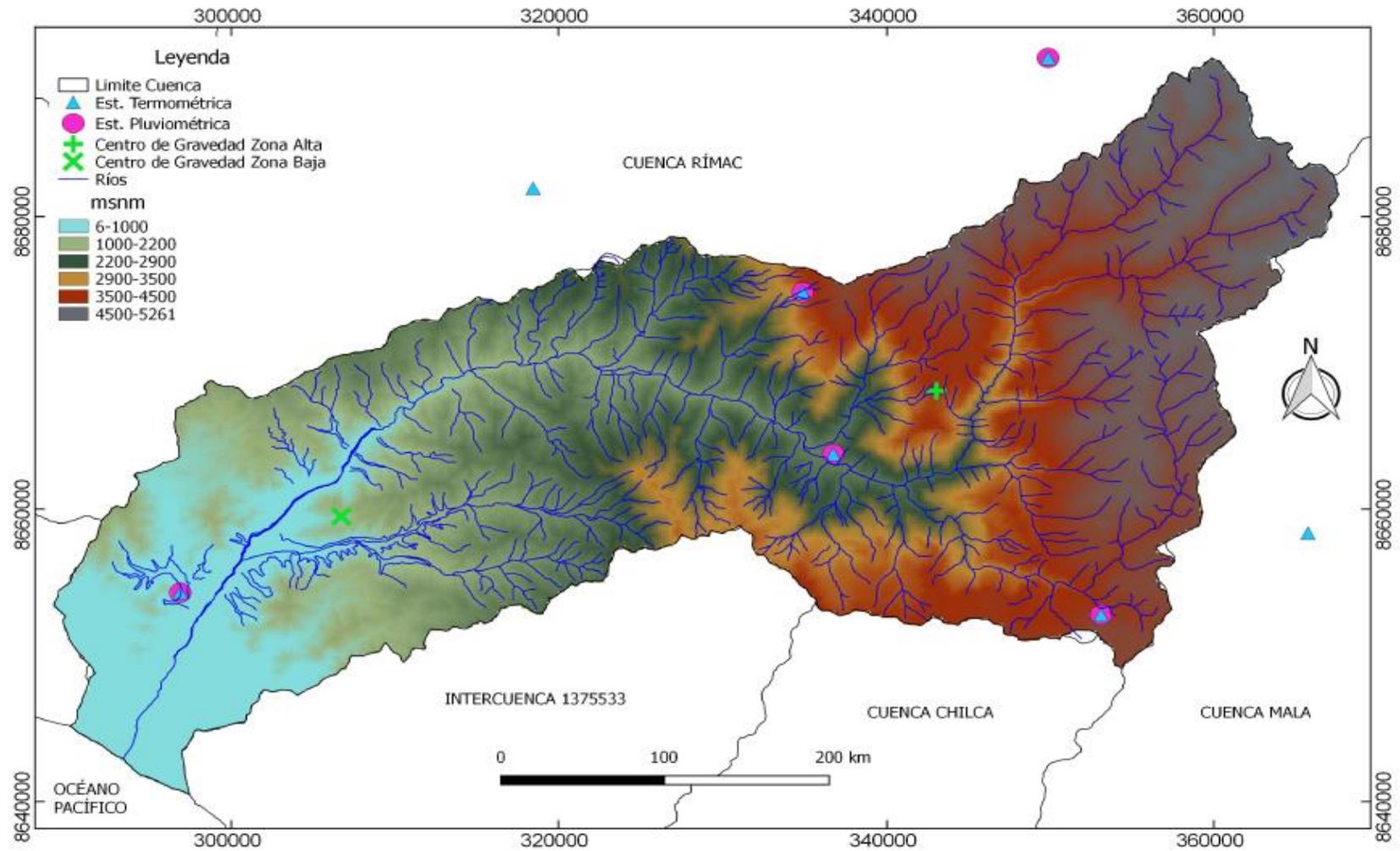


Figura 8: Variación altitudinal de la cuenca Lurín y ubicación de las estaciones pluviométricas y termométricas.
Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de Elevación Digital ASTER-GDEM con tamaño de pixel 30x30 metros.

Tabla 4: Estaciones meteorológicas utilizadas en la cuenca Lurín

Estaciones	Provincia	Distrito	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)
Antioquia	Huarochirí	Antioquia	336714	8663753	1839
Huarochirí	Huarochirí	Huarochirí	365767	8658368	3182
Manchay bajo	Lima	Pachacamac	296859	8654288	164
Matucana	Huarochirí	Matucana	349860	8690836	2431
Pacaran	Cañete	Pacaran	385517	8577884	721
San Lázaro Escomarca	Huarochirí	Langa	353098	8652778	3840
Santa Eulalia	Huarochirí	Santa Eulalia	318448	8681934	945
Santiago de Tuna	Huarochirí	Santiago de Tuna	334839	8674805	3230

En la Figura 9 se presenta el mapa de capacidad de uso mayor de la cuenca Lurín, en la cual se obtiene que el área apta para cultivos es de 20825 hectáreas.

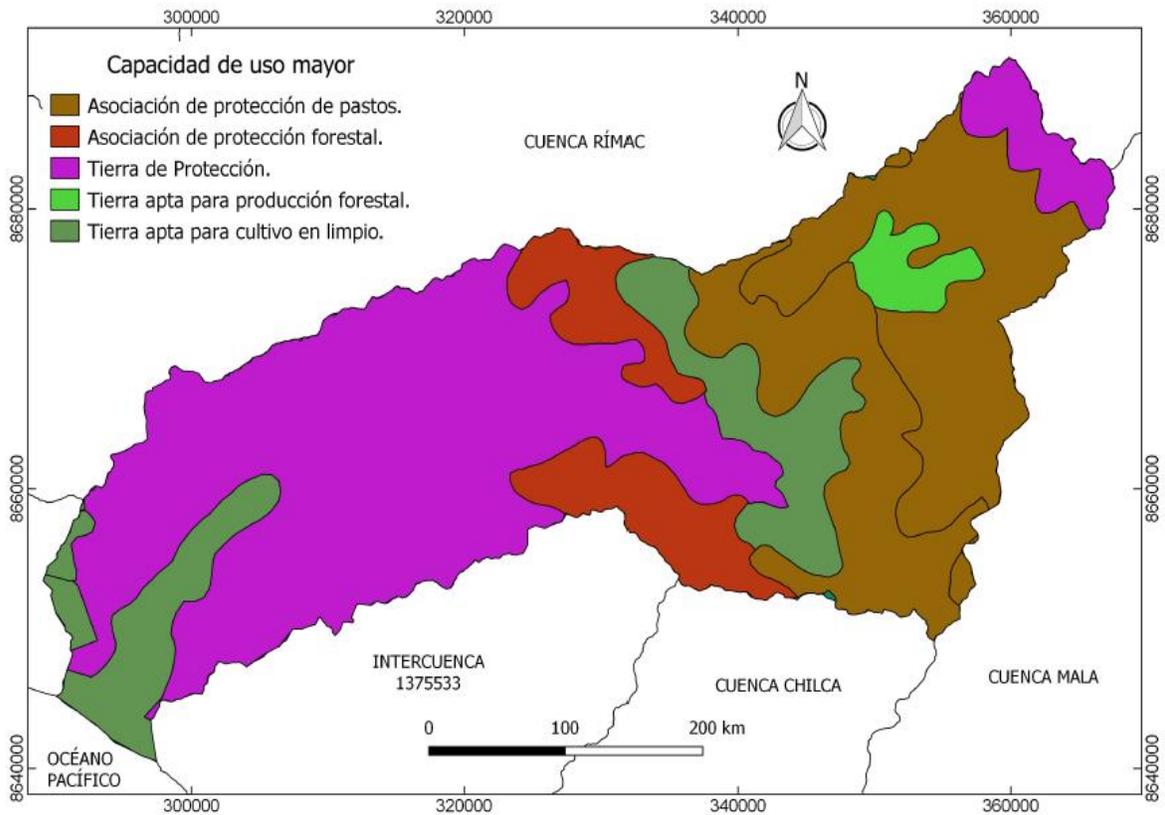


Figura 9: Mapa capacidad de uso mayor de la cuenca Lurín

Fuente: Elaboración propia a partir del sistema de información geográfica de la Autoridad Nacional del agua.

En la Figura 10 se presenta la distribución de agua para riego según el PROFODUA Lurín, en la zona alta se encuentran once bloques de riego y en la zona baja presenta doce comisiones de regantes los cuales están conformados por veinticuatro bloques de riego.

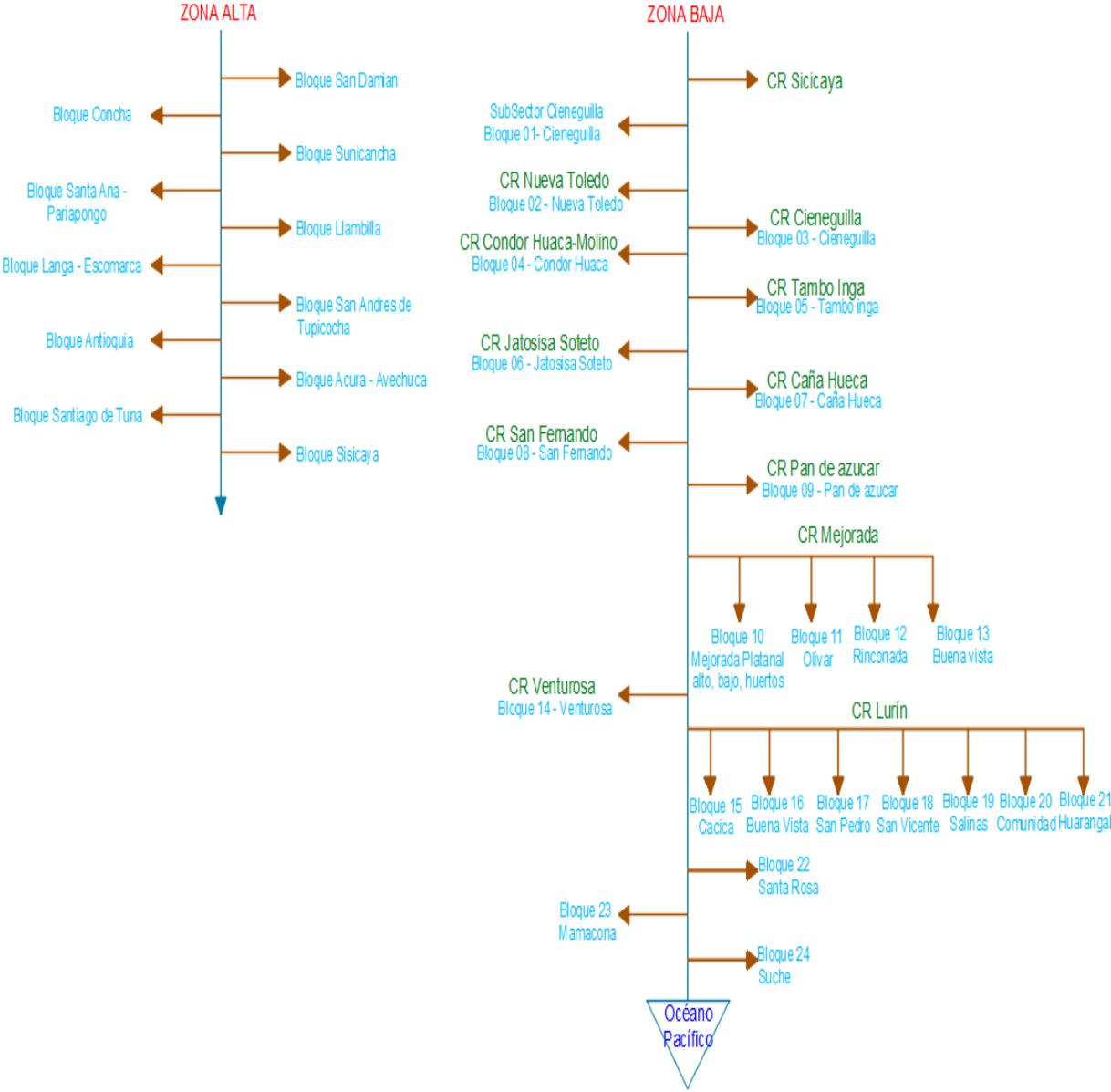


Figura 10: Red de distribución de agua para riego en la parte alta y baja de la cuenca Lurín
 Fuente: Elaborado con información del PROFODUA Lurín (2004-2006)

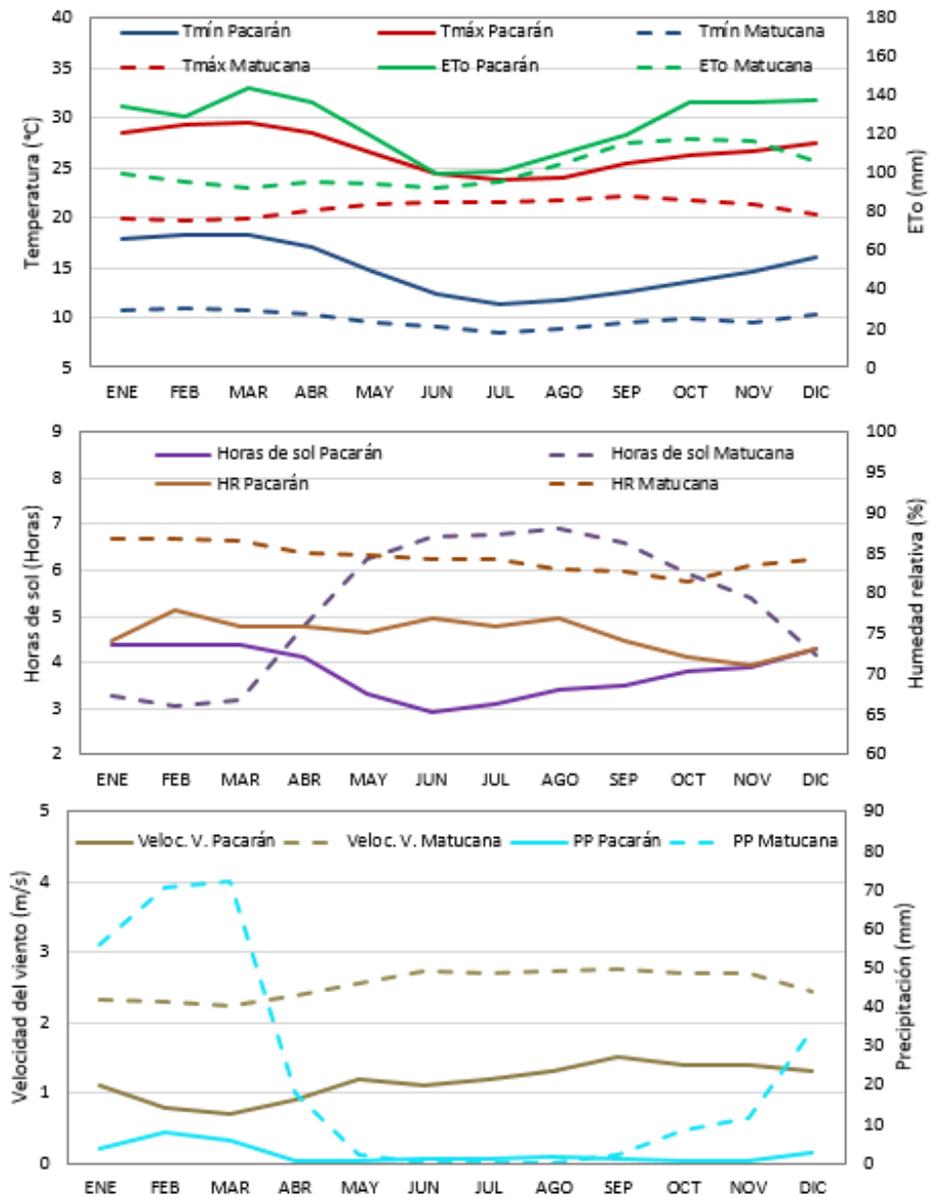


Figura 11: Variación promedio mensual de la temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, velocidad del viento, horas del sol, precipitación y evapotranspiración de referencia en la cuenca Lurín del año 1980 al 2012: Línea punteada estación Huambos zona alta; línea sólida estación Sipan zona baja.

3.2 Materiales

Datos e información utilizados para el desarrollo de la investigación:

- Datos de cultivo: eficiencias de riego, cedulas de cultivo, coeficientes de uso consuntivo.
- Datos de habitantes por distritos y tasa de crecimiento poblacional del país.
- Datos de población pecuaria por distritos, obtenido del IV Censo Nacional Agropecuario 2012.
- Información de las estaciones meteorológicas ubicadas en las cuencas Chancay-Lambayeque y Lurín.
- Información de precipitación, temperatura máxima y mínima proyectadas para el periodo 2020-2050 para tres modelos GCM (CanESM2, MPI-ESM-MR y CNRM-CM5), y dos escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron los siguientes softwares:

Tabla 5: Softwares utilizados para el desarrollo de la investigación

Software	Descripción
Lenguaje de programación R (Versión 3.2.2)	Utilizado para generar mapas raster de precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima; además de extraer información puntual de estos mapas.
QGIS 2.14.0-Essen	Utilizado para la delimitación de las cuencas y procesamiento de mapas raster.
CROPWAT 8.0	Usado para el cálculo del Kc de cultivos y para obtener la evapotranspiración por el método de Penman-Monteith.
Otros	Excel 2013 usado para realizar cálculos y Microsoft Office 2013 usado para la redacción de la tesis.

3.3 Metodología

En la Figura 12 se describe el procedimiento metodológico que se desarrolló en la investigación para cumplir con los objetivos generales y específicos.

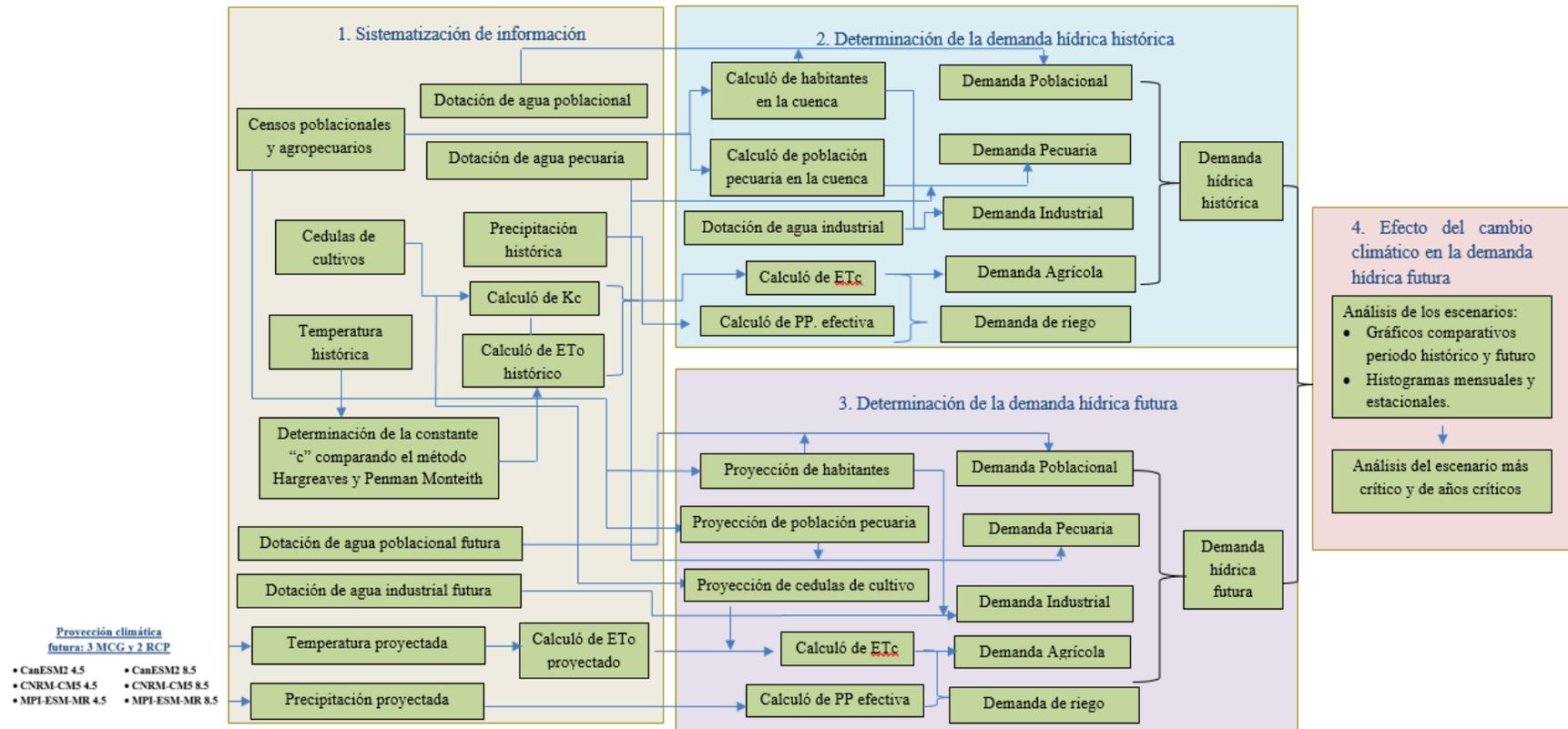


Figura 12: Esquema de la metodología a seguida para el desarrollo de la investigación

3.3.1 Demanda hídrica histórica

La demanda hídrica histórica está comprendida por las siguientes demandas: agrícola, poblacional, pecuaria e industrial, el periodo de estudio es desde enero de 1980 hasta diciembre del 2012. A continuación se describe como se determinó cada una de las demandas.

a. Demanda agrícola

Para obtener la demanda agrícola primero se calculó la evapotranspiración de referencia con el método de Hargreaves, luego se procedió a calcular el Kc mensual de los cultivos con el software CROPWAT el cual a partir de los Kc por fase vegetativa los transforma en valores de Kc cada diez días los cuales son agrupados por meses y al promediar los tres valores de Kc por cada mes se obtiene los valores mensuales, después se multiplicó la evapotranspiración de referencia por el Kc de cultivo y se obtuvo la evapotranspiración de cultivo, la cual se refiere a la necesidad hídrica de un cultivo, representando así la demanda agrícola. También se determinó la demanda de riego, la cual se calculó al restarle la precipitación efectiva a la evapotranspiración del cultivo. La precipitación efectiva se calculó por el método propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, cuya fórmula es la siguiente formula: $Pe = (125 - 0.2 * PP) * \frac{PP}{125}$ cuando $PP < 250$ mm/mes y $Pe = 0.1 * PP + 125$ cuando $PP > 250$ mm/mes. Dónde: Pe representa a la precipitación efectiva (mm) y PP representa a la precipitación observada (mm).

A continuación se detalla el procedimiento descrito en el párrafo anterior.

- Evapotranspiración de referencia

La evapotranspiración de referencia se calculó utilizando el método de Hargreaves. Como este método incluye una constante “C” en su ecuación esta se determinó al realizar una relación lineal entre los valores obtenidos de evapotranspiración de referencia con el método de Hargreaves y con el método de Penman Monteith como se presenta en la Figura 16.

Ecuación de la FAO Penman Monteith:
$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Dónde: ET_0 es la evaporación de referencia (mm día^{-1}); R_n es la radiación neta en la superficie del cultivo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$); R_a es la radiación extraterrestre (mm día^{-1}); G es el flujo de calor del suelo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$); T es la temperatura media del aire a 2 m de altura ($^{\circ}\text{C}$); U_2 es la velocidad del viento a 2 m de altura (m s^{-1}); e_s es la presión de vapor de saturación (kPa); e_a es la presión real de vapor (kPa); $e_s - e_a$ es el déficit de presión de vapor (kPa); Δ es la pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$); γ es la constante psicrométrica ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Ecuación de Hargreaves: La fórmula simplificada Hargreaves y Samani para determinar la evapotranspiración de referencia es: $ET_0 = C(t_{med} + 17.78)R_0 * (t_{max} - t_{min})^{0.5}$ Dónde: ET_0 representa la evapotranspiración de referencia diaria (mm/día); t_{med} , t_{max} , t_{min} son la temperatura media, máxima, y mínima respectivamente ($^{\circ}\text{C}$); R_0 representa la radiación solar extraterrestre tabulada como una función del mes y la latitud (mm/día); C es la constante a calibrar, para nuestro estudio se realizó con estimaciones de la ecuación de Penman-Monteith en estaciones meteorológicas donde se dispone de datos de radiación solar, temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento. (Fernández, 2013)

Se selección estaciones meteorológicas que tengan toda la información requerida por el método de Penman-Monteith para calcular evapotranspiración de referencia. En la cuenca Chancay-Lambayeque son Huambos y Sipan zona alta y baja de la cuenca respectivamente; en la cuenca Lurín son Matucana y Pacaran zona alta y baja de la cuenca respectivamente.

- Evapotranspiración de cultivo

Cedula de cultivo y K_c .- Las cedulas de cultivo se obtuvo de los informes de PROFODUA que se realizaron en la cuenca Lurín y en la cuenca Chancay Lambayeque; y los K_c se calcularon utilizando el software CROPWAT para cada cultivo propuesto en la cedula.

Una vez obtenido el valor de K_c por cultivo se calculó el K_c ponderado por sector de riego, el cual se multiplicó por la evapotranspiración de referencia de una estación meteorológica cercana al sector de riego para finalmente obtener la evapotranspiración de cultivo.

- Precipitación efectiva

El método empleado para determinar la precipitación efectiva fue el propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, cuya fórmula es la siguiente formula: $Pe = (125 - 0.2 * PP) * \frac{PP}{125}$ cuando $PP < 250$ mm/mes y $Pe = 0.1 * PP + 125$ cuando $PP > 250$ mm/mes. Dónde: Pe representa a la precipitación efectiva (mm) y PP representa a la precipitación observada (mm).

Finalmente la demanda agrícola resultó de la diferencia entre la evapotranspiración de cultivo y la precipitación efectiva dividida entre la eficiencia de riego. El resultado obtenido está en milímetros y fue convertido a millones de metros cúbicos “MMC” utilizando la siguiente ecuación. $Da(MMC) = \frac{Da(mm)*10*Área}{1\ 000\ 000}$ Dónde: Da (MMC) es la demanda agrícola en millones de metros cúbicos; Da (mm) es la demanda agrícola en milímetros; Área son las áreas de cultivo en hectáreas (ha).

b. Demanda poblacional

Para determinar la demanda poblacional se calculó la cantidad de habitantes rurales y urbanos pertenecientes a la cuenca. La información de habitantes se encuentra por distritos en la página WEB del INEI. Para calcular los habitantes en la cuenca se relacionó el área total de cada distrito y el área perteneciente a la cuenca aplicando la misma relación con los habitantes obteniendo así la población en la cuenca por distrito.

Después de calcular la población en las cuencas para el ámbito urbano y rural se determinó la demanda hídrica poblacional al multiplicar la población por la dotación de agua. Para la población rural se considera la dotación de 50 litros por habitante día según (Ministerio de Salud, 1994) y para la zona urbana según (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2011) citando a SUNASS indica que el promedio de consumo de agua urbano en el Perú es de 165 litros por habitante día.

c. Demanda pecuaria

Los datos de población pecuaria tales como: Vacunos, porcinos, ovinos, caprinos, alpacas, llamas y aves se obtuvo de la página web del INEI. Dicha información se encuentra por

distritos, entonces para el cálculo de la población dentro de la cuenca se realizó lo mismo que en la demanda poblacional.

También se calculó la tasa de crecimiento poblacional para cada especie mencionada en el párrafo anterior, para ello se utilizó la información del IV Censo Nacional Agropecuario 2012 elaborado por el (INEI, 2013)

Por último para determinar la demanda pecuaria se multiplicó el número de animales por su respectiva dotación así como indica Rodríguez (2010) en la Tabla 1.

d. Demanda industrial

La información disponible sobre el uso de agua en el sector industrial es escaso por lo tanto se determinó a partir de la demanda de agua urbana poblacional considerando un 20 por ciento de esta tal como indica (Herrera, 1993).

3.3.2 Demanda hídrica futura

Se obtuvo información mensual y puntual de las variables meteorológicas futuras; 50 estaciones de precipitación, 28 estaciones temperatura máxima y 28 estaciones de temperatura mínima proyectadas para el periodo del 2020 al 2050 para seis escenarios de cambio climático obtenido a partir de tres Modelos Climáticos Globales (CanESM2, MPI-ESM-MR y CNRM-CM5), y dos Rutas Representativas de Concentración (RCP 4.5 y RCP 8.5) (SENAMHI, 2015).

Se utilizó el método de ponderación por distancias IDW para interpolar la información mensual de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima en el lenguaje de programación R, obteniendo mapas raster con información mensual de las variables interpoladas, luego se extrajo la información puntual en el centro de gravedad de la zona alta y la zona baja de la cuenca, en la Figura 13 se esquematiza este procedimiento para la precipitación del modelo CanESM2-4.5 de la cuenca Chancay-Lambayeque desarrollando el mismo procedimiento para los seis escenarios de cambio climático.

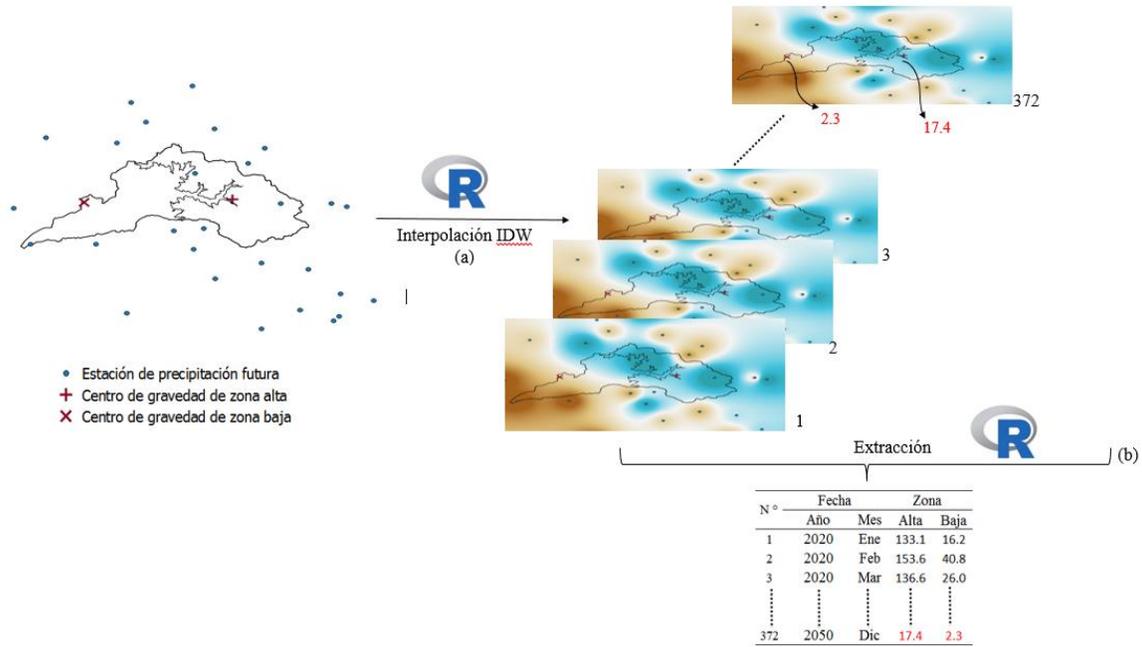


Figura 13: Esquema del procesamiento de información de precipitación mensual futura para el periodo de enero del 2020 a diciembre del 2050: (a) Interpolación por IDW de las 21 estaciones de precipitación futura para generar 372 mapas de precipitación espacial; (b) Extracción de la precipitación al centro de gravedad de la zona alta (725741 E, 9263939 N) y zona baja (653500 E, 9262359 N)

a. Demanda agrícola

Para determinar la demanda agrícola primero se obtuvo la evapotranspiración futura con la información meteorológica obtenida de los mapas raster. Luego se seleccionó cultivos a futuro para la zona alta y la zona baja de las cuencas; el principal criterio de selección para los cultivos fue aquellos que tienen mayor superficie sembrada en la actualidad tal como indica el (Instituto de manejo de agua y medio ambiente, 2010); además deberían tener tasas de crecimiento anual positivas y rendimientos superiores a 1000 kilogramos por hectárea.

La superficie apta para agricultura en la cuenca Chancay-Lambayeque según ANA (2013), es de 129 000 hectáreas; y según PROFODUA - Chancay Lambayeque (2004), el promedio histórico de siembra es de 86000 hectáreas pudiendo incorporarse 30 000 hectáreas con el proyecto Tinajones segunda etapa. En la Tabla 6 se presenta los cultivos sembrados en el periodo histórico y los seleccionados a futuro en la cuenca Chancay-Lambayeque; Para el estudio de acuerdo a la superficie agrícola disponible se ha considerado un incremento de áreas cultivadas 35 por ciento en la zona alta y de 44 por ciento en la zona baja de la cuenca.

Tabla 6: Cultivos sembrados en el periodo histórico y cultivos seleccionados a futuro en la cuenca Chancay-Lambayeque.

Periodo histórico						Periodo futuro					
Zona Alta			Zona Baja			Zona Alta			Zona Baja		
Cultivo	Área (ha)	%	Cultivo	Área (ha)	%	Cultivo	Área (ha)	%	Cultivo	Área (ha)	%
Rye Grass, Trébol	4317	47.3	Arroz	38932	45.1	Rye Grass, Trebol	6633	53.8	Arroz	57652	49.4
Maíz Amiláceo	2615	28.6	Caña de Azúcar	30807	35.7	Maíz Amiláceo	3275	26.6	Caña de Azúcar	33538	28.7
Papa	926	10.1	Maíz Amarillo Duro	4539	5.7	Papa	1888	15.3	Alfalfa	8846	7.6
Maíz	401	4.4	Pastos, Alfalfa	2738	4.0	Arveja	278	2.3	Maíz Amarillo Duro	7814	6.7
Arroz	196	2.2	Menestras	1425	3.7	Frijol	250	2.0	Camote	3952	3.4
Frijol	141	1.5	Hortalizas	742	0.9				Hortalizas	3210	2.8
Arveja	132	1.4	Camote	419	0.5				Frutales	1178	1.0
Caña de Azúcar	130	1.4	Maíz Amiláceo	404	0.5				Maíz Amiláceo	463	0.4
Yuca	82	0.9	Yuca	242	0.3						
Alfalfa	51	0.6	Lenteja	186	0.2						
Maíz Amarillo	48	0.5	Frutales	135	0.2						
Frutales	24	0.3	Tabaco	46	0.1						
Verduras	19	0.2	Pepino	44	0.1						
Otros	48	0.5	Otros	270	0.3						
Total	9129			80929			12325			116654	
Eficiencia total de riego (%)	40			43			57			57	

Fuente: Elaboración a partir de información PROFODUA (2004).

En la Tabla 7 se presenta los cultivos sembrados en el periodo histórico y los seleccionados a futuro en la cuenca Lurín; para el estudio debido a la expansión urbana y nuevas zonas industriales la cuenca no cuenta con territorio para expandir la superficie agrícola por lo cual se ha considerado no incrementar las áreas de cultivo futuras.

Tabla 7: Cultivos sembrados en el periodo histórico y cultivos seleccionados a futuro en la cuenca Lurín.

Periodo histórico						Periodo futuro					
Zona Alta			Zona Baja			Zona Alta			Zona Baja		
Cultivo	Área (ha)	%	Cultivo	Área (ha)	%	Cultivo	Área (ha)	%	Cultivo	Área (ha)	%
Alfalfa	885	19.8	Maíz chala	1579	46.5	Alfalfa	1029	23.1	Maíz chala	1379	41.3
Cebada	836	18.7	Frutales	518	15.2	Cebada	928	20.8	Camote	718	21.5
Papa	817	18.3	Camote	503	14.8	Papa	921	20.6	Frutales	647	19.3
Habas	696	15.6	Maíz pardo	254	7.5	Manzana	698	15.6	Maíz pardo	291	8.7
Manzana	594	13.3	Maíz choclo	87	2.6	Habas	775	17.4	Maíz choclo	120	3.6
Membrillo	292	6.5	Cebolla	77	2.3	Hortaliza	110	2.5	Cebolla	111	3.3
Tuna	124	2.8	Fresa	69	2.0				Hortalizas	78	2.3
Hortaliza	109	2.5	Tomate	59	1.7						
Melocotón	105	2.4	Yuca	48	1.4						
Palta	1	0.0	Pastos	45	1.3						
			Berenjena	40	1.2						
			Alfalfa	39	1.2						
			Arveja	30	0.9						
			Hortalizas	27	0.8						
			Vid	13	0.4						
			Tuna	12	0.3						
Total	4461			3399			4461			3343	
Eficiencia total de riego (%)	36			30			57			57	

Fuente: Elaboración a partir de información PROFODUA (2004).

En la Tabla 8 se presentan los incrementos anuales de los cultivos con mayor área sembrada en la cuenca Chancay Lambayeque y la cuenca Lurín.

Tabla 8: Porcentaje del incremento de hectáreas según cultivo del 2003 al 2013

Cultivo	Incremento anual (%)	Cultivo	Incremento anual (%)	Cultivo	Incremento anual (%)
Frutales	2.9	Arroz	1.7	Hortalizas	0.7
Alfalfa	2.4	Frijol	1.6	Maíz choclo	0.7
Arveja	2.1	Maíz chala	1.2	Caña de azúcar	0.3
Camote	2.0	Rey grass, trébol	1.2	Maíz amiláceo	0.3
Papa	2.0	Cebolla	0.8	Maíz pardo	0.3

Fuente: Elaborado con información del INEI (2013).

Después de obtener la evapotranspiración potencial para las nuevas cedulas de cultivo, y restarle la precipitación efectiva finalmente se obtuvo la demanda agrícola futura para la cual se consideró la eficiencia de riego de 57 por ciento (MINAGRI & ANA, 2012).

b. Demanda poblacional

La demanda hídrica poblacional se calcula de acuerdo al número de habitantes, por consiguiente se calculó de la población futura utilizando el método geométrico hasta el año 2050 utilizando para ello la tasa de crecimiento poblacional del país proporcionado por el INEI. En la Figura 14 se presenta la variación de la población en las cuencas en estudio así como también la tasa de crecimiento anual.

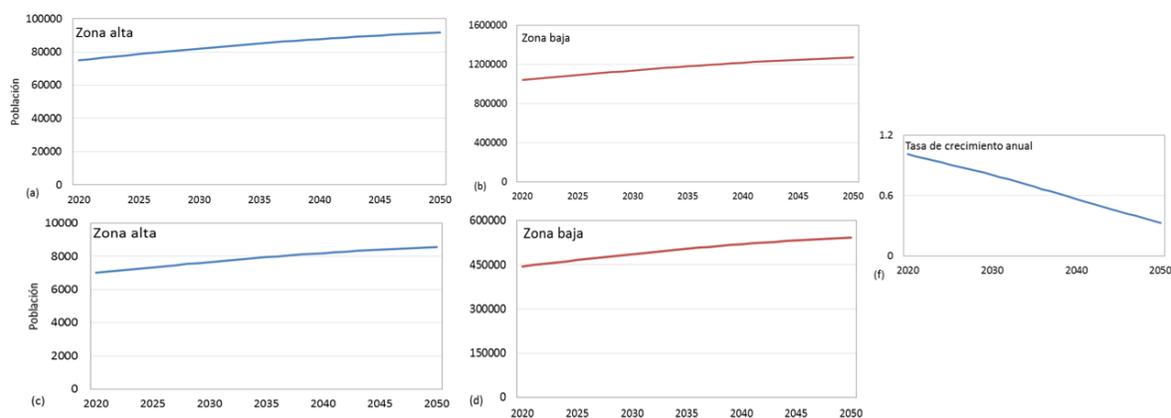


Figura 14: Incremento anual de la población en la cuenca Chancay-Lambayeque, zona alta (a) y zona baja (b) y cuenca Lurín, zona alta (c) y zona baja (d). Según tasa de crecimiento anual del INEI 2014 (e)

Después de tener la población futura, esta se multiplicó por las dotaciones de agua para así obtener la demanda poblacional. La dotación para la población rural es de 70 litros/habitante rural/día, la dotación para la población urbana es de 245 (litros/habitante urbano/día). (MINAGRI & ANA, 2012)

c. Otras demandas

Demanda pecuaria.- El cálculo de la demanda pecuaria futura se realizó siguiendo la misma metodología utilizada para determinar la demanda histórica, se calculó la cantidad de animales por años y se multiplicó por las dotaciones respectivas para cada especie.

Tabla 9: Tasa de crecimiento de la población pecuaria utilizada para el cálculo de la población futura

Especie	Tasa de crecimiento (%)
Aves de corral	2.94
Alpacas	2.28
Vacunos	0.76
Porcinos	0.09
Ovinos	-1.32

Fuente: Elaborado con información de INEI (2013)

Demanda industrial.- Para determinar la demanda industrial futura se consideró la dotación bruta para uso industrial de 16 m³/habitante urbano/año como indica el Plan Nacional de Recursos Hídricos (MINAGRI & ANA, 2012).

3.3.3 Efecto del cambio climático

Para analizar los efectos del cambio climático primero se desarrollaron histogramas en periodos mensuales y estacionales, donde se compara los promedios de la demanda hídrica histórica con la demanda futura además de calcular las variaciones porcentuales entre ambas demandas, cuya fórmula es la siguiente: $Vp = \frac{Xf - Xp}{Xp} * 100 \%$ donde: Vp, representa la variación porcentual (%); Xf, demanda futura (MMC) y Xp, demanda histórica (MMC).

Después de obtener los promedios de la demanda histórica se calculó los coeficientes de variación los cuales se compararon con los promedios de la demanda futura de la forma como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10: Niveles de impacto del cambio climático

Rango	Nivel de impacto	Representación
$X_p - \sigma < X_f < X_p + \sigma$	No existe impacto	$-\sigma \geq X \geq \sigma$
$X_p - 2\sigma < X_f < X_p - \sigma$ ó $X_p + \sigma < X_f < X_p + 2\sigma$	Impacto significativo	$X \in <-2\sigma; -\sigma] \cup [2\sigma; \sigma >$
$X_f < X_p - 2\sigma$ ó $X_f > X_p + 2\sigma$	Impacto muy significativo	$X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma$

Dónde: X_p , demanda presente; X_f , demanda futura y σ , desviación estándar.

De los seis escenarios estudiados en la demanda hídrica futura, existe uno que tiene el mayor promedio el cual será considerado como el escenario más crítico. Este escenario será analizado de manera individual, para lo cual se presentarán gráficas donde se compare este escenario futuro con la demanda hídrica histórica y las otras demandas (agrícola, poblacional, pecuario e industrial).

En el periodo de análisis futuro entre los años 2020 y 2050, existirán escenarios donde la demanda hídrica futura presente incrementos consecutivos en años consecutivos, a estos años se les considerara años críticos y se realiza el análisis para un periodo de dos años del escenario que presenta este incremento, para lo cual se presentarán gráficas donde se compare este escenario futuro con la demanda hídrica histórica y las otras demandas (agrícola, poblacional, pecuario e industrial).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y discusiones se presentan teniendo en cuenta los objetivos específicos planteados, y se desarrollaron en el siguiente orden: determinación de la demanda hídrica histórica, determinación de la demanda hídrica futura y efectos del cambio climático en las demandas hídricas.

4.1 Obtención de la demanda hídrica histórica

En los siguientes ítems se describe el comportamiento de la precipitación y la evapotranspiración de referencia para el periodo histórico desde el mes de enero 1980 hasta el mes de diciembre del 2012, además se presenta los resultados de la demanda hídrica histórica para ambas cuencas en estudio.

4.1.1 Precipitación

En la siguiente figura se presenta la variación anual de la precipitación de la cuenca Chancay Lambayeque y la cuenca Lurín. En la cuenca Chancay Lambayeque la precipitación en la zona alta es 601 mm/año y en la zona baja de 69 mm/año. En la cuenca Lurín la precipitación en la zona alta es 382 mm/año y en la zona baja es 27 mm/año.

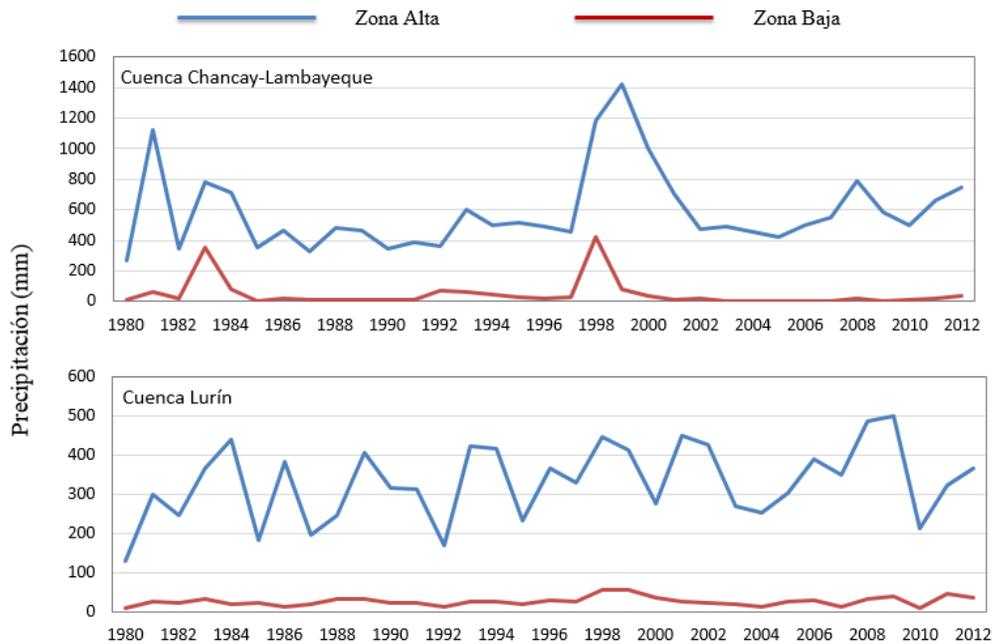


Figura 15: Variación anual de la precipitación en la cuenca Chancay-Lambayeque y la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012). Panel superior: cuenca Chancay-Lambayeque; Panel inferior: cuenca Lurín.

4.1.2 Evapotranspiración

En la figura siguiente se presenta los resultados obtenidos de evapotranspiración de referencia por el método de Hargreaves y Penman-Monteith.

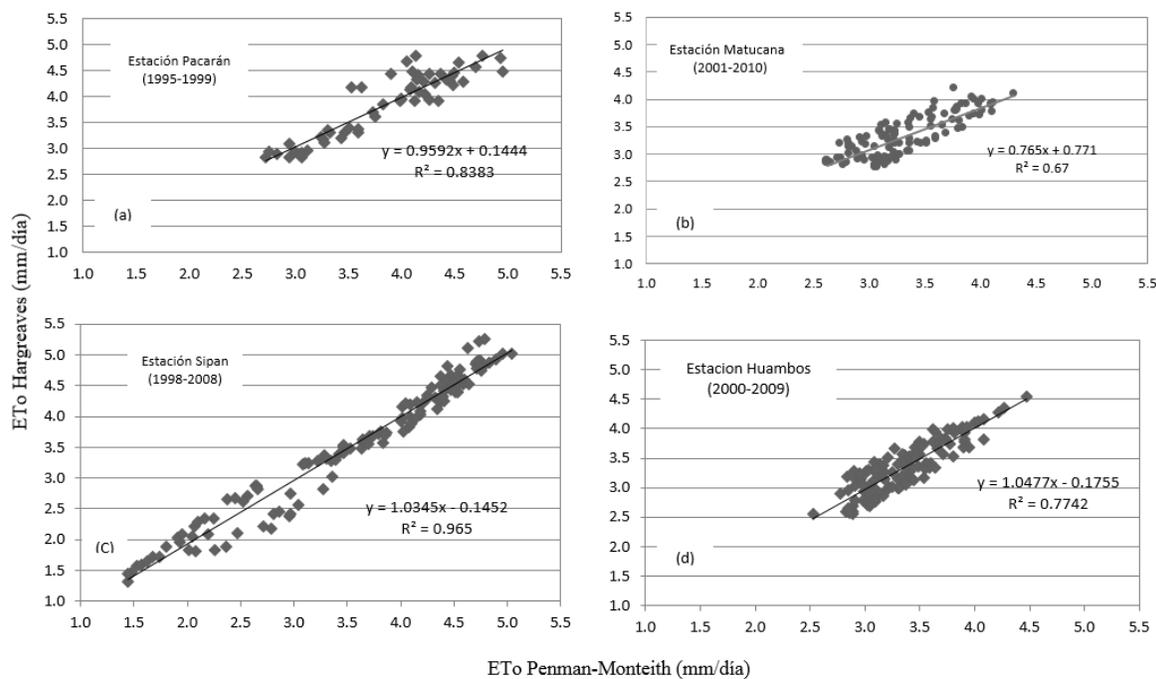


Figura 16: Diagrama de dispersión de la evapotranspiración de referencia calculada con el método de Hargreaves y Penman-Monteith: (a) Cuenca Lurín zona baja, (b) Cuenca Lurín zona alta, (c) Cuenca Chancay-Lambayeque zona baja, (b) Cuenca Chancay-Lambayeque zona alta

Tabla 11: Resumen de los coeficientes determinación “R²” y constantes de ajuste “C” de la ecuación de Hargreaves en la cuenca Lurín y Chancay-Lambayeque

Cuenca	Zona	Estación	Provincia	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud msnm	Calibración		
							Error medio	R ²	Constante C
Lurín	Zona baja	Pacarán	Cañete	12° 51'43.4"	76° 03'18.3"	721	0.062	0.84	0.00205
	Zona alta	Matucana	Huachichilco	11°50'21.8"	76°22'41.8"	2431	0.056	0.67	0.00207
Chancay-Lambayeque	Zona baja	Sipan	Chiclayo	6°48'48"	79°36'36"	67	0.041	0.97	0.00215
	Zona alta	Huambos	Chota	6°27'27"	78°57'5"	2213	0.046	0.77	0.00240

Como se presenta en la Tabla 11 las constantes de ajuste “C” en la cuenca Lurín se obtuvo las constantes 0.00205 y 0.00207 para la parte baja y alta de la cuenca respectivamente y en la cuenca Chancay-Lambayeque se obtuvo las constantes 0.00215 y 0.00240 para la parte baja y alta de la cuenca respectivamente. Los valores de la constante de ajuste “C” obtenidos se utilizaron para determinar la evapotranspiración de referencia para el periodo histórico y futuro.

En la Figura 17 presenta la variación anual de la evapotranspiración de la cuenca Chancay Lambayeque y la cuenca Lurín. En la cuenca Chancay Lambayeque la evapotranspiración en la zona alta es 1276 mm/año y en la zona baja de 1554 mm/año. En la cuenca Lurín la evapotranspiración en la zona alta es 1209 mm/año y en la zona baja es 1146 mm/año.

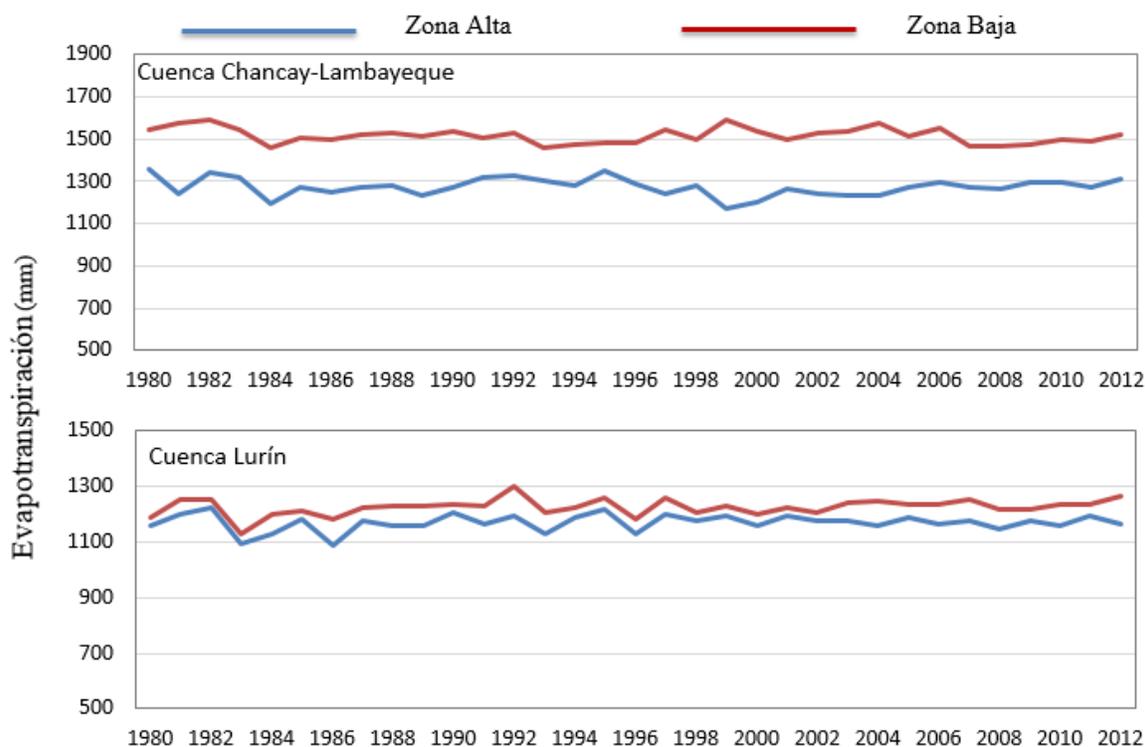


Figura 17: Variación anual de la evapotranspiración en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

4.1.3 Demanda hídrica histórica

a. Coeficiente de uso consuntivo

En la Figura 18 y Figura 19 se presentan los valores de K_c mensuales de los cultivos con mayor área cultivada en la cuenca Chancay Lambayeque y la cuenca Lurín respectivamente. Estos valores de K_c se utilizaron para obtener la evapotranspiración del cultivo para el periodo histórico y el periodo futuro.

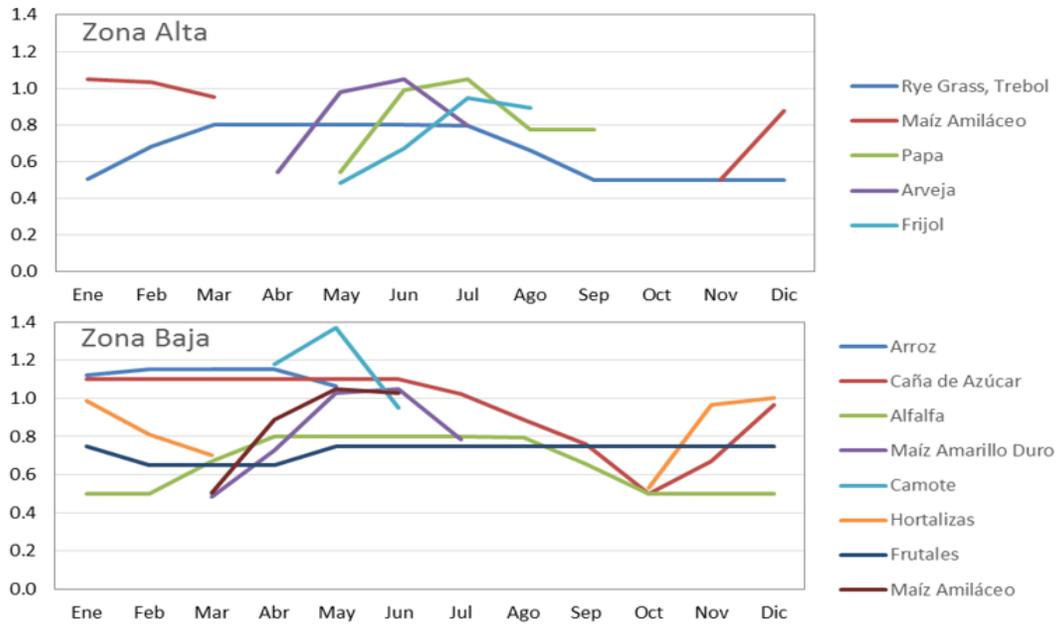


Figura 18: Kc de los cultivos con mayor área cultivada de la cuenca Chancay-Lambayeque calculados en el software CROPWAT 8.0: Panel superior zona alta, Panel inferior zona baja.

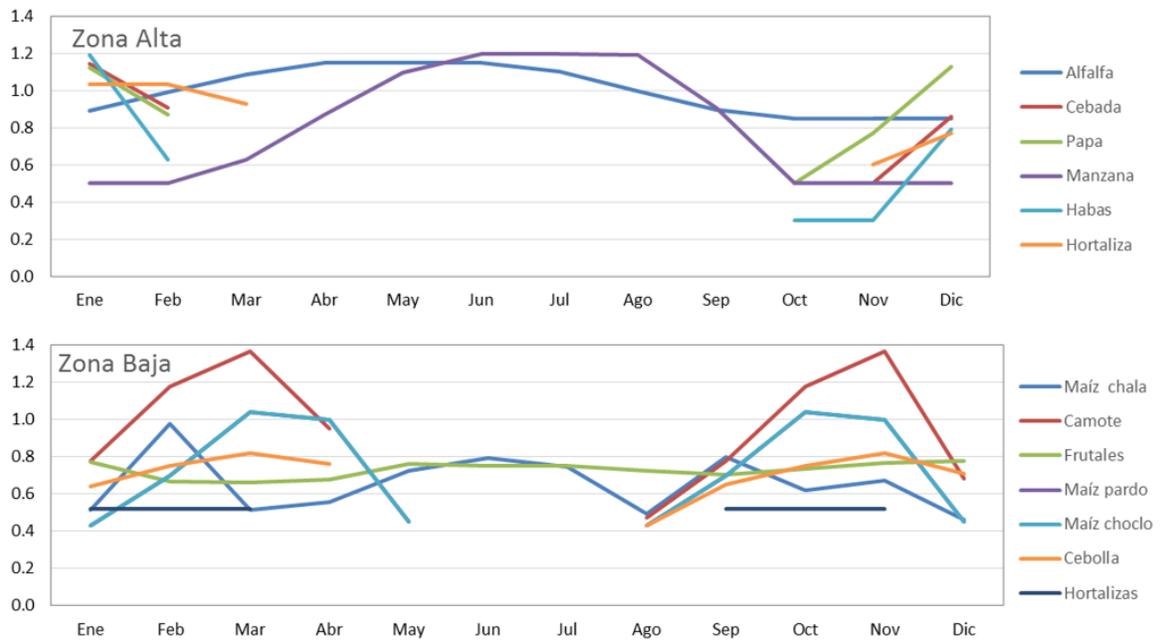


Figura 19: Kc de los cultivos con mayor área cultivada de la cuenca Lurín calculados en el software CROPWAT 8.0: Panel superior zona alta, Panel inferior zona baja.

En la Figura 20 se presenta la demanda hídrica histórica de la cuenca Chancay-Lambayeque desde el año 1980 hasta el año 2012 la cual incluye las cuatro demandas analizadas: Agrícola, poblacional, industrial y pecuaria.

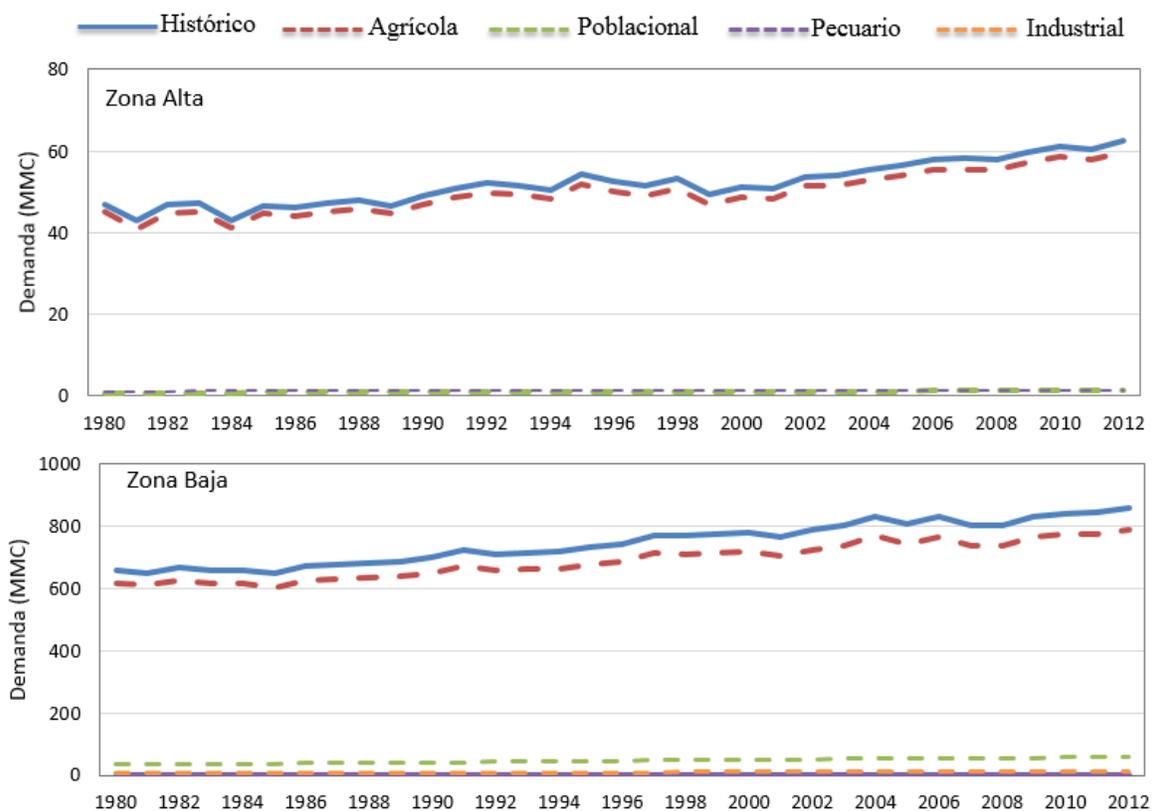


Figura 20: Demanda hídrica histórica de la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo (1980-2012)

En la cuenca Chancay-Lambayeque en la zona alta la demanda hídrica promedio anual es 52.0 MMC donde la demanda agrícola representa el 95.6 por ciento, la demanda poblacional el 1.9 por ciento y la demanda pecuaria el 2.5 por ciento; en la zona baja de la cuenca la demanda hídrica promedio anual es 744.4 MMC donde la demanda agrícola representa el 92.5 por ciento, la demanda poblacional el 6.2 por ciento, la demanda pecuaria el 0.09 por ciento y la demanda industrial el 1.2 por ciento. Presentando la demanda una tendencia al incremento para las dos zonas de la cuenca.

En la Figura 21 se presenta la demanda hídrica histórica de la cuenca Lurín desde el año 1980 hasta el año 2012 la cual incluye las cuatro demandas analizadas: Agrícola, poblacional, industrial y pecuaria.

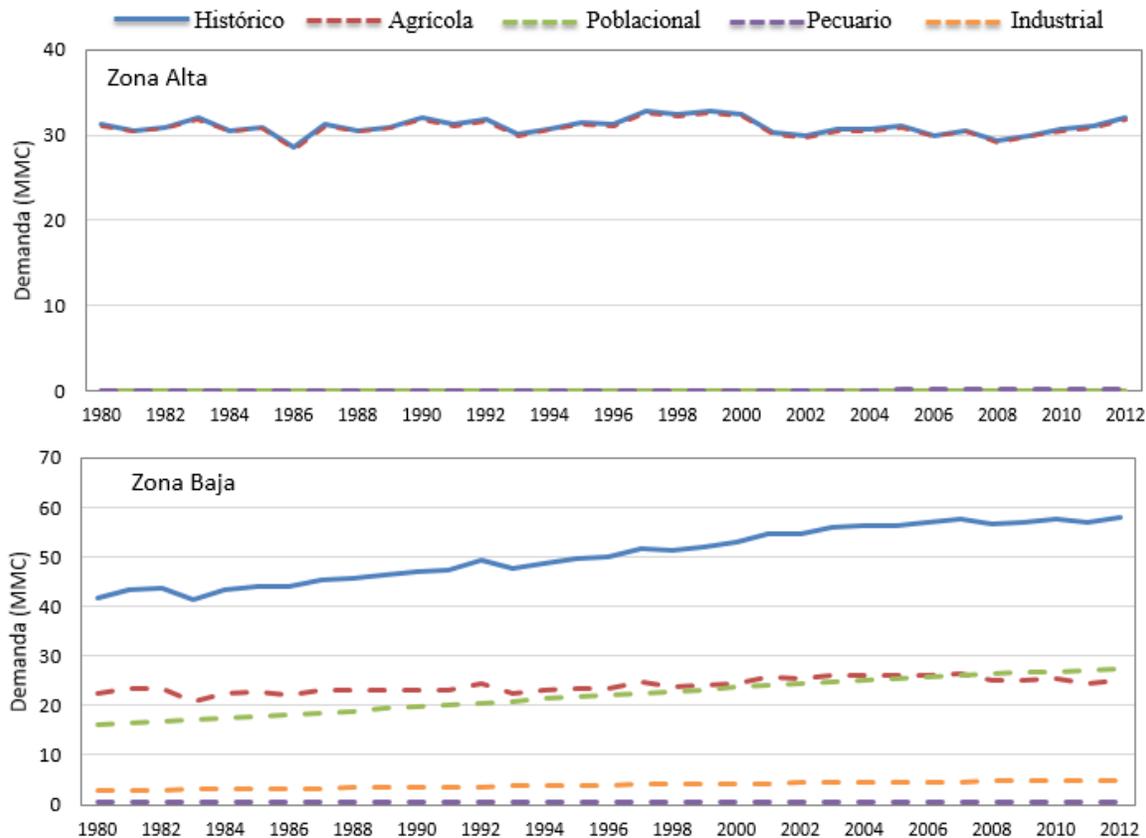


Figura 21: Demanda hídrica histórica de la cuenca Lurín para el periodo (1980-2012)

En la cuenca Lurín en la zona alta la demanda hídrica promedio anual es 30.99 MMC donde la demanda agrícola representa casi la totalidad de la demanda el 99.3 por ciento, y debido a esta influencia de la demanda agrícola se observa que en el periodo anual esta no presenta grandes variaciones y tampoco una tendencia al incremento no ocurriendo lo mismo en la zona baja de la cuenca donde la demanda claramente presenta una tendencia de incremento lo cual es debido al constante incremento de la demanda poblacional la cual representa el 57.6 por ciento de la demanda hídrica total.

4.2 Obtención de la demanda hídrica futura

Se analizó la variación de la precipitación y evapotranspiración histórica (desde enero de 1980 hasta diciembre del 2012) y futura (desde enero 2020 hasta diciembre del 2050), después se determinó la demanda hídrica futura para las cuencas Chancay-Lambayeque y Lurín tal como se muestra a continuación.

4.2.1 Precipitación

A continuación se presenta los resultados obtenidos en la cuenca Chancay Lambayeque:

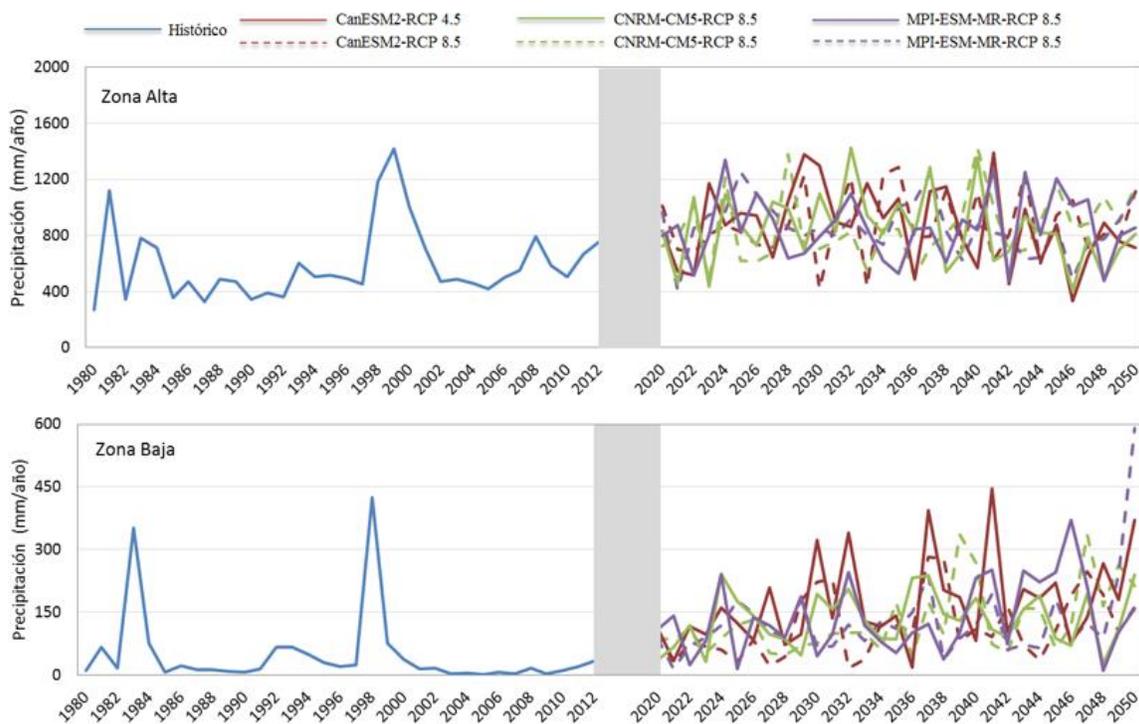


Figura 22: Variación anual de la precipitación en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

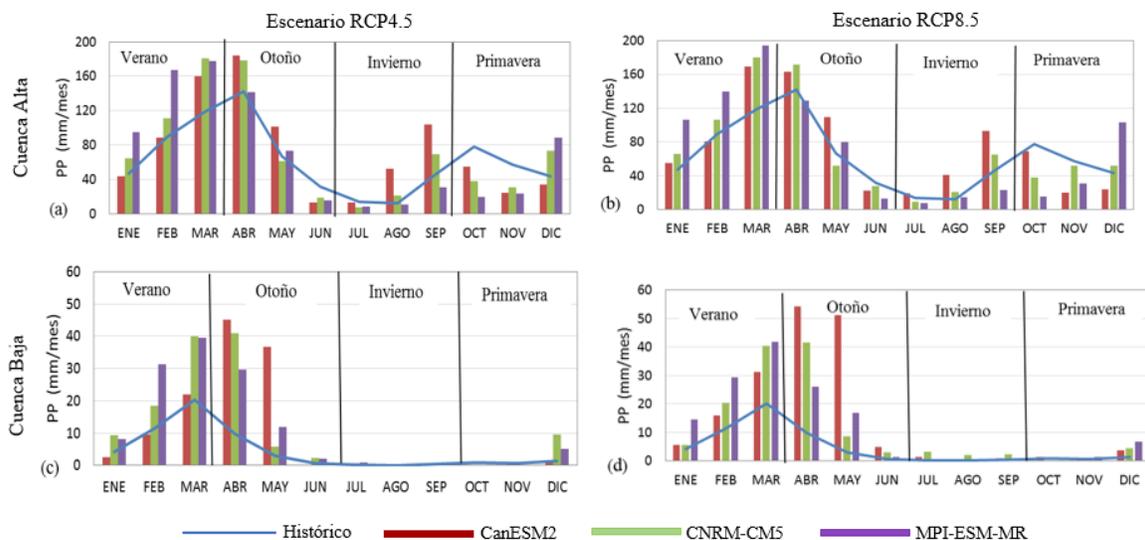


Figura 23: Variación mensual de la precipitación en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d)

Tabla 12: Promedio estacional y anual de precipitación (mm) en la cuenca alta Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio histórico
	RCP 4.5			RCP 8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	93	115	142	103	120	156	85
Otoño	111	93	77	106	84	71	80
Invierno	57	35	18	48	32	16	24
Primavera	35	48	42	28	48	44	59
Anual	875	854	859	867	841	856	583

Tabla 13: Variación porcentual de la precipitación proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	RCP 4.5			RCP 8.5		
	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	9.0	34.7	66.3	20.4	40.5	83.7
Otoño	38.8	15.9	-3.6	32.0	4.7	-11.7
Invierno	136.6	43.5	-27.3	100.8	34.4	-34.9
Primavera	-40.5	-19.7	-30.2	-52.5	-19.7	-26.4
Anual	50.1	46.5	47.3	48.7	44.4	46.9

Cambio no significativo ($-\sigma \geq X \geq \sigma$)

Cambio significativo ($X \in <-2\sigma; -\sigma \cup [2\sigma; \sigma>$)

Cambio muy significativo ($X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma$)

Tabla 14: Promedio estacional y anual de precipitación (mm) en la cuenca baja Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio histórico
	RCP 4.5			RCP 8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	12.3	25.4	28.0	18.6	22.4	31.1	12.4
Otoño	34.3	19.5	16.5	46.5	20.3	15.6	4.7
Invierno	0.0	0.6	0.3	0.7	3.6	0.2	0.2
Primavera	0.4	4.2	1.5	1.8	2.3	2.8	1.0
Anual	118.0	128.3	128.6	173.0	132.2	137.9	47.5

Tabla 15: Variación porcentual de la precipitación proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	RCP 4.5			RCP 8.5		
	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	-1	105	126	50	81	152
Otoño	638	320	254	899	336	235
Invierno	-100	160	28	217	1574	-6
Primavera	-56	333	51	85	131	186
Anual	148	170	171	264	178	190

Cambio no significativo ($-\sigma \geq X \geq \sigma$) Cambio significativo ($X \in < -2\sigma; -\sigma \cup [2\sigma; \sigma >$) Cambio muy significativo ($X < -2\sigma \cup X \geq 2\sigma$)

En la Figura 22 y Figura 23 se presenta la variación anual y mensual de la precipitación así como también una división estacional, estos resultados nos muestran que las precipitaciones futuras se incrementan con respecto a la histórica en todos los modelos.

De la Tabla 12 a la Tabla 15 se presentan los promedios anuales y mensuales de la precipitación así como también las variaciones porcentuales de las mismas donde se obtiene lo siguiente: En la zona alta de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la precipitación presenta incrementos en las estaciones de verano, otoño e invierno mientras que disminuye en la estación de primavera. En las variaciones anuales la precipitación futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 4.5; con respecto a los cambios los modelos CanESM2 y MPI-ESM-MR presentan cambios significativos mientras el modelo CNRM-CM5 no presenta cambios significativos.

En la zona baja de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la precipitación presenta incrementos en general para todas las estaciones del año. En las variaciones anuales la precipitación futura presenta incremento con respecto a la histórica

para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5; con respecto a los cambios el escenario CanESM2 8.5 presenta cambios significativos mientras que los demás escenarios presentan cambios no significativos.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la cuenca Lurín:

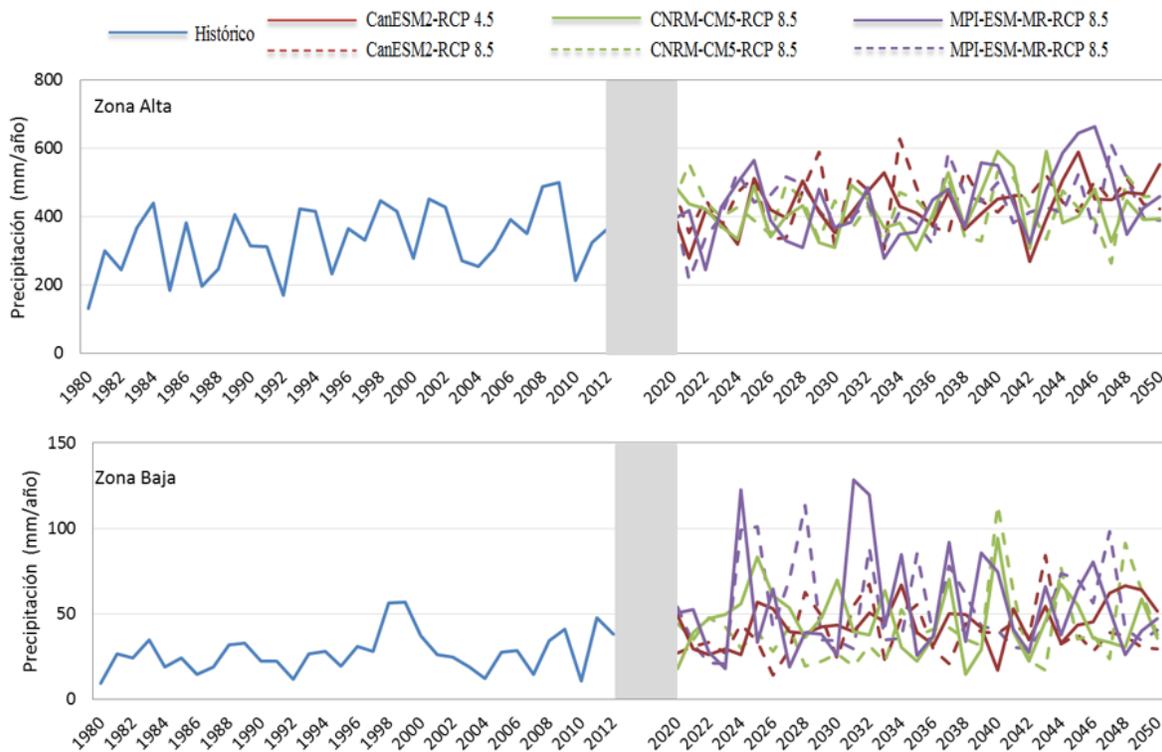


Figura 24: Variación anual de la precipitación en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectada (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

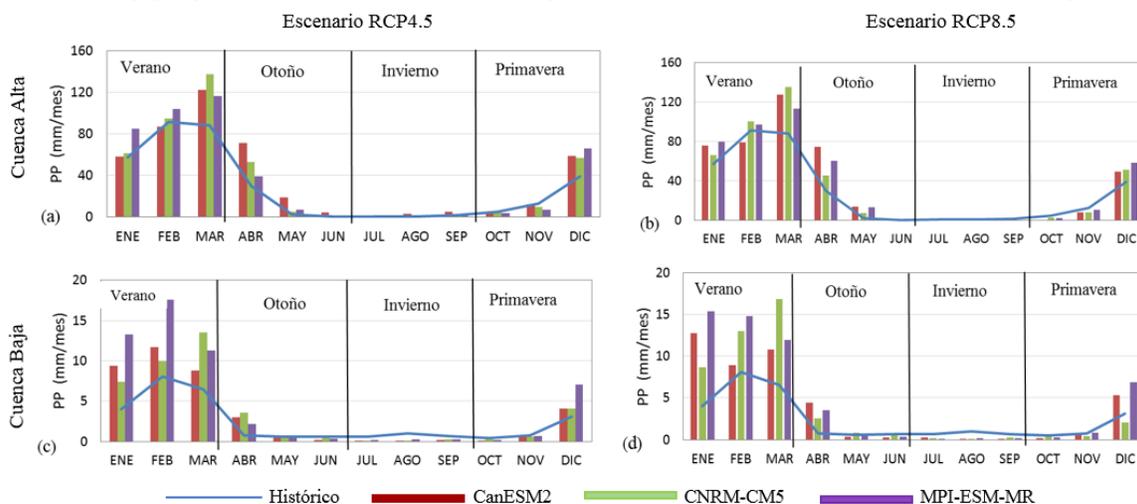


Figura 25: Variación mensual de la precipitación en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectada (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (c) y RCP 8.5 (d)

Tabla 16: Promedio estacional y anual de precipitación (mm) en la cuenca alta Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio histórico
	RCP 4.5			RCP 8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	86	97	100	95	105	101	80
Otoño	34	18	17	33	16	26	11
Invierno	3.0	0.4	0.5	0.0	0.7	0.1	1.0
Primavera	27	25	26	19	21	25	19
Anual	447	423	430	431	419	438	331

Tabla 17: Variación porcentual de la precipitación proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	RCP 4.5			RCP 8.5		
	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	9	22	26	20	31	27
Otoño	219	74	58	211	51	142
Invierno	191	-59	-54	-100	-34	-95
Primavera	46	35	43	4	11	33
Anual	35	28	30	30	27	32

Cambio no significativo ($-\sigma \geq X \geq \sigma$)
 Cambio significativo ($X \in < -2\sigma; -\sigma \cup [2\sigma; \sigma >$)
 Cambio muy significativo ($X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma$)

Tabla 18: Promedio estacional y anual de precipitación (mm) en la cuenca baja Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio presente
	RCP 4.5			RCP 8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	10.2	10.8	13.0	11.4	12.3	14.9	6.1
Otoño	1.3	1.5	1.3	1.4	1.2	1.5	0.7
Invierno	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.8
Primavera	1.9	2.0	2.7	2.6	1.1	3.0	1.2
Anual	38.5	41.0	54.1	44.3	46.0	54.8	26.3

Tabla 19: Variación porcentual de la precipitación proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	RCP 4.5			RCP 8.5		
	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	67	78	113	88	103	145
Otoño	87	118	86	107	74	123
Invierno	-89	-75	-66	-81	-71	-84
Primavera	58	74	133	124	-10	159
Anual	47	56	106	69	75	109

Cambio no significativo ($-\sigma \geq X \geq \sigma$)
 Cambio significativo ($X \in < -2\sigma; -\sigma \cup [2\sigma; \sigma >$)
 Cambio muy significativo ($X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma$)

En la Figura 24 y Figura 25 se presenta la variación anual y mensual de la precipitación así como también una división estacional, estos resultados nos muestran claramente un incremento de las precipitaciones futuras en la zona baja de la cuenca mientras que en la zona alta mantienen la misma tendencia que las precipitaciones históricas.

De la Tabla 16 a la Tabla 19 se presentan los promedios anuales y mensuales de la precipitación así como también las variaciones porcentuales de las mismas donde se obtiene lo siguiente: En la zona alta de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la precipitación presenta incrementos en las estaciones de verano, otoño y primavera mientras que disminuye en la estación de invierno. En las variaciones anuales la precipitación futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 4.5; con respecto a los cambios los escenarios CanESM2 y MPI-ESM-MR 8.5 presentan cambios significativos mientras el escenario CNRM-CM5 y MPI-ESM-MR 4.5 no presenta cambios significativos.

En la zona baja de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la precipitación presenta incrementos en las estaciones de verano, otoño y primavera mientras que disminuye en la estación de invierno. En las variaciones anuales la precipitación futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario MPI-ESM-MR 8.5; con respecto a los cambios los modelos CanESM2 y CNRM-CM5 presentan cambios significativos mientras que el modelo MPI-ESM-MR presenta cambios muy significativos.

4.2.2 Evapotranspiración

A continuación se presenta los resultados obtenidos en la cuenca Chancay Lambayeque:

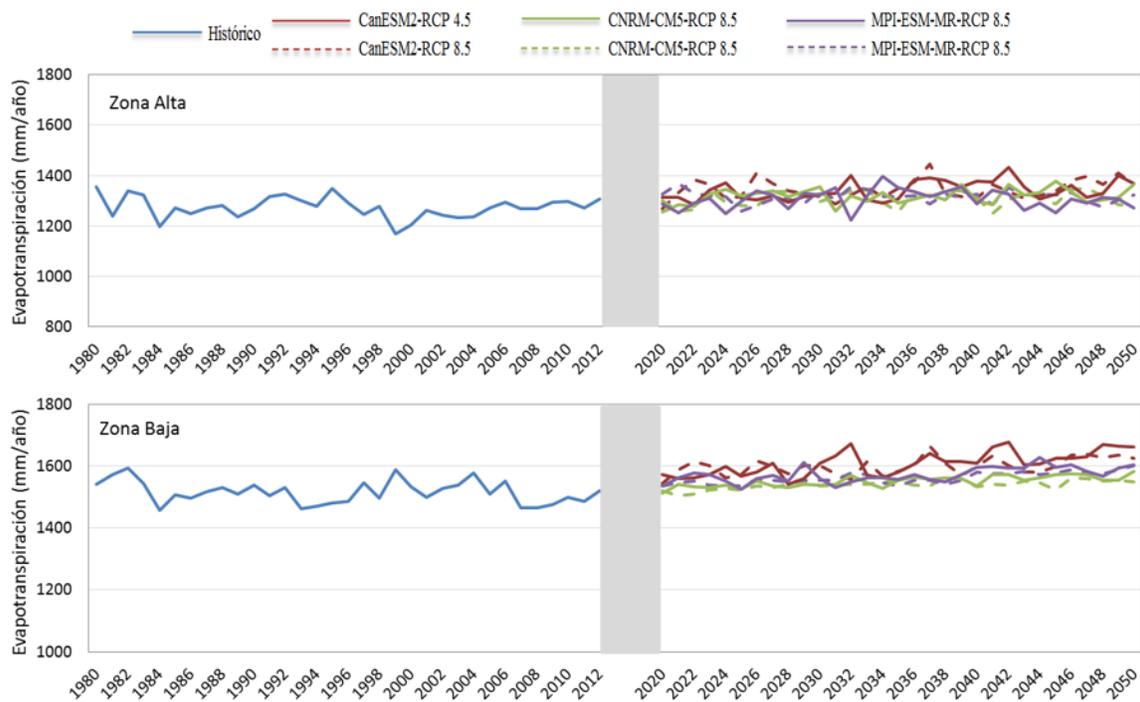


Figura 26: Variación anual de la evapotranspiración de referencia en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

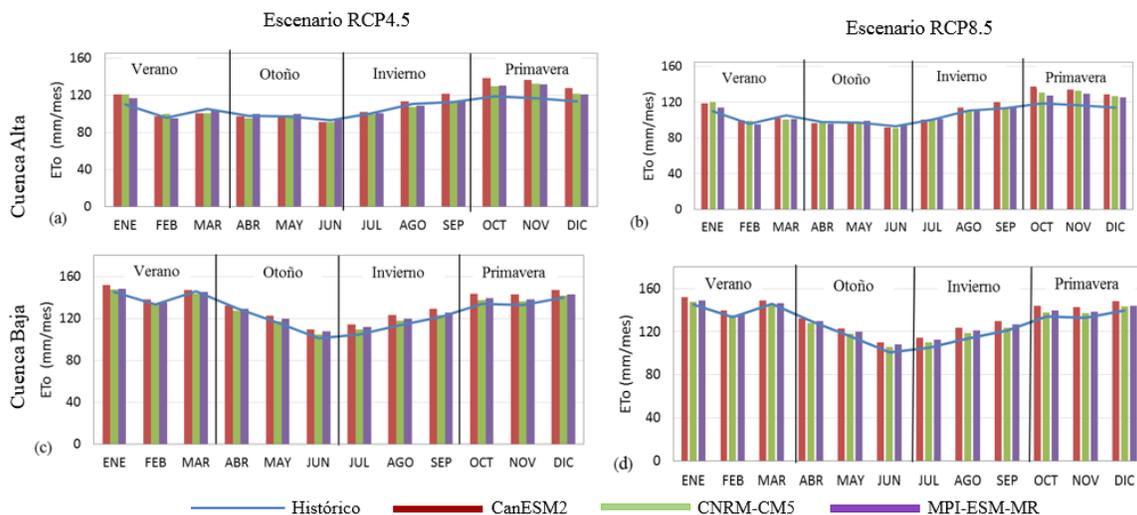


Figura 27: Variación mensual de la evapotranspiración de referencia en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d)

Tabla 20: Promedio estacional y anual de evapotranspiración (mm) en la cuenca alta Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio histórico
	RCP 4.5			RCP 8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	106.1	108.2	104.7	107.4	106.4	102.3	103.7
Otoño	95.4	93.4	98.8	95.7	95.6	96.7	95.9
Invierno	113.3	107.3	108.3	113.0	107.8	109.2	107.8
Primavera	134.6	128.2	127.8	134.9	130.8	129.3	116.2
Anual	1346.3	1307.9	1316.0	1341.8	1318.7	1306.8	1272.8

Tabla 21: Variación porcentual de la evapotranspiración futura respecto al histórico en la cuenca alta Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	RCP 4.5			RCP 8.5		
	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	2.4	4.3	1.0	3.6	2.6	-1.3
Otoño	-0.5	-2.5	3.0	-0.1	-0.3	0.8
Invierno	5.1	-0.5	0.5	4.9	0.0	1.3
Primavera	15.9	10.3	10.0	16.1	12.5	11.3
Anual	5.8	2.8	3.4	5.4	3.6	2.7

Cambio no significativo ($-\sigma \geq X \geq \sigma$) Cambio significativo ($X \in <-2\sigma; -\sigma) \cup [2\sigma; \sigma>$) Cambio muy significativo ($X < -2\sigma \cup X \geq 2\sigma$)

Tabla 22: Promedio estacional y anual de evapotranspiración (mm) en la cuenca baja Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio presente
	RCP 4.5			RCP 8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	146.2	142.6	143.2	148.2	143.5	144.3	141.5
Otoño	121.5	116.6	119.3	123.0	117.9	119.8	115.4
Invierno	122.6	117.3	119.7	124.3	118.1	120.6	113.3
Primavera	144.7	138.8	140.8	146.7	140.1	141.3	135.5
Anual	1599.5	1539.9	1561.4	1609.0	1551.0	1572.8	1516.8

Tabla 23: Variación porcentual de la evapotranspiración futura respecto al histórico en la cuenca baja Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	RCP 4.5			RCP 8.5		
	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	3.3	0.8	1.2	4.8	1.4	2.0
Otoño	5.3	1.1	3.3	6.5	2.2	3.8
Invierno	8.2	3.6	5.7	9.7	4.3	6.5
Primavera	6.8	2.5	3.9	8.3	3.5	4.3
Anual	5.4	1.5	2.9	6.1	2.3	3.7

Cambio no significativo ($-\sigma \geq X \geq \sigma$) Cambio significativo ($X \in <-2\sigma; -\sigma) \cup [2\sigma; \sigma>$) Cambio muy significativo ($X < -2\sigma \cup X \geq 2\sigma$)

En la Figura 26 y Figura 27 se presenta la variación anual y mensual de la evapotranspiración de referencia así como también una división estacional, estos resultados nos muestran que la evapotranspiración futura mantiene la misma tendencia que la histórica sin incrementos considerables para todos los modelos.

De la Tabla 20 a la Tabla 23 se presentan los promedios anuales y mensuales de la evapotranspiración así como también las variaciones porcentuales de las mismas donde se obtiene lo siguiente: En la zona alta de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la evapotranspiración presenta incrementos en general en todas las estaciones año. En las variaciones anuales la evapotranspiración futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 4.5; con respecto a los cambios el modelo CanESM2 presenta cambios significativos mientras los demás modelos no presenta cambios significativos.

En la zona baja de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la evapotranspiración presenta incrementos en todas las estaciones del año. En las variaciones anuales la evapotranspiración futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5; con respecto a los cambios el modelo CanESM2 presenta cambios muy significativos, el modelo CNRM-CM5 presentan cambios no significativos y el modelo MPI-ESM-MR presenta cambios significativos.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la cuenca Lurín:

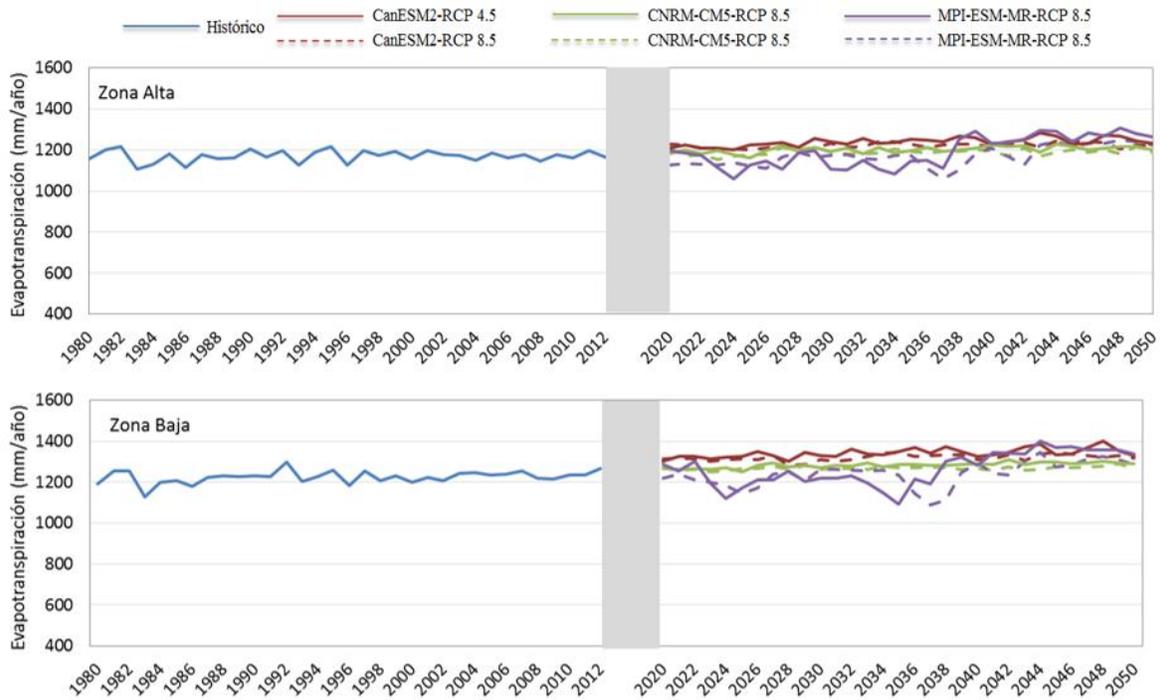


Figura 28 Variación anual de la evapotranspiración de referencia en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

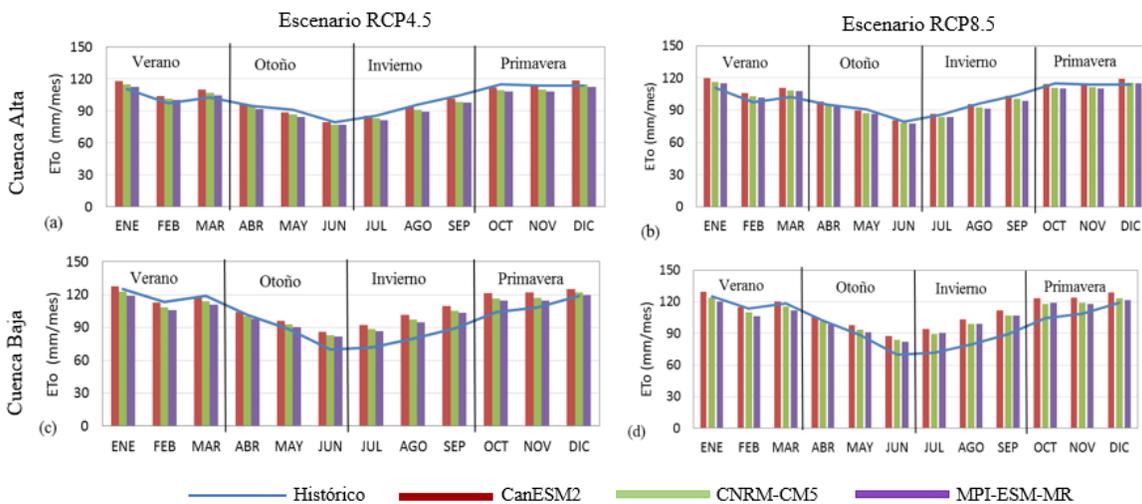


Figura 29: Variación mensual de la evapotranspiración de referencia en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d)

Tabla 24: Promedio estacional y anual de evapotranspiración (mm) en la cuenca alta Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio histórico
	RCP 4.5			RCP 8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	111.2	108.3	107.0	113.2	109.5	110.4	103.5
Otoño	88.5	85.8	84.9	89.9	87.0	87.0	88.5
Invierno	94.3	91.0	90.7	95.6	92.6	92.3	95.4
Primavera	114.9	111.9	111.1	117.1	113.0	114.1	114.3
Anual	1221.7	1189.2	1168.4	1238.9	1201.6	1191.6	1169.2

Tabla 25: Variación porcentual de la evapotranspiración proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	RCP 4.5			RCP 8.5		
	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	7.4	4.7	3.4	9.4	5.8	6.7
Otoño	0.1	-3.0	-4.0	1.6	-1.7	-1.7
Invierno	-1.2	-4.7	-4.9	0.2	-3.00	-3.3
Primavera	0.5	-2.1	-2.7	2.4	-1.1	-0.1
Anual	4.5	1.7	-0.1	6.0	2.8	1.9

Cambio no significativo $(-\sigma \geq X \geq \sigma)$

Cambio significativo $(X \in < -2\sigma; -\sigma) \cup [2\sigma; \sigma)$

Cambio muy significativo $(X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma)$

Tabla 26: Promedio estacional y anual de evapotranspiración (mm) en la cuenca baja Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio histórico
	RCP 4.5			RCP 8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	120.0	115.2	113.6	122.6	116.9	114.0	119.1
Otoño	95.9	92.2	91.0	97.8	93.3	91.2	86.7
Invierno	101.8	97.1	95.9	103.6	98.8	100.9	80.2
Primavera	124.2	118.6	117.4	125.9	120.5	122.2	110.7
Anual	1319.7	1268.0	1238.4	1341.6	1283.1	1264.5	1223.8

Tabla 27: Variación porcentual de la evapotranspiración proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	RCP 4.5			RCP 8.5		
	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CANESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	0.8	-3.3	-4.6	2.9	-1.8	-4.3
Otoño	10.7	6.4	5.0	12.9	7.6	5.2
Invierno	26.8	21.0	19.6	29.2	23.2	25.7
Primavera	12.2	7.2	6.1	13.8	8.9	10.4
Anual	7.8	3.6	1.2	9.6	4.9	3.3

Cambio no significativo $(-\sigma \geq X \geq \sigma)$

Cambio significativo $(X \in < -2\sigma; -\sigma) \cup [2\sigma; \sigma)$

Cambio muy significativo $(X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma)$

En la Figura 28 y Figura 29 se presenta la variación anual y mensual de la evapotranspiración de referencia así como también una división estacional, estos resultados nos muestran que la evapotranspiración futura mantiene la misma tendencia que la histórica sin incrementos considerables en la mayoría de modelos, solo el modelo MPI-ESM-MR presenta disminución de la evapotranspiración tanto en la zona alta y baja de la cuenca.

De la Tabla 24 a la Tabla 27 se presentan los promedios anuales y mensuales de la evapotranspiración así como también las variaciones porcentuales de las mismas donde se obtiene lo siguiente: En la zona alta de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la evapotranspiración presenta incrementos en general en las estaciones de verano, otoño y primavera, disminución en la estación de invierno. En las variaciones anuales la evapotranspiración futura presenta incremento con respecto a la histórica en general para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5; con respecto a los cambios el escenario CanESM2 8.5 presenta cambios significativos mientras los demás escenarios no presenta cambios significativos.

En la zona baja de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la evapotranspiración en general presenta incrementos en todas las estaciones del año. En las variaciones anuales la evapotranspiración futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5; con respecto a los cambios el modelo CanESM2 presenta cambios significativos y los demás modelos presentan cambios no significativos.

4.2.3 Demanda hídrica futura

En la Figura 30 se presenta la demanda hídrica futura de la cuenca Chancay-Lambayeque, donde se muestra todas las demandas analizadas: poblacional, industrial, pecuario y agrícola, la cual está dividida por escenarios.

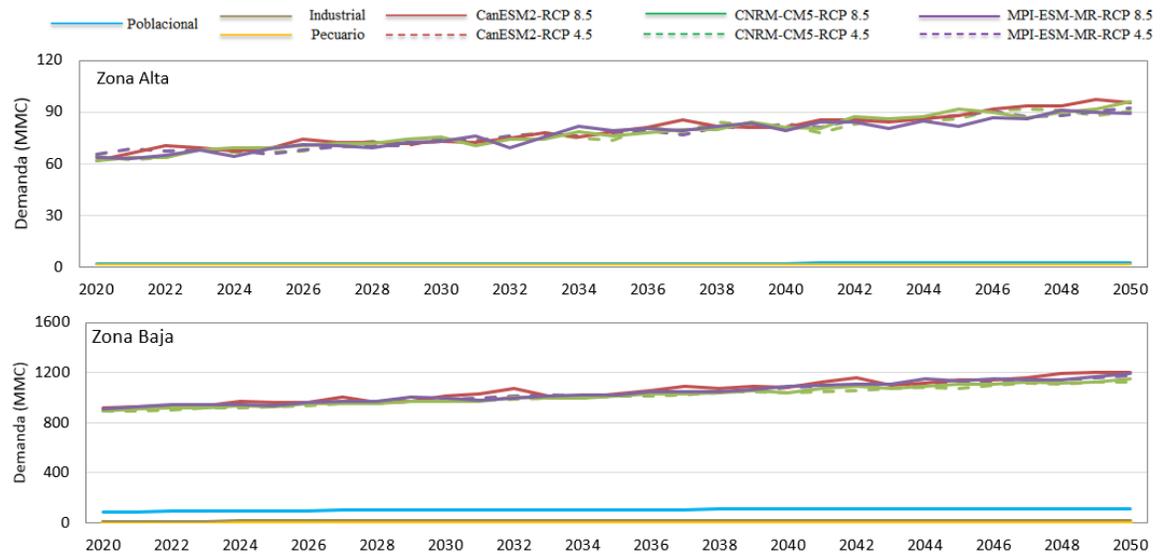


Figura 30: Variación anual de la demanda hídrica futura (2020-2050) en la cuenca Chancay-Lambayeque. Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

En la figura superior se observa que la demanda agrícola para todos los escenarios y tanto en la zona alta como baja de la cuenca representa la demanda cuyo mayor consumo de agua requiere siendo en promedio 95.3 por ciento en la zona alta y 89.3 por ciento en la zona baja.

En la Figura 31 se presenta la variación mensual del volumen almacenado en el reservorio Tinajones. Dicho volumen fue calculado de acuerdo a las variaciones porcentuales que ocurre entre la precipitación futura e histórica.

De acuerdo a las variaciones de la precipitación futura se obtiene que los meses más críticos para el almacenamiento de agua en todos los escenarios son mayo, junio, octubre y noviembre. Siendo el modelo MPI-ESM-MR el que presenta las mayores disminuciones de volumen almacenado.

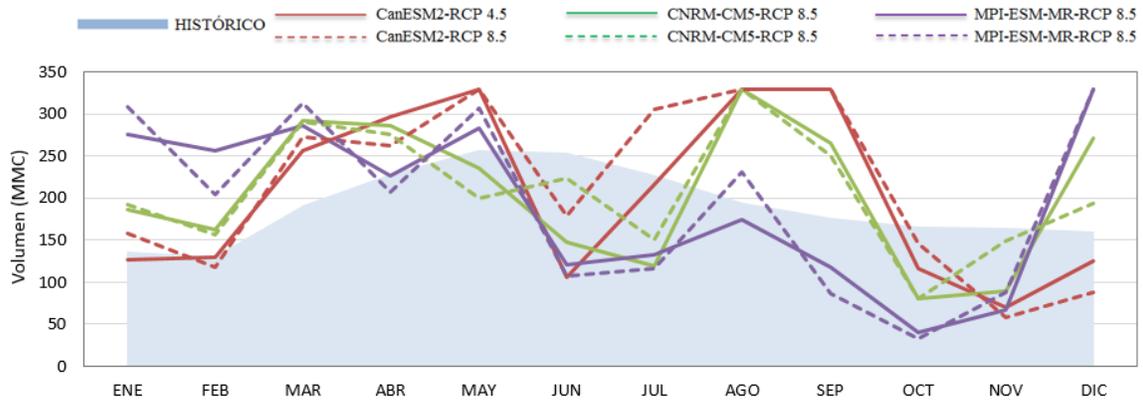


Figura 31: Variación mensual del volumen de almacenamiento en el reservorio Tinajones en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (2011-2015) y proyectado (2020-2050).

En la Figura 32 se presenta la demanda hídrica futura de la cuenca Lurín, se muestra las demandas: poblacional, industrial, pecuario y agrícola dividida por escenarios.

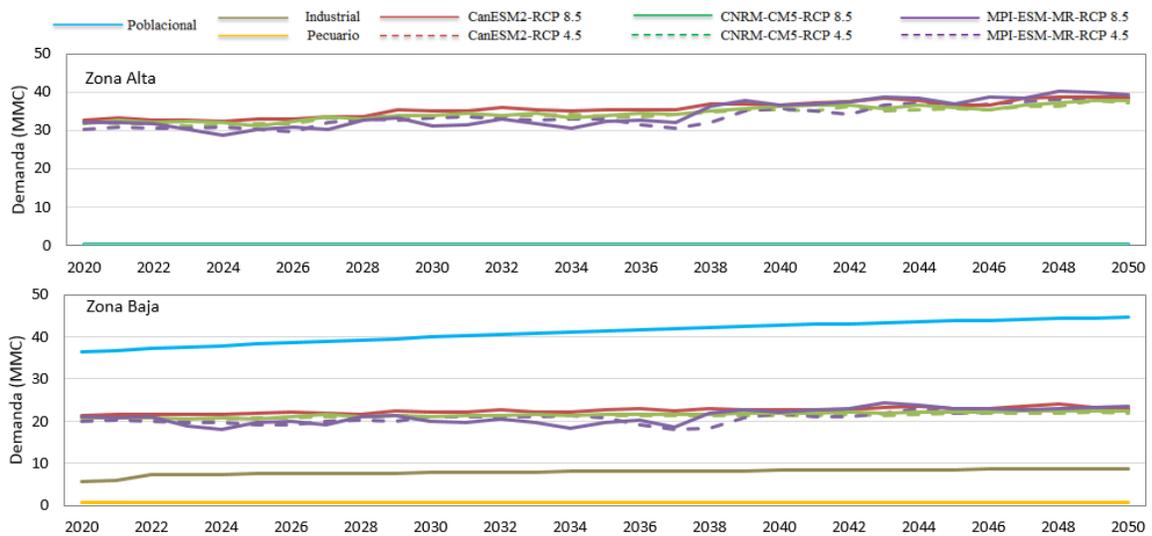


Figura 32: Variación anual de la demanda hídrica futura (2020-2050) en la cuenca Lurín. Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

En la zona alta de la cuenca la demanda agrícola sigue representado el mayor porcentaje de la demanda total así como ocurre en el periodo histórico mientras que en la zona baja la demanda poblacional es la que presenta el mayor requerimiento hídrico superando ya a la demanda agrícola, esto ocurre debido a que se mantuvo constante las áreas agrícolas y no existen variaciones significativas en el requerimiento hídrico de los cultivos además de haber considerado en el cálculo de la demanda poblacional el incremento de la población.

4.3 Efectos del cambio climático en las cuencas Chancay-Lambayeque y Lurín

El efecto del cambio climático sobre la demanda hídrica de las cuencas Chancay-Lambayeque y Lurín fue analizado con base a las variaciones que generaron la demanda hídrica histórica y futura en periodos mensuales, anuales y estacionales, para dos escenarios RCP y tres modelos de circulación general. Se debe recalcar que estos modelos no consideran eventos extremos en sus cálculos tal como el fenómeno del niño.

Es preciso mencionar que las proyecciones resultantes no son una declaración férrea de lo que va ocurrir en los años en estudio, si no pretende dar una idea de las condiciones que podrían presentarse dentro de las cuencas por efectos del cambio climático.

A continuación se presenta los resultados obtenidos en la cuenca Chancay Lambayeque:

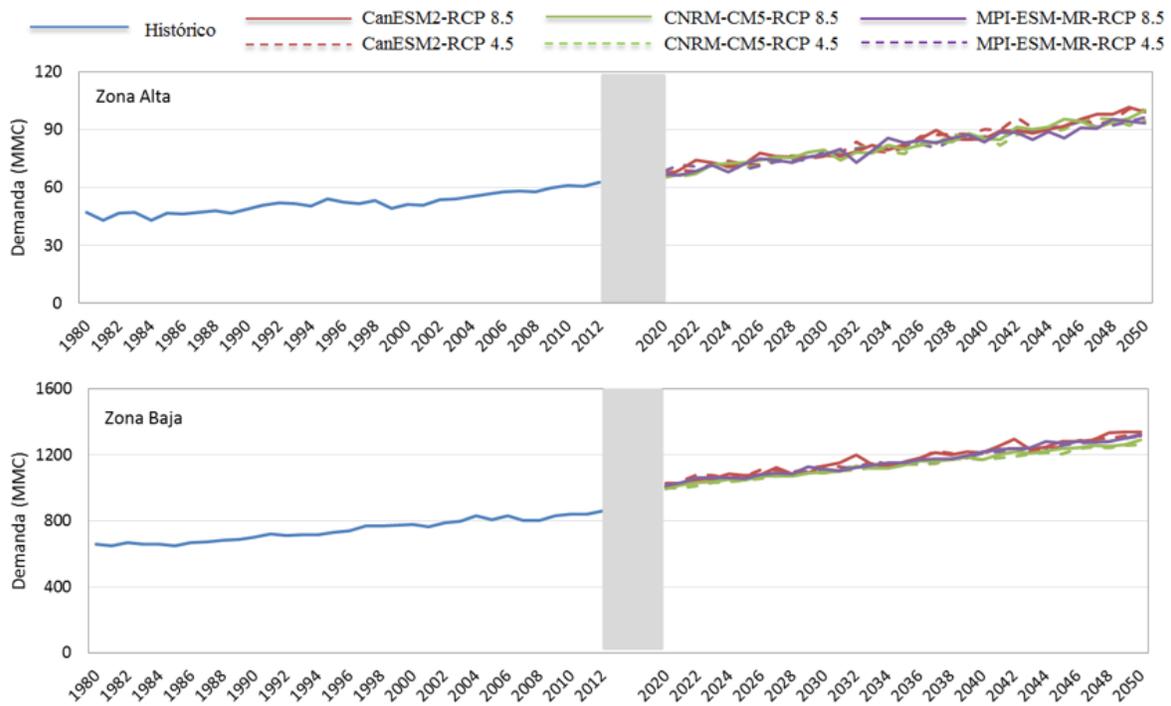


Figura 33: Variación anual de la demanda hídrica en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

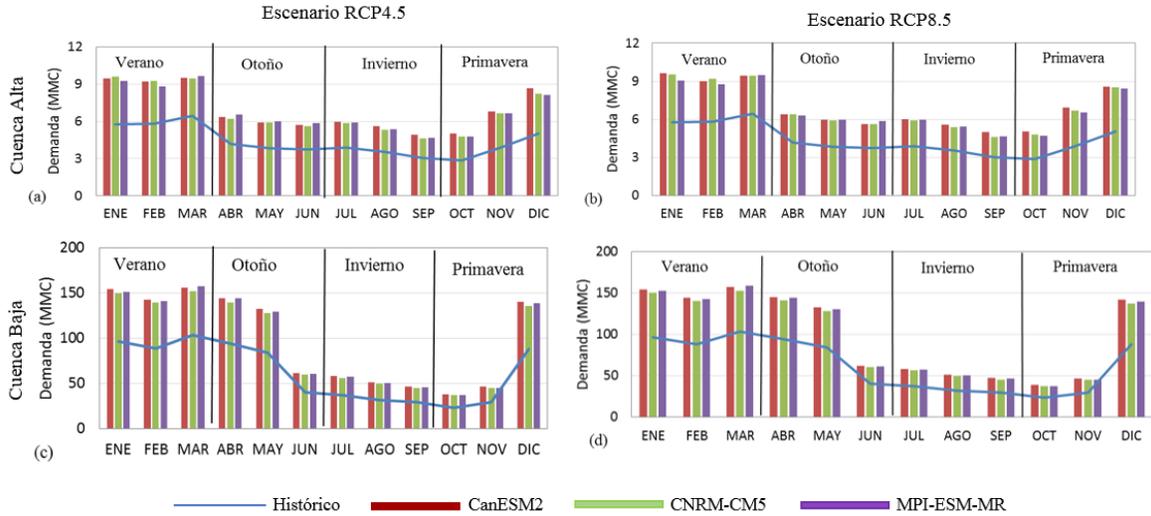


Figura 34: Variación mensual de la demanda hídrica en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo presente (1980-2012) y proyectada (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d)

Tabla 28: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica (MMC) en la parte alta de la cuenca Chancay Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio historico
	4.5			8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	9.4	9.4	9.2	9.4	9.4	9.1	5.9
Otoño	6.0	5.9	6.1	6.0	6.0	6.0	3.9
Invierno	5.5	5.3	5.3	5.5	5.3	5.3	3.4
Primavera	6.8	6.5	6.5	6.9	6.7	6.5	3.9
Anual	83.0	81.4	81.6	83.1	82.0	81.1	51.4

Tabla 29: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	4.5			8.5		
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	58.4	59.1	55.9	57.7	58.2	53.3
Otoño	54.1	52.2	58.0	53.9	53.8	55.3
Invierno	59.3	-22.2	54.5	60.4	54.2	55.4
Primavera	76.2	69.0	68.4	77.1	72.4	69.2
Anual	61.6	58.5	58.9	61.8	59.6	57.8

Cambio no significativo ($-\sigma \geq X \geq \sigma$)

Cambio significativo ($X \in <-2\sigma; -\sigma \cup [2\sigma; \sigma>$)

Cambio muy significativo ($X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma$)

Tabla 30: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica (MMC) en la cuenca baja Chancay Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio histórico
	4.5			8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	150.6	146.9	149.8	151.8	147.7	151.1	95.4
Otoño	112.7	108.7	111.2	113.3	109.6	111.8	71.8
Invierno	51.9	50.1	50.9	52.1	50.3	51.3	33.9
Primavera	74.9	72.3	73.6	75.4	73.0	74.0	46.3
Anual	1169.8	1133.7	1156.3	1177.6	1141.8	1164.3	737.6

Tabla 31: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	4.5			8.5		
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	57.8	53.9	57.0	59.1	54.8	58.3
Otoño	56.9	51.4	54.8	57.7	52.6	55.7
Invierno	53.2	47.9	50.3	53.8	48.5	51.4
Primavera	61.6	56.0	58.7	62.7	57.5	59.7
Anual	58.6	53.7	56.8	59.7	54.8	57.9

Cambio no significativo ($-\sigma \geq X \geq \sigma$)
 Cambio significativo ($X \in \langle -2\sigma; -\sigma \rangle \cup [2\sigma; \sigma \rangle$)
 Cambio muy significativo ($X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma$)

En la Figura 33 y Figura 34 se presenta la variación anual y mensual de la demanda hídrica así como también una división estacional, estos resultados nos muestran que la demanda hídrica futura presenta incrementos para todos los escenarios estudiados en ambas zonas de la cuenca

De la Tabla 28 a Tabla 31 se presentan los promedios anuales y mensuales de la demanda hídrica así como también las variaciones porcentuales de las mismas donde se obtiene lo siguiente: En la zona alta de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la demanda presenta incrementos en todas las estaciones del año. En las variaciones anuales la demanda futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5 en 62 por ciento; además de obtener cambios muy significativos en todos los escenarios tanto en el periodo estacional como anual. En la zona baja de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la demanda presenta incrementos en todas las estaciones del año. En las variaciones anuales la demanda futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5 en 60 por ciento; además de obtener cambios muy significativos en todos los escenarios para el periodo anual.

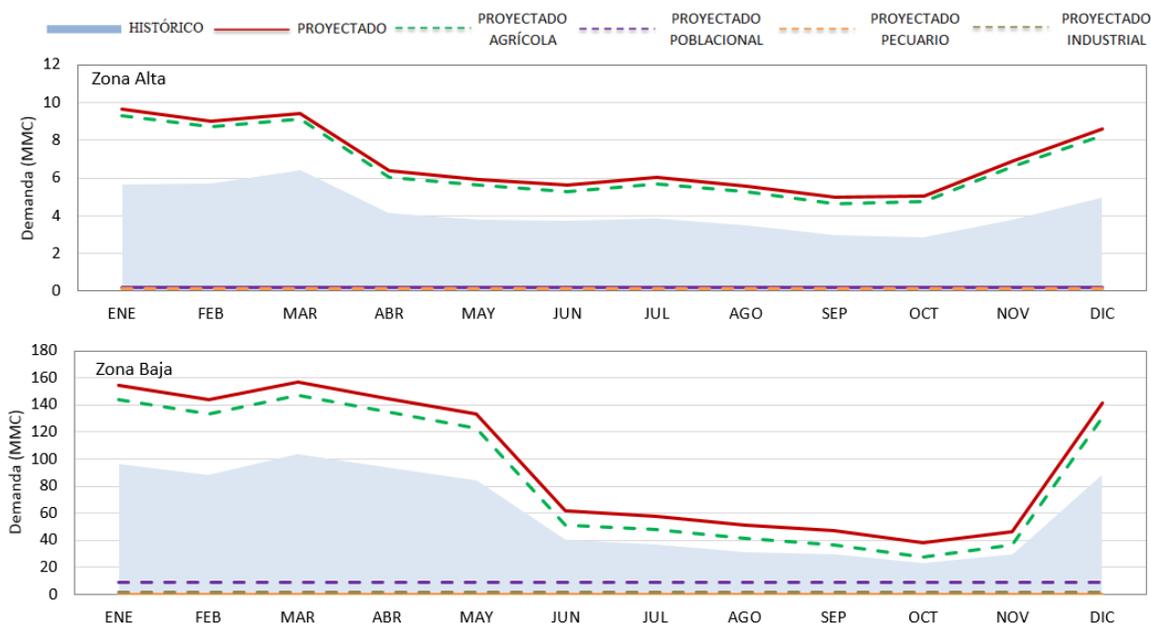


Figura 35: Variación mensual de la demanda hídrica en la cuenca Chancay-Lambayeque para el escenario más crítico CanESM2 8.5. Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

En la Figura 35 se presenta el promedio mensual de la demanda hídrica obtenida por el escenario CanESM2 8.5. Se hace un análisis solo de este escenario debido que presenta el mayor incremento de la demanda. En la zona alta de la cuenca en este escenario la demanda anual se incrementa en 61.8 por ciento y es considerado como un cambio muy significativo, por lo cual este escenario es considerado como el más crítico presentando incremento en todos los meses año. En la zona baja de la cuenca la demanda anual se incrementa en 59.7 por ciento y es considerado como un cambio significativo, por lo cual este escenario es considerado como el más crítico presentando incremento en todos los meses del año. Estos mayores incrementos de la demanda son debido a que la evapotranspiración para este escenario es la que presentan los mayores incrementos con respecto a los otros escenarios.

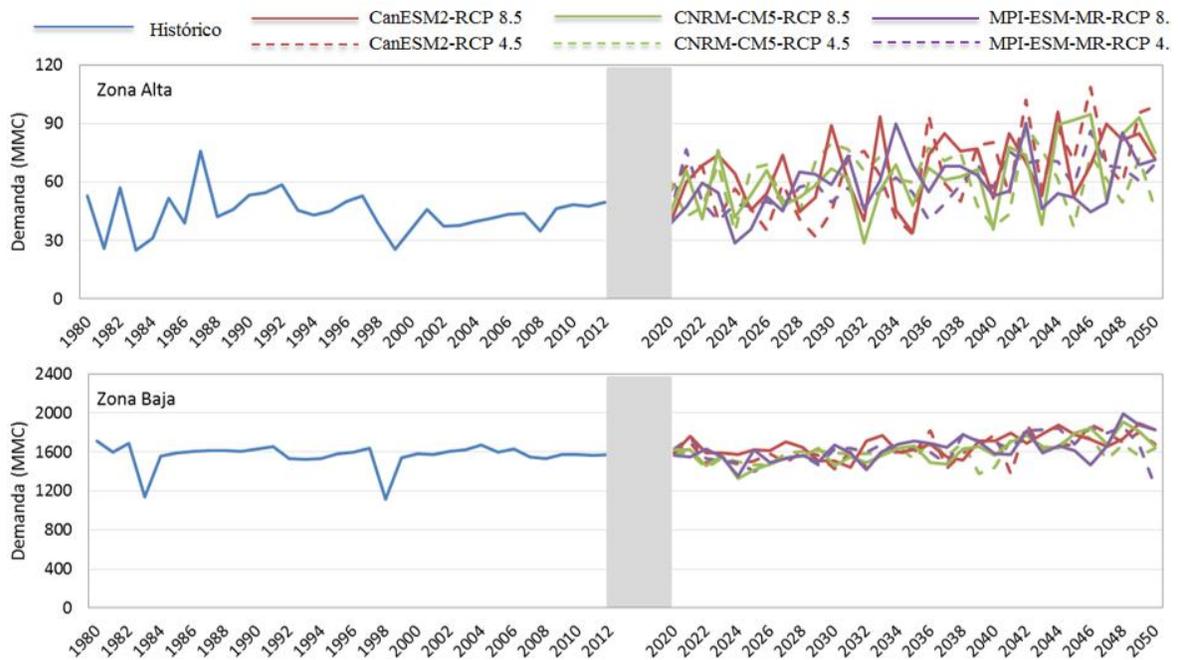


Figura 36: Variación anual de la demanda hídrica de riego en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

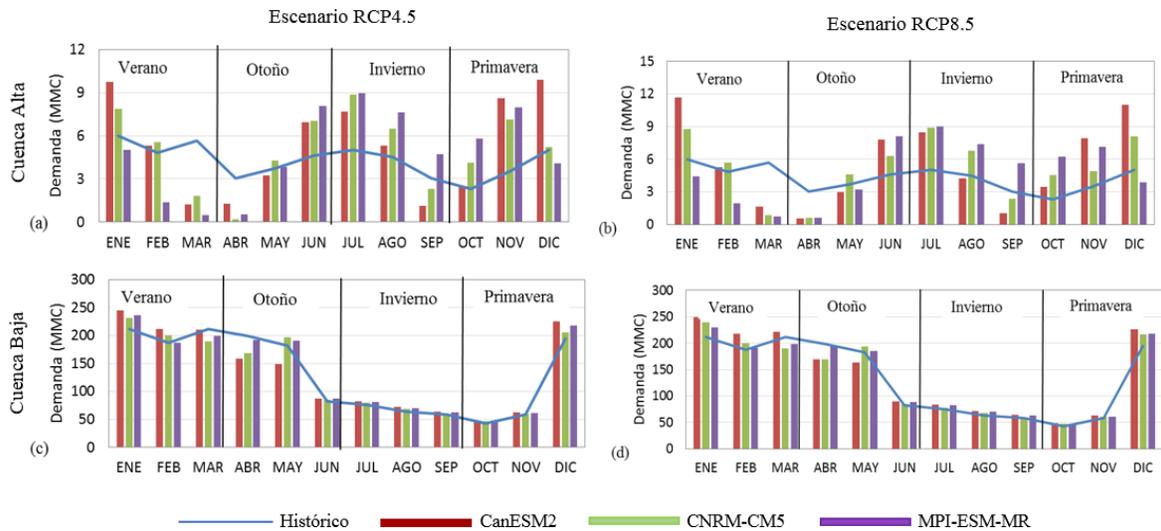


Figura 37: Variación mensual de la demanda hídrica de riego en la cuenca Chancay-Lambayeque para el periodo presente (1980-2012) y proyectada (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d)

Tabla 32: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica de riego (MMC) en la parte alta de la cuenca Chancay Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio historico
	4.5			8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	5.4	5.1	2.3	6.2	5.1	2.4	5.2
Otoño	3.8	3.8	4.1	3.8	3.8	4.0	3.6
Invierno	4.7	5.9	7.1	4.6	6.0	7.3	4.1
Primavera	7.5	5.5	6.0	7.5	5.9	5.8	3.4
Anual	64.4	60.9	58.5	66.2	62.4	58.4	41.5

Tabla 33: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	4.5			8.5		
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	4.8	-1.6	-55.6	19.7	-1.5	-54.0
Otoño	5.7	6.4	14.6	5.3	6.4	10.5
Invierno	15.6	-22.2	74.7	12.6	47.8	80.4
Primavera	121.6	61.6	75.5	120.0	72.4	69.4
Anual	55.4	47.0	41.1	59.6	50.6	40.9

Cambio no significativo $(-\sigma \geq X \geq \sigma)$ Cambio significativo $(X \in \langle -2\sigma; -\sigma \rangle \cup [2\sigma; \sigma >)$ Cambio muy significativo $(X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma)$

Tabla 34: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica de riego (MMC) en la cuenca baja Chancay Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio historico
	4.5			8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	222.4	207.3	207.5	229.6	210.1	206.8	203.4
Otoño	131.7	149.9	156.6	141.0	149.3	156.2	154.6
Invierno	72.9	69.8	71.3	73.3	68.7	72.0	65.8
Primavera	112.3	104.3	109.0	113.0	108.0	108.5	98.6
Anual	1617.8	1593.9	1633.2	1670.6	1608.4	1630.4	1567.6

Tabla 35: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Chancay-Lambayeque

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	4.5			8.5		
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	9.3	1.9	2.0	12.9	3.3	1.6
Otoño	-14.9	-3.0	1.3	-8.8	-3.5	1.0
Invierno	10.8	-22.2	8.4	11.3	4.4	9.4
Primavera	13.9	5.8	10.5	14.6	9.6	10.0
Anual	3.2	1.7	4.2	6.6	2.6	4.0

Cambio no significativo $(-\sigma \geq X \geq \sigma)$ Cambio significativo $(X \in \langle -2\sigma; -\sigma \rangle \cup [2\sigma; \sigma >)$ Cambio muy significativo $(X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma)$

En la Figura 36 y Figura 37 se presenta la variación anual y mensual de la demanda de riego así como también una división estacional, estos resultados nos muestran que la demanda de riego futura presenta incrementos para todos los escenarios estudiados en la zona alta de la cuenca mientras que en la zona baja mantiene la tendencia de la demanda histórica.

De la Tabla 32 a la Tabla 35 se presentan los promedios anuales y mensuales de la demanda de riego así como también las variaciones porcentuales de las mismas donde se obtiene lo siguiente: En la zona alta de la cuenca la demanda presenta incrementos entre los meses de mayo a agosto y octubre a febrero mientras que las variaciones anuales la demanda futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5 en 60 por ciento; además de obtener cambios significativos en todos los escenarios del periodo anual. En la zona baja de la cuenca la demanda futura presenta una tendencia similar a la histórica en el periodo mensual, mientras que las variaciones anuales la demanda futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5 en 7 por ciento y en todos los escenarios se obtiene cambios no significativos en el periodo anual.

A continuación se presenta los resultados obtenidos en la cuenca Lurín:

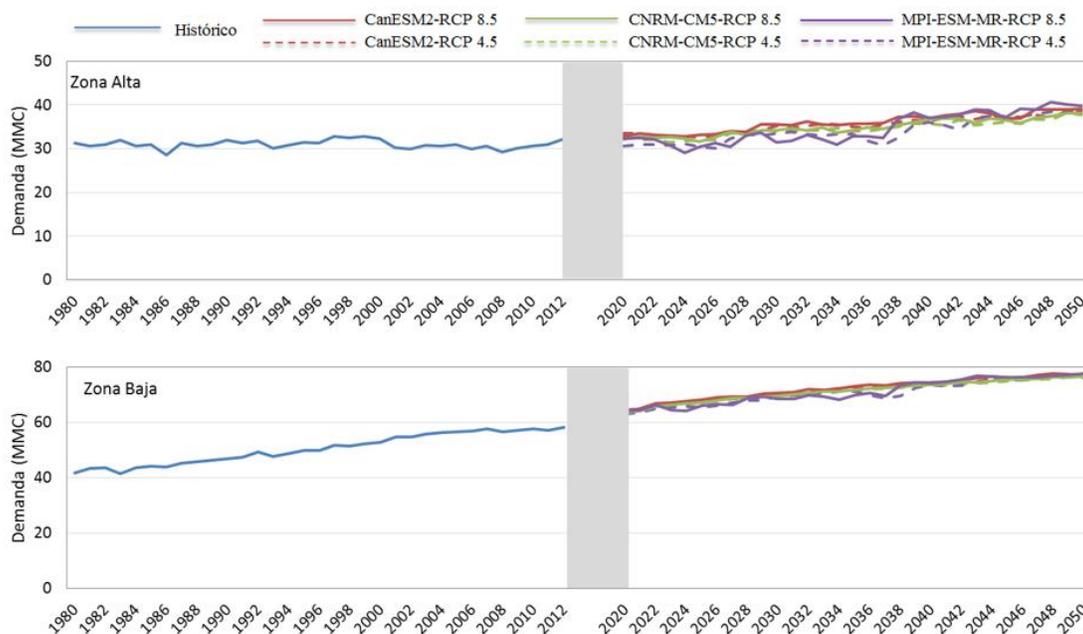


Figura 38: Variación anual de la demanda hídrica en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

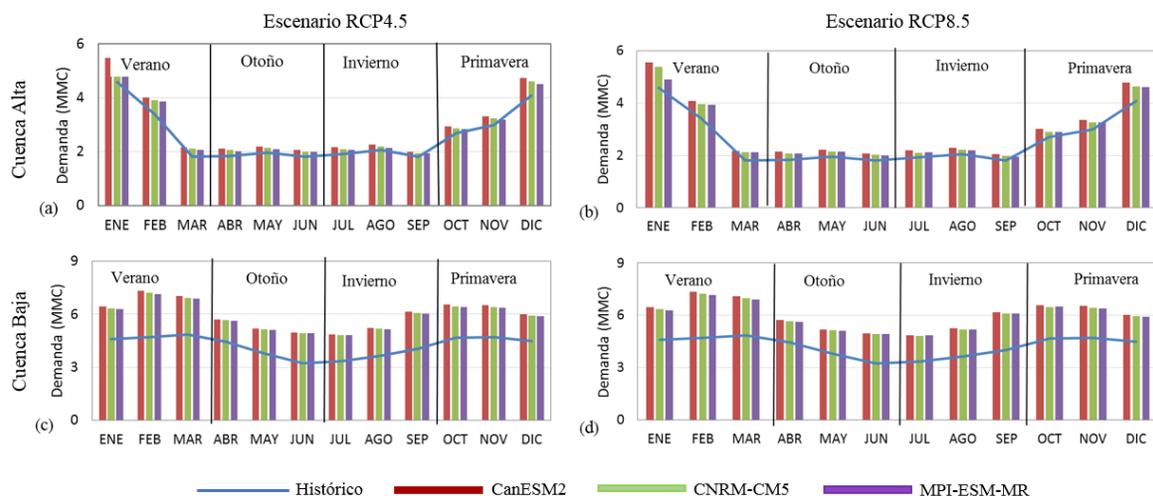


Figura 39: Variación mensual de la demanda hídrica en la cuenca Lurín para el periodo presente (1980-2012) y proyectada (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (C) y RCP 8.5 (d)

Tabla 36: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica (MMC) en la cuenca alta Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio presente
	RCP 4.5			RCP 8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	3.89	3.79	3.72	3.94	3.83	3.80	3.26
Otoño	2.12	2.06	2.03	2.15	2.08	2.07	1.87
Invierno	2.14	2.08	2.05	2.18	2.11	2.09	1.93
Primavera	3.66	3.57	3.52	3.71	3.60	3.59	3.26
Anual	35.44	34.50	33.94	35.93	34.86	34.63	30.96

Tabla 37: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	RCP 4.5			RCP 8.5		
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	19.18	16.08	14.09	20.86	17.36	16.55
Otoño	13.22	10.42	8.48	14.79	11.36	10.63
Invierno	11.14	7.71	6.03	12.75	9.15	8.12
Primavera	12.46	9.60	7.95	13.99	10.55	10.06
Anual	14.48	11.45	9.63	16.08	12.59	11.85

Cambio no significativo ($-\sigma \geq X \geq \sigma$)

Cambio significativo ($X \in < -2\sigma; -\sigma \cup [2\sigma; \sigma)$)

Cambio muy significativo ($X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma$)

Tabla 38: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica (MMC) en la cuenca baja Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio presente
	RCP 4.5			RCP 8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	6.93	6.82	6.75	6.98	6.86	6.78	4.7
Otoño	5.28	5.24	5.21	5.30	5.25	5.22	3.8
Invierno	5.41	5.36	5.33	5.43	5.37	5.37	3.6
Primavera	6.34	6.25	6.21	6.38	6.28	6.28	4.6
Anual	71.88	71.01	70.52	72.25	71.28	70.93	50.0

Tabla 39: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	RCP 4.5			RCP 8.5		
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	47.6	45.4	43.9	48.7	46.1	44.4
Otoño	40.1	39.0	38.4	40.6	39.3	38.6
Invierno	49.7	48.3	47.5	50.4	48.8	48.8
Primavera	38.3	36.3	35.4	38.9	36.9	36.8
Anual	43.8	42.1	41.1	44.5	42.6	41.9

Cambio no significativo ($-\sigma \geq X \geq \sigma$) Cambio significativo ($X \in < -2\sigma; -\sigma$] U [$2\sigma; \sigma$) Cambio muy significativo ($X < -2\sigma$ U $X \geq 2\sigma$)

En la Figura 38 y Figura 39 se presenta la variación anual y mensual de la demanda hídrica así como también una división estacional, estos resultados nos muestran que la demanda hídrica futura en la zona alta mantiene una tendencia constante presentando ligeros incrementos a partir del año 2040 mientras que en la zona baja la demanda futura mantiene la tenencia de incremento del periodo histórico y continua incrementándose año tras año presentando estas características para todos los escenarios.

De la Tabla 32 a la Tabla 35 se presentan los promedios anuales y mensuales de la demanda hídrica así como también las variaciones porcentuales de las mismas donde se obtiene lo siguiente: En la zona alta de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la demanda futura presenta incrementos en todas las estaciones del año pero estos incrementos en las estaciones de verano y primavera presentan cambios no significativos, mientras que en las otras dos estaciones presentan cambios significativos; con respecto a las variaciones anuales la demanda futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5 en 16 por ciento; además de obtener cambios muy significativos en todos los escenarios en el periodo anual.

En la zona baja de la cuenca analizando las variaciones estacionales se obtiene que la demanda futura presenta incrementos para todas las estaciones presentando cambios muy significativos en todas ellas. Con respecto a las variaciones anuales la demanda futura presenta incremento para todos los escenarios obteniendo cambios muy significativos en todos ellos siendo el escenario CanESM2 8.5 el que mayor incremento presenta, 44.5 por ciento.

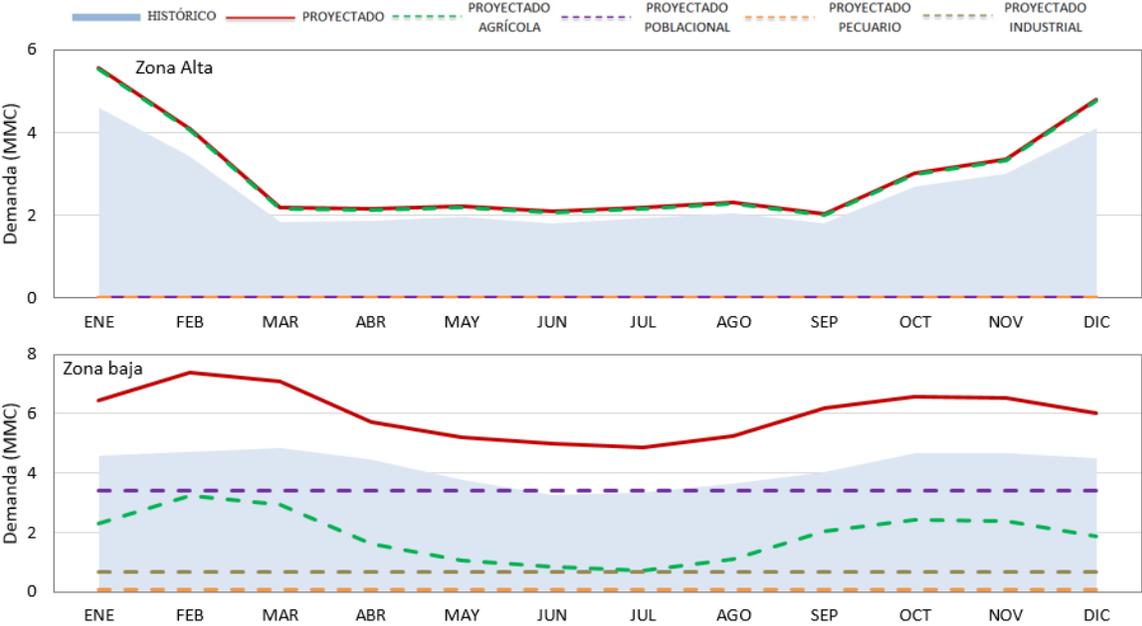


Figura 40: Variación mensual de la demanda hídrica en la cuenca Lurín para el escenario más crítico CanESM2 8.5. Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

En la Figura 40 se presenta el promedio mensual de la demanda hídrica obtenida por el escenario CanESM2 8.5, haciendo un análisis solo de este escenario debido a que presenta el mayor incremento de la demanda. En la zona alta de la cuenca la demanda agrícola representa el mayor consumo de agua abarcando casi la totalidad de la demanda mientras que en la zona baja la demanda poblacional representa el mayor consumo de agua seguida por la demanda agrícola, en esta zona de la cuenca la demanda total se incrementa en 45 por ciento lo puede conllevar a una posible falta de abastecimiento de agua en un futuro, limitando las dotaciones de agua poblacional por ser esta la demanda que presenta el mayor requerimiento hídrico debido al incremento constante de la población y la aparición de nuevas industrias.

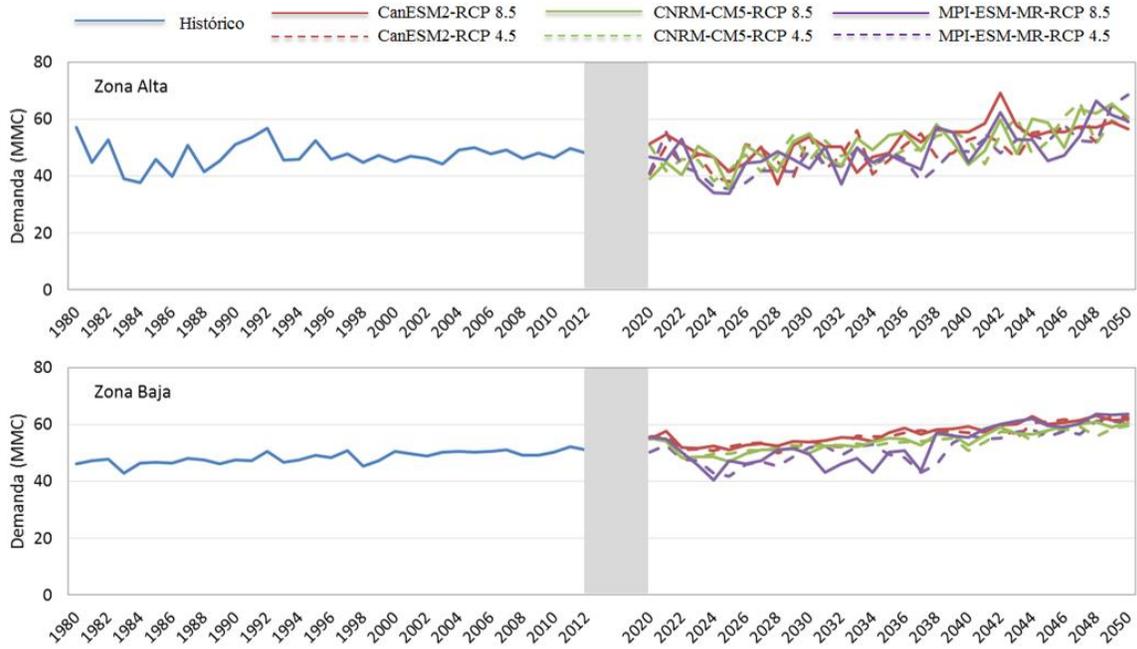


Figura 41: Variación anual de la demanda hídrica de riego en la cuenca Lurín para el periodo histórico (1980-2012) y proyectado (2020-2050). Panel superior: cuenca alta; Panel inferior: cuenca baja.

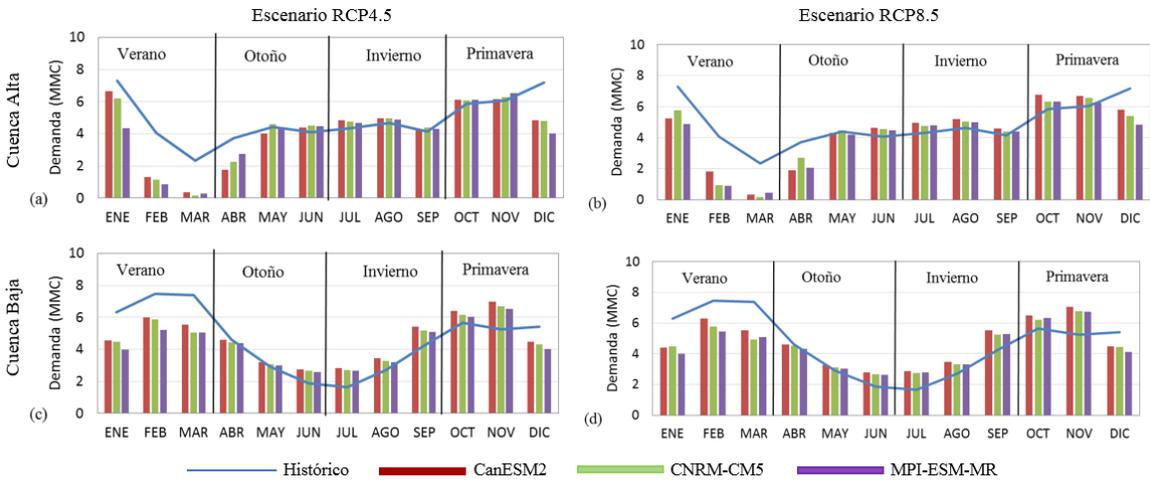


Figura 42: Variación mensual de la demanda hídrica de riego en la cuenca Lurín para el periodo presente (1980-2012) y proyectada (2020-2050): Cuenca alta en Panel superior: RCP 4.5 (a) y RCP 8.5 (b); Cuenca baja en panel inferior: RCP 4.5 (c) y RCP 8.5 (d)

Tabla 40: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica de riego (MMC) en la cuenca alta Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio historico
	4.5			8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	2.8	2.5	1.8	2.5	2.3	2.1	4.3
Otoño	3.4	3.8	3.9	3.6	3.9	3.6	4.1
Invierno	4.7	4.7	4.6	4.9	4.7	4.7	4.3
Primavera	5.7	5.7	5.5	6.4	6.1	5.8	6.2
Anual	49.7	50.1	47.6	52.3	51.1	48.6	47.4

Tabla 41: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca alta Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	4.5			8.5		
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	-36.1	-42.4	-57.9	-43.2	-47.3	-52.1
Otoño	-16.5	-6.6	-4.6	-10.4	-3.5	-11.5
Invierno	8.2	-22.2	6.3	13.4	9.3	9.1
Primavera	-7.9	-7.8	-10.6	3.6	-1.5	-6.3
Anual	4.8	5.7	0.3	10.4	7.9	2.6

Cambio no significativo $(-\sigma \geq X \geq \sigma)$
Cambio significativo $(X \in <-2\sigma; -\sigma) \cup [2\sigma; \sigma)$
Cambio muy significativo $(X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma)$

Tabla 42: Promedio estacional y anual de la demanda hídrica de riego (MMC) en la cuenca baja Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios						Promedio historico
	4.5			8.5			
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	
Verano	5.4	5.1	4.7	5.4	5.1	4.8	7.1
Otoño	3.5	3.4	3.3	3.6	3.4	3.3	3.1
Invierno	3.9	3.7	3.6	4.0	3.8	3.8	2.8
Primavera	6.0	5.7	5.5	6.0	5.8	5.7	5.5
Anual	56.2	53.8	51.7	56.8	54.2	53.1	48.5

Tabla 43: Variación porcentual de la demanda proyectada respecto al histórico en la cuenca baja Lurín

Estación	Modelos climáticos y escenarios					
	4.5			8.5		
	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR	CanESM2	CNRM-CM5	MPI-ESM-MR
Verano	-24.4	-27.8	-33.0	-23.7	-28.8	-31.8
Otoño	13.8	9.4	7.5	15.1	10.8	7.8
Invierno	38.1	-22.2	29.1	40.8	34.2	34.8
Primavera	9.1	4.7	1.3	10.2	6.7	4.9
Anual	15.9	11.1	6.7	17.3	11.9	9.5

Cambio no significativo $(-\sigma \geq X \geq \sigma)$
Cambio significativo $(X \in <-2\sigma; -\sigma) \cup [2\sigma; \sigma)$
Cambio muy significativo $(X \leq -2\sigma \cup X \geq 2\sigma)$

En la Figura 41 y Figura 42 se presenta la variación anual y mensual de la demanda de riego así como también una división estacional, estos resultados nos muestran que la demanda de riego futura presenta incrementos para todos los escenarios estudiados en la zona alta y baja de la cuenca.

De la Tabla 40 a la Tabla 43 se presentan los promedios anuales y mensuales de la demanda de riego así como también las variaciones porcentuales de las mismas donde se obtiene lo siguiente: En la zona alta de la cuenca la demanda presenta incrementos entre los meses de mayo a octubre mientras que las variaciones anuales la demanda futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5 en 52 por ciento; además de obtener cambios no significativos en la mayoría de escenarios del periodo anual. En la zona baja de la cuenca la demanda futura presenta incrementos entre los meses de junio a noviembre, mientras que las variaciones anuales la demanda futura presenta incremento con respecto a la histórica para todos los escenarios presentando el mayor incremento el escenario CanESM2 8.5 en 17 por ciento, obteniendo cambios muy significativos para los escenarios CanESM2 en el periodo anual.

A continuación se realizará una comparación entre los resultados obtenidos para ambas cuencas por lo cual primero se describe algunas características generales. La cuenca Chancay Lambayeque es una cuenca extensa con un área total de 5555 km² por lo cual también alberga a una vasta población que asciende a 1 046950 habitantes presentando un total de 80 929 ha cultivadas además de ser una cuenca regulada por tener el reservorio Tinajones; mientras que la cuenca Lurín tiene un área total que aproximadamente es la tercera parte de la cuenca Chancay que es 1720 km² albergando una población de 423613 habitantes con un total de 3399 ha cultivadas lo cual es 20 veces menos la cantidad de hectáreas sembradas en Chancay además de no tener ninguna estructura de regulación. Con respecto a los efectos del cambio climático se obtiene que en las precipitaciones existen efectos no significativos en la cuenca Chancay y efectos significativos en la cuenca Lurín; en el análisis de evapotranspiración se obtiene que existen efectos significativos en la cuenca Chancay y efectos no significativos en la cuenca Lurín mientras que en la demanda hídrica se obtiene efectos muy significativos en ambas cuencas.

V. CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados.

Se evaluó el efecto del cambio climático en la demanda hídrica para ambas cuencas en estudio obteniendo cambios muy significativos en todos los escenarios estudiados tanto en la zona alta como baja de la cuenca.

1. Se obtuvo la demanda hídrica histórica en las cuencas en estudio desde enero de 1980 hasta diciembre del 2012. En la cuenca Chancay-Lambayeque y la cuenca Lurín la demanda hídrica presenta una tendencia al incremento siendo la demanda agrícola la demanda con mayor consumo de agua, requiriendo esta hasta más del 95 por ciento de la demanda hídrica total en las zonas altas de las cuencas.
2. Se obtuvo la demanda hídrica futura en las cuencas en estudio desde enero del 2020 hasta diciembre del 2050 para seis escenarios de cambio climático, obteniendo para la cuenca Chancay-Lambayeque que la demanda agrícola requiere la mayor cantidad de agua, representando está en la zona alta el 95.3 por ciento de la demanda total y en la zona baja el 89.3. En la cuenca Lurín para la zona alta también se obtiene que la demanda agrícola representa el mayor consumo de agua el cual es de 99.2 por ciento, mientras que en la zona baja la demanda poblacional es la que mayor agua requiere siendo esta el 50 por ciento de la demanda total, seguido por la demanda agrícola que representa el 39.4 por ciento.
3. Con respecto a los efectos del cambio climático en la demanda hídrica para la cuenca Chancay Lambayeque se concluye que existe cambios muy significativos para todos los escenarios estudiados y el escenario CanESM2 8.5 es el más crítico por presentar los mayores incrementos de la demanda. En la cuenca Lurín también se concluye que existen cambios muy significativos para todos los escenarios estudiados siendo el escenario CanESM2 8.5 el más crítico por presentar los mayores incrementos en la demanda.

VI. RECOMENDACIONES

Se plantea las siguientes recomendaciones:

1. Realizar más estudios y continuar con la investigación, incluyendo el análisis de más modelos y escenarios para obtener un panorama más amplio del efecto del cambio climático. Además de considerar otros tipos de demanda tales como la demanda minera, demanda de usos no consuntivos y caudal ecológico.
2. Realizar el balance hídrico futuro en las cuencas Chancay-Lambayeque y Lurín, utilizando como base la información obtenida en este estudio.
3. Se recomienda a las entidades encargadas de otorgar los permisos y dotaciones de agua tener cedulas de cultivo actualizadas así como también información histórica de las mismas, las cuales son fundamentales para realizar los cálculos de la demanda agrícola.
4. Realizar estudios específicos para la selección de cultivos a futuro, considerando mayores variables como: Tipo de suelo, cultivos sembrados en las cuencas vecinas, adaptación del cultivo al clima de la cuenca, etc. Y proponer nuevas cedulas de cultivo con menores requerimientos de agua.
5. Evaluar el comportamiento de la demanda hídrica futura a través de diferentes distribuciones de probabilidad, y analizar los niveles de impacto con la probabilidad que mejor se ajuste a los resultados de las demandas obtenidas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. 2013. Identificación y caracterización de actores articulados a la gestión integrada de recursos hídricos de la cuenca Chancay Lambayeque.
- Bustos, R. 2014. Proyecciones de disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca alta del Maipo, bajo escenarios recientes de cambio climático. Santiago de Chile.
- DEPOLTI-INADE. 2001. Diagnostico de Gestión de la Oferta de agua Cuenca Chancay-Lambayeque.
- FAO. 2006. Evapotranspiración del cultivo guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos . Roma.
- Felipe-Morales B. 2012. Manual para Gestores del Agua de la Cuenca del Río Lurín. Lima.
- Fernández, L. 2013. Estudio de la utilidad de la lluvia estimada de satélite en la modelación hidrológica distribuida. Valencia.
- Gobierno Regional Cajamarca, L. 2010. Propuesta tecnica para la creación del consejo de recursos hidricos de la cuenca Chancay-Lambayeque.
- Herrera, M. 1993. Optimización de los recursos hídricos en la cuenca baja del Río Lurín. Lima.
- IKAUR, A. 2004. Caracterización y cuantificación de las demanda de agua en la CAPV y estudio de prospectivas. País Vasco.
- INEI. 2013. Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima.
- INEI. 2014. Compendio estadístico Perú 2014. Lima.
- Instituto de manejo de agua y medio ambiente, I. 2010. Informe final de demanda hídrica actual y furura en la región Cusco en el marco del programa de adaptación al cambio climático fase II y III nivel regional. cusco.

- IPAE. 2010. Aprovechando mejor el agua en la agricultura: El caso de los cultivos de agroexportación. Obtenido de http://www.concytec.gob.pe/prospecta2010/images/stories/docs/conf_herrera.pdf
- IPCC. 2002. Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del IPCC.
- IPCC. 2008. El cambio climático y el agua. Documento técnico VI del IPCC. Ginebra.
- IPCC. 2013. Resumen para responsables de políticas. En Cambio Climático 2013: Bases físicas.
- IPCC. 2014. Cambio climático 2014 Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Suiza.
- MINAGRI, & ANA. 2012. Plan nacional de recursos hídricos . Lima.
- Ministerio de Salud. 1994. Abastecimiento de agua y saneamiento para poblaciones rurales y urbano-marginales. Lima.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2011. Sistema nacional de estándares de urbanismo propuesta preliminar. Lima.
- PROCLIM. 2005. Escenarios de Cambio Climático en el Perú al 2050: Cuenca del Río Piura . Piura.
- PROFODUA - Chancay Lambayeque. 2004. Propuesta de asignación de agua en bloque para la formalización de los derechos de uso de agua Valle Chancay-Lambayeque.
- PROFODUA-LURIN. 2004. Propuesta de asignaciones de agua en bloque volúmenes anuales y mensuales.
- PROFODUA-LURIN. 2006. Propuesta de asignación de agua superficial Valle Medio y Alto Lurín. Lima.
- ANA. 2012. Plan nacional de recursos hídricos. Lima.
- Roa, A. 2010. Evaluación de los modelos globales del clima utilizados para la generación de escenarios de cambio climático con el presente en Colombia. Bogotá.

Rodriguez, H. 2010. Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones. Caracas: Imprenta nacional.

Sánchez Martínez, M. 2001. Métodos de estimación de evapotranspiración utilizados en Chile. Revista de Geografía Norte Grande .

Santos Rufo, C.; Lorite Torres, I.; Allen, R.; Tasumi, M. & Gavilán Zafra, P. 2007. Mejora de la gestión de los recursos hídricos por medio de la integración de técnicas de teledetección y modelos de simulación . Andalucía.

SENAMHI. 2015. Regionalización estadística de escenarios climáticos en el Perú. 10 pag.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Demanda hídrica histórica en la cuenca Chancay-Lambayeque

En las siguientes tablas se presentan las demandas hídricas mensuales para el periodo histórico en la cuenca Chancay-Lambayeque.

Tabla 44: Demanda hídrica mensual (MMC) en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 1980-2012

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1980	5.5	5.6	6.1	4.0	3.3	3.4	3.5	3.2	2.7	2.3	3.1	4.3	47.1
1981	4.8	4.5	5.1	3.4	3.3	3.3	3.4	3.0	2.6	2.3	3.1	4.2	42.9
1982	5.0	5.2	5.7	3.8	3.3	3.5	3.6	3.3	2.8	2.6	3.4	4.6	46.8
1983	5.3	5.7	5.9	3.7	3.5	3.4	3.6	3.2	2.6	2.5	3.5	4.2	47.1
1984	5.1	4.7	5.5	3.4	3.0	2.9	3.1	3.1	2.6	2.3	3.3	4.2	43.1
1985	5.1	5.7	5.9	3.9	3.4	3.3	3.3	2.9	2.5	2.5	3.5	4.6	46.6
1986	4.8	5.6	6.4	3.7	3.3	3.3	3.2	2.9	2.6	2.6	3.3	4.3	46.1
1987	5.0	5.4	6.1	3.9	3.4	3.5	3.3	3.0	2.7	2.7	3.5	4.8	47.2
1988	5.1	5.1	6.2	4.0	3.6	3.6	3.5	3.2	2.7	2.7	3.4	4.8	48.0
1989	4.9	4.9	5.9	3.6	3.3	3.1	3.5	3.1	2.7	2.5	3.8	5.3	46.7
1990	5.7	5.6	6.2	4.0	3.7	3.4	3.5	3.2	2.8	2.6	3.4	4.7	48.9
1991	5.7	5.6	6.1	4.3	3.7	3.5	3.7	3.4	2.9	2.8	3.9	5.1	50.8
1992	5.8	6.3	6.7	4.2	3.6	3.5	3.6	3.4	2.9	2.9	4.0	5.3	52.1
1993	6.2	6.1	6.3	4.1	3.8	3.6	3.8	3.3	2.9	2.7	3.9	4.8	51.7
1994	5.4	5.6	6.2	4.0	3.7	3.6	3.6	3.5	3.1	3.0	3.9	5.1	50.6
1995	6.0	6.1	6.8	4.4	3.9	3.8	4.1	3.8	3.2	3.0	3.9	5.3	54.2
1996	5.7	5.9	6.4	4.2	3.8	3.6	3.8	3.4	3.1	2.9	4.2	5.3	52.5
1997	6.0	5.5	7.0	4.2	3.8	3.7	3.7	3.4	3.0	3.0	3.7	4.5	51.4
1998	5.8	6.0	6.4	4.3	4.0	3.8	4.0	3.6	3.1	2.9	4.0	5.5	53.2
1999	6.1	5.2	6.2	3.8	3.4	3.4	3.4	3.4	2.7	2.8	4.0	4.7	49.3
2000	6.0	5.6	6.2	3.9	3.7	3.5	3.7	3.4	2.8	3.0	4.4	4.9	51.1
2001	5.0	5.6	6.0	4.3	3.8	3.9	4.1	3.8	3.0	2.9	3.6	4.9	50.9
2002	6.1	5.8	6.5	4.3	4.1	4.0	4.1	3.9	3.2	2.9	3.9	5.0	53.8
2003	6.0	6.0	6.7	4.3	4.0	3.8	4.1	3.7	3.2	3.0	4.0	5.3	54.1
2004	6.2	6.2	7.3	4.6	4.2	4.1	4.0	3.9	3.1	2.8	3.8	5.1	55.4
2005	6.2	6.0	6.5	4.8	4.7	4.2	4.5	4.0	3.4	2.9	4.3	5.2	56.6
2006	6.3	6.0	6.8	4.8	4.5	4.2	4.6	4.1	3.5	3.5	4.2	5.4	57.9
2007	6.7	6.8	7.0	4.5	4.4	4.5	4.3	3.9	3.6	3.1	3.9	5.4	58.1
2008	5.6	5.9	6.9	4.5	4.3	4.5	4.9	4.2	3.5	3.2	4.3	6.1	57.9
2009	6.0	6.5	7.1	4.9	4.5	4.5	4.7	4.3	3.7	3.4	4.6	5.6	59.7
2010	7.0	7.1	7.7	4.8	4.4	4.4	4.5	4.5	3.4	3.4	4.5	5.4	61.2
2011	6.7	6.8	7.5	4.9	4.5	4.4	4.5	4.1	3.5	3.3	4.5	5.9	60.6
2012	7.2	6.8	7.1	4.9	4.5	4.4	4.5	4.6	3.6	3.4	5.3	6.1	62.5
PROMEDIO	5.7	5.8	6.4	4.2	3.8	3.8	3.9	3.6	3.0	2.9	3.9	5.0	52.0

Tabla 45: Demanda hídrica mensual (MMC) en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 1980-2012

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1980	85.2	77.2	91.6	86.9	75.5	35.1	32.5	26.3	24.9	19.5	25.1	77.5	657.3
1981	86.2	78.1	90.3	82.0	72.5	34.8	31.4	27.4	25.6	19.7	25.0	76.9	649.9
1982	86.4	80.5	95.8	82.5	75.0	35.8	32.5	27.5	26.9	19.8	25.1	78.4	666.2
1983	83.4	77.5	92.6	78.2	72.3	35.2	34.4	30.2	26.7	20.7	26.5	80.5	658.4
1984	90.5	79.3	91.3	83.5	75.1	34.4	31.5	27.3	25.2	19.7	25.4	76.2	659.5
1985	83.7	76.4	91.8	83.5	71.5	34.2	31.2	26.7	25.1	19.3	25.6	78.4	647.5
1986	85.3	80.3	97.7	83.6	76.5	36.5	32.2	26.5	26.2	19.9	25.2	79.0	668.9
1987	83.9	79.8	92.3	82.6	78.5	38.0	35.0	29.4	26.6	20.9	26.5	81.2	674.7
1988	88.2	80.9	94.8	86.1	76.8	36.9	33.8	29.1	27.0	21.0	27.0	80.9	682.3
1989	90.0	81.2	96.0	85.2	75.9	36.2	34.1	29.2	27.1	21.2	27.3	81.9	685.3
1990	91.4	82.9	97.6	91.0	75.0	37.4	34.1	30.3	27.9	21.2	27.6	83.5	699.8
1991	94.1	86.2	100.0	93.5	83.8	40.2	35.8	30.2	28.4	22.8	29.0	77.2	721.1
1992	90.9	82.0	96.0	85.9	79.5	39.5	36.6	30.3	28.0	22.7	29.3	89.7	710.4
1993	97.8	85.8	98.8	90.8	79.5	36.4	33.3	30.5	29.4	23.1	28.6	79.9	713.9
1994	93.2	84.5	97.4	90.1	81.9	38.8	36.2	31.3	29.0	22.6	28.2	82.4	715.7
1995	92.3	82.6	100.1	92.9	84.2	41.1	35.5	31.5	29.8	23.2	29.5	89.6	732.3
1996	99.4	91.5	101.2	91.8	83.1	38.3	35.1	31.1	29.3	23.2	30.2	87.3	741.6
1997	99.8	83.8	111.8	96.0	91.8	42.9	39.4	31.7	30.8	23.8	29.9	86.7	768.3
1998	99.4	81.7	109.3	95.5	89.5	43.2	39.8	32.1	30.8	23.8	30.6	91.4	767.1
1999	99.6	89.5	107.0	96.7	86.4	41.7	38.1	33.7	31.3	24.5	31.6	93.6	773.7
2000	102.2	92.3	108.1	98.6	88.1	40.4	37.5	33.0	31.0	24.4	31.3	92.1	779.1
2001	103.0	95.1	106.1	92.7	80.7	35.4	37.2	33.1	31.0	24.5	31.2	92.8	762.8
2002	103.9	91.8	107.2	97.0	95.0	43.5	39.3	32.2	32.1	24.9	30.5	88.7	786.1
2003	99.2	94.5	114.6	101.2	89.4	42.5	41.3	34.6	30.3	25.3	31.7	94.8	799.4
2004	109.7	98.2	118.9	108.8	89.1	41.3	39.1	35.8	32.6	25.6	32.7	99.6	831.4
2005	108.9	97.0	109.2	105.4	85.4	43.4	39.9	34.5	30.7	24.3	31.9	96.4	807.2
2006	110.4	98.7	116.6	106.6	96.1	43.8	39.5	35.7	32.3	24.3	31.7	94.8	830.5
2007	104.6	100.6	110.8	93.1	93.3	42.7	40.8	33.5	31.4	24.2	32.0	93.8	800.8
2008	105.5	98.6	112.5	103.4	83.9	38.9	38.7	36.5	32.1	25.7	33.1	94.3	803.2
2009	106.8	99.3	116.7	110.3	96.9	41.5	40.4	34.5	31.6	25.6	31.5	95.1	830.1
2010	104.8	98.7	114.6	106.0	97.3	46.5	40.7	35.0	33.7	26.1	34.1	102.7	840.1
2011	106.2	101.8	119.8	107.6	88.3	45.5	42.4	35.0	32.9	26.8	34.1	101.6	842.2
2012	98.6	102.9	112.9	109.1	96.4	53.2	47.6	37.5	36.0	26.3	34.9	102.6	858.0
PROMEDIO	96.5	88.2	103.7	93.9	83.8	39.8	36.9	31.6	29.5	23.0	29.5	87.9	744.4

Anexo 2: Demanda hídrica histórica en la cuenca Lurín

En las siguientes tablas se presentan las demandas hídricas mensuales para el periodo histórico en la cuenca Lurín.

Tabla 46: Demanda hídrica mensual (MMC) en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 1980-2012

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1980	4.8	3.6	2.0	1.8	1.9	1.8	1.8	2.1	1.8	2.6	2.9	4.1	31.2
1981	4.5	3.6	1.9	1.9	1.9	1.7	1.8	2.0	1.7	2.6	2.9	4.0	30.6
1982	4.5	3.4	1.8	1.8	2.0	1.7	1.9	1.9	1.6	2.7	3.1	4.6	30.9
1983	5.2	3.9	2.1	2.0	1.8	1.7	1.9	2.0	1.8	2.7	2.8	4.1	32.0
1984	4.5	3.6	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	2.0	1.7	2.6	2.9	4.0	30.6
1985	4.5	3.4	1.8	1.8	2.0	1.7	1.9	1.9	1.6	2.7	3.1	4.6	30.9
1986	4.1	2.9	1.6	1.7	1.8	1.6	1.9	1.8	1.8	2.7	2.8	3.8	28.6
1987	4.8	3.6	2.0	1.8	1.9	1.8	1.8	2.1	1.8	2.6	2.9	4.1	31.2
1988	4.5	3.6	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	2.0	1.7	2.6	2.9	4.0	30.6
1989	4.5	3.4	1.8	1.8	2.0	1.7	1.9	1.9	1.6	2.7	3.1	4.6	30.9
1990	5.2	3.9	2.1	2.0	1.8	1.7	1.9	2.0	1.8	2.7	2.8	4.1	32.0
1991	4.9	3.8	1.7	2.0	1.9	1.7	1.8	1.9	1.7	2.6	2.9	4.3	31.3
1992	4.8	3.7	2.1	2.0	2.0	1.7	1.8	1.9	1.7	2.5	3.1	4.6	31.9
1993	4.9	3.2	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	1.9	1.7	2.5	2.9	4.1	30.1
1994	4.9	3.6	1.9	1.9	1.9	1.7	1.9	1.9	1.8	2.6	2.8	4.0	30.8
1995	4.9	3.5	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	2.1	1.8	2.5	3.0	4.3	31.5
1996	4.5	3.4	1.8	1.8	2.0	1.8	1.9	2.1	1.8	2.7	3.1	4.3	31.3
1997	4.5	3.6	2.1	2.0	2.1	1.9	2.1	2.2	1.9	2.8	3.2	4.3	32.8
1998	4.6	3.6	1.8	1.9	2.0	1.9	2.0	2.1	2.0	2.9	3.2	4.4	32.5
1999	4.9	3.4	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.3	2.0	2.9	3.2	4.2	32.8
2000	4.6	3.6	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	2.0	2.0	2.8	3.2	4.3	32.4
2001	3.9	3.1	1.6	1.9	2.0	1.9	2.1	2.2	1.8	2.8	2.8	4.2	30.3
2002	4.8	3.0	1.6	1.6	1.9	1.8	1.9	2.1	1.8	2.6	2.7	4.0	30.0
2003	4.4	3.2	1.7	1.9	2.0	1.9	2.0	2.2	1.9	2.8	3.2	3.5	30.7
2004	4.7	3.1	1.8	1.9	2.1	2.0	2.0	2.1	1.8	2.7	2.9	3.5	30.6
2005	4.4	3.2	1.7	1.9	2.1	2.0	2.1	2.2	1.9	2.8	3.1	3.6	31.0
2006	4.4	2.9	1.6	1.7	2.0	1.9	2.1	2.1	1.9	2.8	2.9	3.7	30.0
2007	4.4	3.3	1.6	1.6	2.0	1.9	2.0	2.1	2.0	2.7	3.1	3.9	30.6
2008	3.7	2.8	1.5	1.7	2.0	1.9	2.0	2.1	2.0	2.8	2.9	3.9	29.3
2009	4.4	2.9	1.6	1.7	2.0	1.9	2.1	2.1	1.9	2.8	2.9	3.7	30.0
2010	4.5	3.6	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9	2.0	1.7	2.6	2.9	4.0	30.6
2011	4.5	3.4	1.8	1.8	2.0	1.7	1.9	1.9	1.6	2.7	3.1	4.6	31.0
2012	5.2	3.9	2.1	2.0	1.8	1.7	1.9	2.0	1.8	2.7	2.8	4.1	32.1
PROMEDIO	4.6	3.4	1.8	1.8	2.0	1.8	1.9	2.0	1.8	2.7	3.0	4.1	31.0

Tabla 47: Demanda hídrica mensual (MMC) en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 1980-2012

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1980	3.9	4.2	4.2	3.9	3.1	2.4	2.5	2.8	3.1	3.8	3.9	3.8	41.7
1981	3.9	4.2	4.4	3.9	3.1	2.6	2.7	2.9	3.3	3.9	4.0	4.2	43.3
1982	4.2	4.3	4.4	4.0	3.2	2.6	2.7	2.9	3.4	4.0	4.0	4.0	43.7
1983	3.8	4.0	4.1	3.6	3.3	2.6	2.6	2.9	3.1	3.9	3.9	3.7	41.5
1984	4.0	4.2	4.3	4.0	3.3	2.6	2.7	2.9	3.3	4.2	4.0	3.9	43.4
1985	4.2	4.2	4.4	4.1	3.3	2.7	2.7	3.0	3.3	3.8	4.2	4.0	44.0
1986	4.2	4.3	4.4	3.9	3.3	2.7	2.8	3.0	3.4	4.1	4.0	3.9	43.9
1987	4.3	4.5	4.5	3.9	3.3	2.7	2.9	3.2	3.6	4.1	4.2	4.1	45.2
1988	4.5	4.4	4.5	4.2	3.4	2.9	2.9	3.1	3.4	4.2	4.3	4.1	45.8
1989	4.3	4.4	4.6	4.0	3.4	2.8	3.0	3.2	3.4	4.3	4.4	4.4	46.2
1990	4.4	4.7	4.7	4.2	3.4	2.8	2.9	3.2	3.7	4.4	4.3	4.2	46.9
1991	4.4	4.6	4.6	4.4	3.4	3.0	3.0	3.3	3.7	4.3	4.4	4.2	47.2
1992	4.5	4.7	5.1	4.4	3.7	3.0	3.0	3.3	3.8	4.4	4.7	4.5	49.2
1993	4.6	4.6	4.7	4.3	3.4	3.0	3.0	3.4	3.7	4.3	4.4	4.2	47.7
1994	4.5	4.6	4.7	4.4	3.5	3.1	3.2	3.4	4.0	4.5	4.4	4.3	48.6
1995	4.6	4.8	4.9	4.4	3.8	3.2	3.2	3.5	3.8	4.4	4.5	4.6	49.7
1996	4.6	4.7	4.9	4.4	3.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.6	4.6	4.5	49.9
1997	4.7	4.9	5.1	4.4	3.8	3.3	3.5	3.7	4.1	4.7	4.8	4.6	51.7
1998	4.6	4.8	5.1	4.6	3.8	3.3	3.4	3.6	4.1	4.7	4.7	4.6	51.3
1999	4.8	4.8	5.0	4.5	3.9	3.4	3.4	3.8	4.2	4.9	4.8	4.6	52.1
2000	4.7	5.0	5.2	4.8	4.1	3.3	3.3	3.6	4.2	4.9	5.0	4.7	52.8
2001	4.9	5.1	5.3	4.7	4.2	3.4	3.6	4.0	4.5	5.1	5.1	4.8	54.8
2002	5.0	4.9	5.0	4.7	4.2	3.7	3.8	4.0	4.4	5.1	5.1	4.8	54.6
2003	5.0	4.9	5.0	4.8	4.2	3.6	3.8	4.3	4.7	5.4	5.3	4.9	55.8
2004	5.0	5.1	5.2	4.8	4.2	3.7	3.9	4.3	4.5	5.3	5.3	5.0	56.2
2005	5.1	5.0	5.0	4.7	4.2	3.8	3.9	4.3	4.6	5.4	5.3	5.0	56.4
2006	5.0	5.0	5.2	4.8	4.2	3.8	3.9	4.4	4.8	5.5	5.4	5.1	56.9
2007	5.1	5.1	5.2	4.8	4.3	3.8	4.1	4.4	4.8	5.4	5.4	5.1	57.5
2008	5.1	5.1	5.1	4.8	4.3	3.9	4.0	4.2	4.6	5.2	5.3	4.9	56.6
2009	5.0	4.9	5.0	4.8	4.3	3.9	4.0	4.4	4.8	5.5	5.4	5.1	56.9
2010	5.1	5.2	5.3	5.0	4.3	3.8	4.1	4.5	4.9	5.4	5.2	5.1	57.7
2011	4.8	4.8	5.1	4.9	4.6	4.2	4.4	4.6	4.8	5.2	5.0	4.8	57.1
2012	4.8	4.8	5.2	5.0	4.7	4.3	4.4	4.7	4.9	5.3	5.1	4.9	58.0
PROMEDIO	4.6	4.7	4.8	4.4	3.8	3.2	3.3	3.6	4.0	4.7	4.7	4.5	50.4

Anexo 3: Demanda hídrica futura en la cuenca Chancay-Lambayeque por escenarios de cambio climático

En las siguientes tablas se presenta la demanda hídrica futura para los seis escenarios de cambio climático estudiados tanto para la zona alta y baja de la cuenca.

Tabla 48: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	7.0	7.7	7.3	5.2	5.1	4.8	4.6	4.5	4.1	4.1	5.6	7.4	67.2
2021	7.7	8.1	7.9	5.6	4.8	4.9	5.0	4.4	3.8	4.2	5.5	6.7	68.7
2022	7.8	7.7	8.3	5.2	4.9	4.8	4.8	4.5	4.1	3.9	5.3	7.2	68.5
2023	8.3	7.9	9.0	5.6	4.8	4.9	5.0	4.7	4.2	4.4	6.2	7.2	72.0
2024	7.5	7.8	8.4	5.8	5.4	5.2	5.3	5.0	4.4	4.6	6.2	8.0	73.6
2025	8.5	7.9	8.6	5.6	5.1	4.9	5.2	5.0	4.2	4.1	5.7	7.4	72.2
2026	8.5	7.7	7.8	5.6	5.3	5.0	5.2	4.8	4.2	4.7	5.6	7.5	71.9
2027	8.3	8.9	8.7	5.9	5.9	5.1	5.2	4.7	4.2	4.4	5.5	7.7	74.7
2028	8.5	8.7	9.2	5.8	5.3	5.1	5.3	4.9	4.0	4.2	5.8	7.6	74.4
2029	7.9	8.4	7.9	5.8	5.3	5.0	5.4	5.3	4.7	4.6	6.7	7.9	74.9
2030	8.4	7.1	9.2	5.8	5.5	5.3	5.7	5.2	4.4	4.9	6.5	8.4	76.3
2031	8.9	8.5	8.9	5.8	5.4	5.1	5.3	5.4	4.7	4.8	6.6	8.4	77.8
2032	10.5	10.1	9.6	6.0	5.9	5.5	5.5	5.7	4.8	5.1	6.4	8.6	83.6
2033	9.4	8.8	9.1	5.7	6.0	5.5	5.8	5.2	4.5	4.7	6.1	8.1	78.9
2034	8.4	8.6	9.0	6.1	5.7	5.3	5.7	5.3	4.8	4.7	6.5	8.0	78.3
2035	9.5	9.1	9.2	6.1	5.7	5.6	5.8	5.6	4.7	5.0	6.4	7.9	80.6
2036	9.5	9.5	11.0	6.9	5.7	5.9	6.0	5.7	4.9	5.1	7.3	9.0	86.6
2037	9.9	10.2	9.7	6.7	6.0	6.0	6.0	6.0	5.3	5.5	7.1	9.0	87.3
2038	9.3	9.3	10.3	6.9	6.1	6.1	6.5	5.8	5.3	5.4	7.4	9.3	87.5
2039	10.5	9.4	9.7	7.0	6.5	6.4	6.5	6.1	5.0	5.0	6.5	8.9	87.5
2040	10.5	11.1	10.4	6.4	6.2	5.8	6.2	6.0	5.4	5.2	7.3	9.7	90.3
2041	9.4	9.8	9.8	7.1	6.5	6.3	6.5	6.2	5.4	5.7	7.8	9.2	89.8
2042	11.6	11.1	11.6	7.0	7.0	6.8	6.7	6.1	5.2	5.6	7.7	9.8	96.3
2043	10.5	9.9	10.3	6.9	6.1	6.3	6.4	6.4	5.5	5.7	7.5	9.6	91.1
2044	10.3	9.6	10.0	7.0	6.0	6.3	6.4	6.2	5.4	5.3	7.3	9.5	89.3
2045	11.5	8.8	10.6	6.6	6.8	6.4	6.9	6.0	5.6	5.3	7.3	10.0	91.7
2046	11.1	11.1	11.6	7.4	6.3	5.9	6.8	6.7	5.9	5.7	7.3	9.8	95.7
2047	9.6	9.9	10.7	6.7	6.9	6.6	6.8	6.0	5.8	5.7	7.8	10.0	92.4
2048	10.7	10.2	10.3	7.6	6.6	6.6	7.3	6.4	5.5	5.8	8.1	9.8	94.8
2049	11.8	11.3	10.0	7.8	7.2	7.1	7.2	7.1	6.0	6.1	8.4	10.7	100.7
2050	11.7	11.2	11.4	7.3	7.0	6.1	6.8	6.7	6.3	6.3	8.5	10.4	99.8
PROMEDIO	9.5	9.2	9.5	6.3	5.9	5.7	5.9	5.6	4.9	5.0	6.8	8.7	83.0

Tabla 49: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	8.1	7.1	8.4	4.8	5.1	4.8	4.8	4.5	3.8	3.8	5.8	6.4	67.3
2021	7.0	6.5	7.8	5.3	5.5	4.8	4.8	4.2	3.7	3.9	5.5	6.3	65.4
2022	7.6	7.9	6.6	5.5	5.2	4.7	4.7	4.6	3.6	4.0	5.6	7.1	67.1
2023	9.6	8.1	8.8	5.5	5.3	4.7	5.0	4.6	4.0	4.3	5.7	6.8	72.5
2024	8.2	8.4	8.0	5.1	5.3	5.0	5.4	4.6	4.2	4.1	5.6	6.4	70.4
2025	7.8	7.4	8.5	5.6	5.5	5.2	5.0	4.5	3.9	4.0	5.9	7.4	70.6
2026	9.3	8.9	7.1	5.4	5.4	5.1	4.7	4.6	4.3	4.3	5.4	6.6	71.2
2027	8.6	9.1	6.9	6.6	6.0	5.3	5.2	4.9	4.2	4.2	6.4	7.3	74.9
2028	9.7	8.7	9.1	5.8	5.4	5.6	5.5	4.6	4.1	4.4	6.0	7.9	76.7
2029	7.3	8.8	8.5	6.1	5.1	5.2	5.4	4.9	4.2	4.6	6.9	8.5	75.6
2030	10.4	8.5	10.0	6.5	5.3	5.0	5.3	5.1	4.1	4.3	5.5	7.0	76.9
2031	9.1	8.1	8.3	6.3	5.4	5.3	5.5	5.1	4.3	4.5	6.9	8.5	77.2
2032	10.7	9.5	9.1	6.0	6.2	5.5	5.7	5.4	4.5	4.8	6.1	6.7	80.2
2033	8.6	10.0	10.0	6.7	6.4	5.6	5.8	5.2	4.1	4.5	6.6	8.4	81.9
2034	9.4	6.9	10.5	5.6	5.5	5.4	5.8	5.1	4.6	5.0	6.8	8.0	78.5
2035	7.5	8.7	9.4	5.7	5.2	5.2	5.8	5.4	4.7	4.5	6.7	8.6	77.3
2036	10.7	10.9	10.0	6.9	6.3	5.6	6.0	5.2	4.4	4.8	6.2	7.7	84.8
2037	9.3	8.8	10.0	5.7	5.8	6.0	6.2	5.4	4.5	4.6	7.0	9.5	82.8
2038	12.1	11.1	11.3	6.3	5.7	5.7	6.1	5.4	4.5	4.8	6.5	8.3	87.9
2039	9.5	9.6	10.1	6.9	6.3	5.9	6.2	5.7	5.2	5.4	6.8	8.6	86.2
2040	11.0	9.0	10.6	6.8	5.7	5.9	6.0	5.3	4.8	5.2	7.1	8.9	86.5
2041	9.3	9.5	7.8	6.3	6.4	5.4	6.3	5.5	5.2	4.8	6.7	8.9	82.1
2042	11.0	8.5	10.5	6.0	6.4	5.6	6.3	5.9	5.0	5.4	7.0	9.7	87.3
2043	11.7	11.2	9.3	6.5	6.7	6.3	6.4	5.9	5.3	5.3	7.4	8.4	90.2
2044	7.5	10.8	9.7	7.3	6.9	6.2	6.7	6.2	5.3	5.4	7.7	9.3	89.0
2045	11.8	9.2	11.1	6.8	6.5	6.2	6.7	5.8	4.9	5.3	6.8	9.0	90.0
2046	11.7	10.5	12.4	6.7	6.8	6.6	6.6	5.7	5.8	5.5	7.4	9.5	95.2
2047	11.6	11.4	11.1	6.9	6.7	6.6	7.2	6.4	5.5	5.4	7.9	9.4	96.1
2048	9.8	11.5	12.1	7.7	6.4	6.7	6.8	6.2	5.3	5.3	8.1	9.6	95.5
2049	10.0	11.0	8.7	6.8	6.6	6.4	6.9	6.5	5.5	5.8	8.4	9.7	92.2
2050	11.8	11.2	11.3	6.4	6.0	6.5	6.8	5.9	5.6	5.3	8.1	9.9	94.8
PROMEDIO	9.6	9.2	9.5	6.2	5.9	5.6	5.9	5.3	4.6	4.8	6.7	8.2	81.4

Tabla 50: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	7.1	7.9	7.8	5.4	5.0	4.9	5.1	4.3	3.9	4.0	5.6	7.4	68.4
2021	8.3	9.6	7.8	6.2	5.0	4.9	4.7	4.5	4.0	4.2	6.4	6.1	71.7
2022	8.2	7.7	9.0	5.2	5.2	5.1	5.0	4.3	4.3	3.9	5.7	7.3	70.8
2023	8.0	9.0	8.2	5.5	5.1	5.0	5.1	4.9	4.0	3.9	5.7	6.9	71.3
2024	8.8	7.7	8.8	6.2	5.2	5.0	5.1	4.7	4.1	4.2	5.4	6.6	71.8
2025	7.6	6.6	8.2	5.4	5.3	5.2	5.5	4.9	3.8	3.8	5.8	7.2	69.1
2026	9.6	6.8	8.3	5.5	5.0	5.3	5.1	4.8	4.0	4.1	5.7	7.4	71.4
2027	9.0	7.7	8.2	5.7	5.2	5.1	5.4	4.9	4.3	4.3	6.1	7.5	73.3
2028	7.7	7.8	9.3	5.6	5.8	5.4	5.5	4.8	4.7	4.0	6.7	6.8	74.1
2029	7.3	7.6	9.2	5.5	5.4	5.7	5.6	4.6	3.8	4.7	6.0	8.5	74.0
2030	10.1	8.5	9.1	6.5	5.9	5.3	5.8	5.1	4.3	4.1	6.6	7.3	78.7
2031	8.7	7.4	9.0	6.3	6.0	5.6	5.8	4.8	4.3	4.3	6.5	8.0	76.7
2032	8.6	8.1	9.9	6.1	5.5	5.6	5.7	5.3	4.8	5.2	6.7	8.5	80.1
2033	8.2	10.4	8.7	6.0	6.2	5.9	5.8	5.5	4.5	4.6	6.3	9.3	81.3
2034	9.4	8.6	7.8	7.0	5.9	6.3	6.3	5.1	4.6	4.7	5.8	8.6	80.1
2035	9.5	8.6	10.8	6.9	6.1	5.4	5.6	5.4	4.4	4.4	6.6	8.3	82.1
2036	9.9	8.6	10.3	7.2	6.3	5.6	5.8	5.3	4.7	4.9	6.2	8.0	82.8
2037	8.4	8.4	9.3	6.0	6.1	5.9	5.9	5.7	5.0	5.0	6.5	8.1	80.4
2038	9.0	7.8	11.3	7.2	6.6	6.1	6.2	5.4	4.7	4.4	7.8	8.3	84.9
2039	10.0	8.2	11.5	6.7	6.2	6.0	5.8	5.6	4.9	5.1	7.3	8.0	85.1
2040	9.8	9.6	9.6	6.9	6.3	6.4	5.9	6.0	5.0	5.0	6.8	9.4	86.7
2041	10.1	9.3	9.6	6.7	6.2	5.9	6.2	5.6	5.1	5.0	6.8	8.6	85.1
2042	10.6	9.4	9.9	7.6	6.3	6.6	6.4	5.7	5.1	5.8	7.6	8.9	89.8
2043	9.9	9.1	10.2	7.5	6.2	6.8	6.7	5.8	5.1	5.4	7.3	9.1	89.2
2044	10.5	10.1	11.0	8.3	6.8	6.4	6.4	5.8	5.1	5.6	6.9	8.4	91.1
2045	11.1	9.6	10.7	7.2	6.9	6.4	6.8	6.2	5.5	5.1	6.9	9.5	91.9
2046	9.7	11.7	12.6	7.5	6.8	6.6	6.7	5.8	5.2	6.0	6.8	8.7	94.4
2047	9.9	10.1	9.8	7.2	6.5	6.6	7.0	6.0	5.3	5.7	7.4	9.9	91.5
2048	11.4	10.5	11.4	7.4	6.7	6.4	6.4	6.2	5.4	5.0	8.0	7.5	92.2
2049	10.2	10.8	11.0	7.0	7.0	6.9	7.2	6.4	5.8	5.6	7.8	8.8	94.4
2050	10.6	9.9	10.9	8.0	7.1	7.0	6.9	6.6	5.6	5.9	8.4	9.4	96.4
PROMEDIO	9.3	8.8	9.7	6.6	6.0	5.8	5.9	5.4	4.7	4.8	6.6	8.1	81.6

Tabla 51: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	6.9	6.6	7.5	5.5	4.8	4.6	4.9	4.4	3.6	4.0	5.8	6.5	65.0
2021	8.1	7.3	7.8	5.6	5.1	4.8	4.7	4.6	4.4	3.9	5.9	7.0	69.2
2022	8.6	8.5	9.7	5.4	5.0	5.1	5.2	4.5	4.5	4.1	5.9	7.6	74.1
2023	8.5	8.3	8.1	5.6	5.1	5.0	5.4	4.7	4.3	4.6	6.0	7.1	72.8
2024	8.7	7.9	7.6	5.5	5.4	4.9	4.9	4.8	4.1	4.2	5.9	7.2	70.9
2025	8.1	8.1	8.3	5.6	5.2	4.8	5.1	4.5	4.1	4.4	6.1	8.0	72.3
2026	8.1	9.2	9.2	5.8	5.3	5.3	5.8	5.1	4.7	4.7	6.6	7.9	77.8
2027	9.1	7.8	8.3	6.1	5.8	5.0	5.5	5.4	4.4	4.6	6.5	7.8	76.3
2028	8.9	8.1	8.8	5.8	5.1	5.2	5.6	5.3	4.3	4.5	6.4	7.8	75.9
2029	9.5	7.9	8.1	5.7	5.2	5.1	5.3	5.1	4.6	4.9	6.3	7.9	75.7
2030	8.9	8.6	9.1	5.9	5.3	5.0	5.5	5.0	4.6	4.6	6.3	7.9	76.6
2031	9.3	7.8	8.7	5.7	5.8	5.3	5.8	5.2	4.2	4.3	6.0	7.9	76.1
2032	9.5	7.7	9.2	6.4	5.9	4.9	5.5	5.1	4.5	4.9	6.7	8.3	78.6
2033	9.6	8.7	9.7	6.8	5.9	5.6	5.5	5.3	4.8	4.8	6.6	8.4	81.7
2034	9.7	8.4	8.7	6.1	6.0	5.4	5.8	5.7	4.9	4.9	6.2	8.0	79.6
2035	9.2	8.9	9.3	6.5	5.6	5.4	5.7	5.7	5.2	5.1	7.0	8.7	82.5
2036	10.3	9.4	9.3	6.3	5.8	5.6	6.0	5.7	5.2	5.4	7.2	9.1	85.2
2037	10.3	9.2	9.8	6.6	6.3	6.2	6.8	6.2	5.7	5.9	7.4	9.3	89.6
2038	10.5	10.2	9.3	6.4	6.0	5.6	6.4	6.0	4.9	4.8	6.5	8.8	85.4
2039	9.3	9.1	10.1	6.9	6.1	5.9	5.9	5.9	5.1	5.1	7.0	8.2	84.8
2040	9.5	9.1	9.7	6.5	5.9	6.0	6.4	5.9	5.2	5.1	7.4	8.4	85.1
2041	10.0	10.4	9.6	6.5	6.5	5.9	6.6	6.1	5.6	5.5	7.4	9.3	89.5
2042	10.9	10.2	10.6	6.5	6.5	6.2	6.9	6.3	4.9	5.3	7.1	8.5	89.8
2043	10.3	9.5	9.5	6.6	6.6	5.8	6.6	5.7	4.9	5.5	7.7	9.5	88.3
2044	9.8	9.6	10.3	7.3	6.4	6.0	7.0	6.1	5.6	5.2	7.3	9.5	90.1
2045	9.7	10.0	10.6	6.9	6.6	6.4	6.2	6.3	5.6	5.8	7.8	10.2	91.9
2046	11.4	10.2	10.2	7.2	6.7	6.4	6.5	6.7	6.0	6.1	8.1	10.1	95.6
2047	10.8	9.9	11.3	7.5	7.0	7.0	7.1	6.5	6.2	5.9	8.3	10.4	97.9
2048	11.6	11.6	10.9	7.2	6.9	6.4	7.2	6.3	5.8	6.2	8.1	9.7	97.8
2049	10.9	11.4	11.7	7.8	7.1	6.9	7.4	6.7	6.2	6.4	8.7	10.3	101.4
2050	11.9	9.8	11.3	7.5	7.2	6.6	7.2	6.7	6.2	6.1	8.3	10.5	99.4
PROMEDIO	9.6	9.0	9.4	6.4	5.9	5.6	6.0	5.6	5.0	5.1	6.9	8.6	83.1

Tabla 52: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	7.7	7.5	8.1	5.0	4.6	4.4	4.7	4.3	3.7	3.8	5.5	6.1	65.2
2021	7.3	6.8	8.0	5.4	5.4	4.9	5.0	4.4	4.0	3.9	5.3	6.4	66.9
2022	6.5	7.9	6.9	6.2	4.9	5.1	4.8	4.4	3.7	4.0	6.1	7.0	67.4
2023	9.0	8.7	8.3	5.1	5.4	4.8	5.0	4.4	4.0	4.2	5.6	7.4	71.8
2024	7.6	7.5	8.6	5.6	5.4	5.2	5.4	5.0	4.2	4.4	6.0	7.8	72.5
2025	8.4	8.2	8.8	5.7	5.6	4.8	5.0	4.8	4.0	4.1	5.8	7.9	73.0
2026	8.9	8.5	9.0	5.7	5.1	4.7	5.3	4.8	3.9	4.4	6.2	8.0	74.3
2027	8.7	8.3	8.9	5.9	5.7	5.1	5.7	5.0	4.1	4.1	6.2	7.8	75.7
2028	8.7	8.8	9.5	5.3	5.3	5.1	5.6	5.0	4.2	4.4	5.8	7.9	75.5
2029	8.7	9.3	11.0	5.7	4.8	5.2	5.6	5.2	4.4	4.3	5.8	8.2	78.1
2030	9.1	9.0	9.8	5.7	5.5	5.3	5.5	5.0	4.4	4.5	6.7	8.9	79.3
2031	8.9	7.8	9.0	5.9	5.5	5.0	5.5	5.0	4.0	4.8	5.9	6.9	74.2
2032	10.1	6.4	9.7	6.3	5.9	5.4	5.6	5.1	4.5	4.6	6.7	7.8	78.3
2033	10.4	8.8	7.5	5.9	5.4	5.3	5.6	5.1	4.5	4.9	7.1	7.2	77.8
2034	10.8	9.6	9.7	5.7	6.0	5.5	5.6	5.2	4.5	4.4	6.9	8.3	82.1
2035	9.6	9.6	8.3	7.3	5.5	5.4	5.6	5.3	4.4	4.6	6.6	7.8	80.0
2036	9.1	8.1	10.0	6.1	5.9	6.0	6.0	5.3	4.5	4.6	6.9	9.3	81.8
2037	10.1	7.8	10.2	6.5	6.3	5.8	6.0	5.5	4.8	5.1	6.5	8.8	83.5
2038	11.0	8.9	10.0	6.1	6.5	6.3	6.0	5.6	4.6	4.9	6.6	7.3	83.7
2039	10.7	9.3	10.7	6.3	6.4	5.6	6.2	5.7	5.1	5.3	7.1	9.9	88.3
2040	11.5	8.8	9.1	6.7	6.4	5.7	6.5	5.5	4.6	5.2	6.6	8.7	85.3
2041	9.1	9.4	8.8	6.7	6.3	6.4	6.3	5.8	4.7	5.3	5.9	9.8	84.7
2042	8.5	11.2	9.7	7.9	6.4	5.9	6.4	6.1	5.0	5.3	7.5	11.3	91.2
2043	10.4	11.4	9.0	7.8	6.3	6.0	6.5	6.1	5.1	5.0	7.4	9.1	90.0
2044	10.5	11.7	9.0	7.1	6.4	6.2	6.5	5.9	5.5	5.1	7.5	9.8	91.4
2045	11.0	11.7	10.2	7.1	6.6	7.0	6.8	6.2	5.3	5.6	8.1	9.9	95.5
2046	10.9	12.0	11.0	7.6	6.5	6.1	6.7	6.3	5.6	5.4	8.2	7.9	94.1
2047	10.3	9.3	10.2	6.8	5.8	6.6	6.8	6.4	5.3	5.6	7.7	10.1	91.1
2048	10.0	10.4	10.9	7.3	6.9	6.5	6.8	6.1	5.4	5.3	7.6	10.5	93.8
2049	10.8	11.4	10.6	7.5	6.9	6.9	6.8	6.3	5.2	5.3	8.0	10.3	95.9
2050	11.5	11.1	11.6	7.5	7.5	6.9	7.3	6.6	6.0	5.8	7.9	10.4	100.1
PROMEDIO	9.5	9.2	9.4	6.4	5.9	5.6	5.9	5.4	4.6	4.8	6.7	8.5	82.0

Tabla 53: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	7.9	6.5	7.5	5.2	4.8	4.6	4.8	4.3	3.6	3.7	5.6	8.0	66.6
2021	8.4	8.0	7.8	4.8	5.2	4.6	4.7	4.1	3.9	3.5	5.0	6.3	66.3
2022	7.5	7.5	8.3	5.5	5.0	4.9	5.1	4.7	4.1	4.1	5.0	7.0	68.6
2023	7.3	9.0	10.5	5.3	5.1	5.4	5.0	4.4	4.2	3.8	5.3	6.3	71.5
2024	7.8	7.4	7.1	5.6	5.3	5.2	5.2	4.7	3.9	3.5	5.4	6.8	68.0
2025	7.9	8.7	8.8	5.5	5.7	5.3	5.2	4.4	3.8	4.0	5.7	7.2	72.1
2026	8.9	7.5	9.1	5.4	5.0	5.1	5.5	5.0	4.0	4.1	5.9	9.2	74.9
2027	9.5	7.9	8.1	5.6	5.1	5.4	5.5	5.1	4.3	4.0	6.3	7.5	74.3
2028	7.9	8.7	8.4	5.9	5.7	5.7	5.3	4.7	4.1	4.0	5.5	6.8	72.7
2029	8.2	8.2	8.2	5.9	5.5	5.6	5.8	5.1	4.7	4.6	5.9	8.1	75.9
2030	8.3	7.6	9.9	5.7	5.9	5.8	5.8	5.3	4.2	4.3	6.9	7.4	77.0
2031	9.2	8.2	9.6	6.5	6.3	5.4	5.6	5.4	4.2	4.3	6.9	8.4	80.0
2032	8.4	6.8	8.7	5.9	5.6	5.6	5.4	4.8	4.3	4.2	5.6	7.7	73.0
2033	7.7	8.2	9.7	5.9	5.7	5.7	5.6	5.4	4.6	4.7	6.9	9.0	79.1
2034	9.5	8.9	10.5	6.4	6.3	6.1	6.0	5.5	4.4	4.4	7.6	9.9	85.6
2035	9.5	8.5	9.5	6.6	5.8	6.2	5.9	6.0	4.6	4.5	7.2	9.0	83.3
2036	9.7	10.5	10.5	6.5	6.1	6.1	5.8	5.6	4.8	5.1	5.8	7.7	84.2
2037	8.4	8.8	9.8	6.9	6.3	6.0	6.1	5.4	4.5	4.9	7.0	9.0	83.1
2038	10.1	9.8	9.0	6.2	5.9	5.7	6.5	5.8	4.7	4.8	6.9	10.2	85.6
2039	10.0	9.0	10.1	6.8	6.4	6.3	6.4	5.8	5.3	5.0	7.0	9.3	87.3
2040	8.2	9.9	8.9	6.5	6.3	5.5	6.0	5.6	4.9	5.4	7.7	8.4	83.4
2041	9.8	10.2	9.6	7.3	6.2	6.6	6.6	5.7	5.3	5.4	7.1	8.7	88.4
2042	11.3	8.5	10.3	7.0	6.3	6.4	6.5	5.8	5.4	5.5	6.6	8.9	88.5
2043	9.5	8.6	10.3	6.5	6.3	6.1	6.3	5.9	5.3	5.5	6.8	7.7	84.7
2044	9.0	9.3	12.1	6.7	5.9	6.9	6.7	5.6	4.8	5.7	6.7	9.4	88.8
2045	8.0	8.9	9.7	7.0	6.3	6.6	6.4	5.7	5.5	5.2	7.4	9.0	85.8
2046	9.1	10.0	9.7	6.7	6.8	6.6	7.2	6.6	5.4	5.2	7.4	10.1	90.9
2047	10.0	8.8	9.8	6.8	6.9	6.6	6.8	6.5	5.4	5.7	7.7	9.7	90.5
2048	11.3	13.1	10.1	7.6	7.0	6.6	6.7	6.2	5.2	5.6	7.3	8.7	95.3
2049	11.3	9.2	10.5	7.4	7.0	6.9	6.8	6.5	6.0	5.6	7.5	9.5	94.1
2050	10.9	9.2	11.4	6.7	7.0	6.4	7.1	6.7	5.7	5.3	7.2	9.8	93.5
PROMEDIO	9.0	8.8	9.5	6.3	6.0	5.9	5.9	5.4	4.7	4.7	6.5	8.4	81.1

Tabla 54: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	130.0	119.8	134.8	125.0	113.9	54.6	51.3	44.6	40.5	33.5	41.5	119.3	1009.0
2021	134.1	125.0	139.0	128.9	116.7	56.1	52.5	46.2	42.7	33.8	42.1	125.5	1042.6
2022	142.4	132.7	147.0	131.6	120.1	57.4	54.1	46.8	43.6	34.2	43.0	127.4	1080.4
2023	140.8	131.0	141.5	130.1	120.3	57.8	54.4	47.6	43.5	35.4	43.4	127.0	1072.7
2024	143.1	129.9	139.2	130.4	119.6	56.2	52.7	47.1	42.4	34.5	42.9	123.5	1061.5
2025	138.9	128.8	142.1	129.7	118.9	56.8	53.6	47.1	43.4	35.8	43.8	130.2	1069.0
2026	141.6	137.0	145.9	135.6	123.9	59.2	55.7	48.4	44.7	36.3	44.8	132.9	1106.1
2027	146.8	134.8	146.0	138.1	126.0	58.4	54.7	49.1	43.9	36.1	43.8	128.9	1106.7
2028	142.3	131.5	144.4	133.0	121.3	58.8	55.3	49.0	44.2	36.0	44.3	132.2	1092.4
2029	147.9	134.1	146.7	138.1	125.2	59.8	55.8	49.3	45.3	37.5	44.6	134.7	1119.2
2030	148.9	138.5	150.8	139.3	128.7	59.9	56.3	49.2	44.6	36.9	44.6	135.2	1133.0
2031	151.9	136.9	151.4	139.8	128.8	59.5	56.2	48.6	44.1	35.8	44.1	132.5	1129.5
2032	146.1	132.2	147.6	136.2	123.8	58.8	55.6	49.0	44.9	37.0	45.4	136.7	1113.3
2033	153.6	139.5	155.5	146.7	133.0	61.5	57.1	50.5	46.0	37.6	45.9	137.8	1164.6
2034	152.0	140.1	151.6	140.8	129.4	59.8	56.2	50.1	45.5	37.5	44.4	134.4	1142.0
2035	149.3	139.2	151.6	142.0	129.3	61.0	57.4	51.1	46.9	38.0	46.2	140.4	1152.2
2036	155.0	142.2	154.3	143.0	131.6	60.8	58.1	52.1	47.7	38.8	47.1	143.0	1173.5
2037	158.3	146.8	164.3	150.3	138.8	64.6	60.0	53.8	49.1	40.3	48.7	147.5	1222.6
2038	163.9	151.4	158.6	149.5	136.3	63.3	60.0	52.5	46.8	38.3	46.1	139.4	1206.1
2039	154.0	143.6	158.9	145.2	133.7	62.3	57.9	51.9	47.4	38.7	47.2	138.6	1179.4
2040	156.5	145.4	161.3	150.5	137.0	63.4	59.2	52.7	47.9	39.4	48.2	146.3	1207.9
2041	161.5	152.6	164.2	152.0	139.7	63.9	60.9	54.4	49.9	40.6	48.8	149.6	1238.0
2042	168.6	153.9	166.6	153.2	142.0	64.2	60.5	52.5	47.2	39.2	47.6	141.3	1236.9
2043	160.4	146.5	159.1	148.4	137.6	63.3	59.6	53.4	48.3	40.2	49.4	150.6	1216.9
2044	164.2	152.2	165.7	153.8	141.5	64.3	60.1	53.1	48.3	39.4	47.9	145.7	1236.0
2045	160.6	151.9	165.2	152.6	141.3	64.5	60.3	54.5	50.1	41.1	49.4	155.9	1247.4
2046	171.9	155.6	173.1	159.7	146.6	66.3	62.1	55.8	51.2	41.8	49.8	152.7	1286.7
2047	167.7	156.0	175.0	162.5	148.0	67.5	62.6	56.2	51.8	41.7	50.6	155.7	1295.3
2048	170.5	160.7	173.0	160.4	148.0	66.2	63.0	55.8	51.5	42.3	50.7	155.4	1297.4
2049	170.7	161.0	176.3	163.9	151.0	67.5	63.1	55.9	51.7	42.7	51.5	158.6	1313.9
2050	175.0	158.3	173.9	161.2	148.9	67.7	63.6	56.7	51.8	42.4	51.6	161.9	1313.0
PROMEDIO	153.8	142.2	155.6	144.2	132.3	61.5	57.7	51.1	46.7	38.2	46.4	140.0	1169.8

Tabla 55: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	130.7	120.6	134.1	120.9	112.4	53.3	50.6	44.2	40.3	32.6	40.4	117.7	997.7
2021	130.0	121.6	135.3	121.8	113.1	53.5	49.7	43.9	39.8	32.4	40.0	117.4	998.5
2022	131.0	123.8	133.6	124.7	113.5	54.9	51.3	45.4	41.0	33.5	40.9	120.0	1013.5
2023	137.3	124.9	137.4	126.2	115.0	54.7	51.7	45.2	41.4	34.2	41.4	120.4	1030.0
2024	134.2	124.8	138.5	126.9	116.8	56.3	52.5	45.9	42.0	34.6	41.5	123.4	1037.4
2025	136.3	126.4	139.6	128.6	118.1	56.0	52.2	45.5	41.9	34.4	42.0	125.0	1045.9
2026	138.9	128.9	138.4	129.2	117.4	57.2	52.6	47.4	43.2	34.8	42.5	125.2	1055.7
2027	141.7	132.9	140.4	133.6	120.7	56.3	53.2	46.7	42.7	34.1	42.4	124.5	1069.2
2028	141.6	129.8	143.2	130.4	119.5	57.4	53.6	47.8	42.8	35.6	43.1	130.7	1075.5
2029	141.8	136.9	148.1	135.3	121.4	57.2	53.7	47.2	43.3	35.6	44.0	131.0	1095.4
2030	144.7	132.1	146.0	133.9	119.2	56.9	54.2	48.1	43.8	36.3	43.1	130.1	1088.4
2031	147.6	136.3	148.0	137.6	122.9	58.1	54.1	47.4	43.4	35.8	43.6	130.2	1104.9
2032	147.7	135.7	147.3	135.0	125.5	58.3	55.4	49.3	43.8	36.3	43.9	129.3	1107.5
2033	147.1	140.0	152.0	138.7	124.3	58.4	54.6	48.6	43.7	36.1	44.4	133.3	1121.2
2034	146.8	132.8	150.2	135.8	124.8	59.9	56.3	49.7	45.2	37.6	45.4	136.4	1120.9
2035	148.9	142.1	154.4	140.5	126.7	59.7	56.4	49.0	45.2	36.8	44.6	135.7	1140.1
2036	151.3	143.3	153.3	141.0	127.3	59.5	55.8	49.4	44.7	37.0	44.8	134.8	1142.2
2037	152.0	139.7	154.1	139.9	128.3	60.3	56.3	49.5	44.8	37.3	45.5	139.3	1147.1
2038	156.8	146.6	157.4	141.7	129.3	61.3	57.9	51.1	46.2	37.6	46.2	140.7	1172.8
2039	156.6	146.4	158.9	146.4	132.8	61.4	57.7	50.7	46.9	38.2	45.4	137.3	1178.7
2040	155.9	141.4	158.8	145.9	130.1	60.6	56.6	50.6	46.0	38.1	46.1	139.3	1169.3
2041	152.7	143.6	154.8	145.6	135.5	61.5	58.5	51.4	46.9	38.7	46.4	143.2	1178.9
2042	159.7	145.9	159.8	145.2	133.2	60.6	57.8	51.4	47.1	38.7	46.2	142.4	1188.2
2043	160.0	147.6	159.9	146.4	136.5	63.5	59.0	52.1	48.0	39.2	47.1	143.4	1202.6
2044	156.9	149.8	165.3	151.8	137.3	62.0	58.6	52.5	47.9	38.9	47.4	144.3	1212.5
2045	161.9	146.5	162.6	147.8	134.5	62.0	59.1	51.5	47.4	39.0	46.7	143.0	1202.0
2046	162.7	151.5	167.8	151.0	139.9	64.3	59.6	53.6	49.2	40.2	48.3	148.6	1236.6
2047	167.3	156.9	166.7	156.0	141.3	64.3	60.7	53.6	48.4	39.8	47.8	145.8	1248.6
2048	161.2	152.6	168.2	154.7	140.0	64.0	59.9	53.3	49.4	40.6	49.4	150.6	1243.9
2049	166.5	157.3	165.7	156.7	143.4	64.7	60.0	53.8	48.8	40.8	49.8	151.1	1258.5
2050	167.5	155.6	169.1	153.7	141.6	64.8	61.3	54.1	49.5	40.7	49.7	154.5	1261.9
PROMEDIO	149.5	139.2	151.9	139.5	127.2	59.4	55.8	49.3	45.0	37.0	44.8	135.1	1133.7

Tabla 56: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 4.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	130.2	122.9	135.2	124.4	113.1	54.3	51.2	43.9	40.8	33.1	40.2	119.9	1009.2
2021	133.3	128.4	138.9	126.7	111.3	54.3	51.2	44.8	40.5	33.2	40.8	121.0	1024.5
2022	136.5	127.2	142.0	127.2	114.3	56.3	52.4	45.8	41.9	33.6	41.2	124.3	1042.7
2023	135.0	128.9	141.3	129.0	116.6	55.7	53.2	46.1	41.5	33.8	41.0	122.2	1044.3
2024	138.5	127.4	142.7	129.6	116.9	56.0	52.6	45.9	42.2	34.5	40.8	123.5	1050.6
2025	135.8	125.6	140.6	130.9	119.9	57.3	53.4	46.4	42.5	34.1	41.7	126.4	1054.7
2026	141.3	128.4	145.8	133.5	119.4	58.1	54.1	47.1	43.0	35.2	42.5	126.7	1075.2
2027	144.8	132.0	144.6	133.2	120.7	57.3	54.6	47.0	43.3	35.3	42.8	126.4	1082.0
2028	139.4	132.1	146.3	132.2	119.8	58.4	54.7	47.7	43.8	35.5	44.2	128.0	1082.1
2029	141.7	135.0	148.4	135.0	122.9	59.2	54.9	47.7	43.4	36.0	43.1	132.6	1099.7
2030	148.3	135.4	147.0	136.8	123.8	58.6	55.1	48.2	43.9	35.7	43.9	131.4	1108.0
2031	146.4	134.8	149.4	136.6	124.9	58.9	55.7	48.6	44.1	36.2	44.0	134.5	1114.1
2032	147.5	137.0	155.2	140.2	125.1	60.0	56.3	49.9	46.1	37.5	44.1	135.2	1134.1
2033	149.0	141.9	152.8	141.3	127.6	60.6	56.1	49.5	45.7	36.6	44.3	139.6	1144.9
2034	149.9	138.6	152.0	142.5	127.0	60.5	56.4	48.8	45.0	37.1	43.4	136.0	1137.1
2035	150.5	138.6	156.4	142.4	127.9	59.4	56.2	48.9	44.6	36.4	44.3	136.5	1142.2
2036	150.1	140.6	157.9	143.7	130.5	60.1	57.0	50.4	45.9	37.6	44.8	138.9	1157.4
2037	152.4	141.6	157.1	144.0	130.1	61.7	57.6	50.9	46.5	37.9	45.2	136.8	1161.9
2038	151.2	142.6	162.9	146.8	131.4	60.8	57.2	50.4	45.2	37.1	46.4	137.6	1169.4
2039	154.4	142.4	165.2	145.7	130.2	61.7	57.6	51.2	46.5	38.5	46.3	142.9	1182.6
2040	157.1	148.9	161.6	149.0	134.5	63.8	58.7	52.7	47.5	38.8	47.1	147.9	1207.6
2041	162.5	149.7	165.6	151.6	137.7	63.0	59.4	52.0	47.7	38.5	46.5	146.1	1220.4
2042	160.3	146.7	164.8	156.1	138.5	63.2	59.0	52.0	48.0	39.8	47.7	148.5	1224.7
2043	161.1	152.5	169.5	157.1	138.6	64.6	60.4	53.1	48.4	39.5	47.1	148.4	1240.4
2044	164.2	152.4	171.5	157.1	138.5	63.5	60.3	52.7	48.4	39.8	47.2	148.1	1243.8
2045	167.6	152.2	170.9	155.3	140.5	64.5	60.7	54.0	49.1	39.8	47.9	151.9	1254.4
2046	164.9	158.4	173.3	159.4	141.6	65.4	61.7	53.8	49.6	41.2	48.2	152.8	1270.2
2047	168.5	155.5	173.3	158.8	142.4	65.5	60.7	54.1	49.5	40.8	48.1	156.7	1273.8
2048	170.3	158.7	177.9	158.1	142.9	65.6	61.1	54.4	49.6	40.9	49.5	151.8	1280.7
2049	169.0	158.9	177.5	161.0	145.8	66.9	63.4	55.7	50.2	41.7	49.4	158.2	1297.8
2050	168.7	160.6	180.8	165.7	149.5	67.7	62.5	56.4	51.7	42.3	50.3	158.2	1314.7
PROMEDIO	151.3	141.2	157.0	143.6	129.2	60.7	56.9	50.0	45.7	37.4	45.0	138.4	1156.3

Tabla 57: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	131.2	124.7	135.9	125.1	115.1	55.8	51.9	45.7	41.8	33.6	41.1	124.1	1026.0
2021	134.1	126.5	137.4	126.0	113.8	54.9	51.4	45.4	41.2	33.8	41.4	122.1	1028.2
2022	136.8	128.0	141.8	129.0	118.1	56.0	52.1	45.8	42.2	34.0	41.7	124.0	1049.6
2023	137.3	127.8	141.6	128.4	116.4	56.7	53.1	46.8	42.7	35.3	43.0	125.0	1054.3
2024	138.8	131.4	143.6	133.4	123.9	58.2	53.9	47.1	43.5	35.4	43.3	129.3	1082.0
2025	142.9	132.9	143.8	131.6	120.8	56.9	53.8	47.1	42.3	34.5	42.4	127.3	1076.4
2026	139.5	131.8	142.5	131.9	121.2	57.4	54.5	47.8	44.1	36.3	43.3	131.4	1081.5
2027	146.6	140.0	150.5	140.1	129.0	60.2	55.1	47.6	43.3	35.8	43.0	131.2	1122.4
2028	143.4	133.9	146.6	132.1	120.3	57.5	53.7	47.3	42.7	34.9	42.7	127.6	1082.6
2029	140.0	132.5	142.1	131.7	121.1	58.0	54.6	49.4	44.9	36.3	44.9	132.7	1088.3
2030	143.2	134.9	153.5	139.0	130.2	60.4	57.0	49.4	45.3	37.3	45.4	135.9	1131.7
2031	150.8	139.2	150.1	139.3	128.1	61.1	57.4	50.9	46.8	38.0	46.8	142.2	1150.6
2032	160.7	149.3	160.1	146.7	135.4	63.6	58.7	52.3	47.0	38.0	45.8	139.8	1197.5
2033	152.8	140.7	153.0	140.2	129.0	59.8	55.7	48.7	44.9	36.7	44.5	133.9	1139.8
2034	146.1	137.0	151.2	138.8	126.8	60.0	56.5	50.2	46.0	37.5	45.5	135.8	1131.5
2035	151.4	140.5	156.2	142.3	129.7	61.0	56.8	50.3	46.4	38.1	46.2	136.7	1155.5
2036	151.8	143.4	159.6	145.6	129.6	61.1	57.6	51.4	47.2	38.7	47.9	145.3	1179.1
2037	159.9	150.0	163.0	151.4	137.2	63.2	59.2	52.8	48.3	39.6	47.3	142.8	1214.7
2038	155.0	144.3	160.9	148.6	134.4	62.7	59.1	52.5	48.5	39.5	47.9	146.3	1199.7
2039	162.7	147.7	161.1	152.7	139.8	64.2	59.6	52.6	47.8	38.6	46.6	144.3	1217.8
2040	158.7	151.0	159.9	148.3	135.9	62.5	59.5	53.3	48.9	39.6	48.2	148.3	1214.3
2041	159.6	150.4	165.3	154.8	143.1	66.1	62.0	55.1	50.4	41.1	50.1	155.4	1253.2
2042	173.5	162.5	177.6	159.2	148.0	67.5	61.7	53.8	48.9	40.7	49.3	150.3	1292.9
2043	162.3	148.7	163.1	151.2	139.6	64.4	60.5	54.2	50.0	40.7	48.5	150.3	1233.5
2044	165.3	152.1	165.1	154.0	139.7	64.7	61.0	54.6	49.8	40.1	49.3	152.9	1248.4
2045	172.0	157.2	173.6	156.7	145.9	65.0	61.5	54.1	50.3	40.5	49.0	152.9	1278.7
2046	168.7	158.1	173.0	157.6	142.7	64.7	62.1	56.2	50.9	41.4	49.4	154.4	1279.2
2047	164.8	158.4	170.7	158.4	147.3	67.4	62.3	55.9	51.3	41.8	50.9	159.9	1289.1
2048	174.8	162.7	176.4	168.0	154.2	69.3	64.8	57.6	51.5	42.2	51.1	159.6	1332.2
2049	180.3	165.8	174.7	166.0	153.5	69.3	63.7	57.2	51.9	42.7	51.9	159.8	1336.7
2050	176.3	160.4	178.9	165.5	152.6	68.0	64.3	58.1	53.6	43.5	52.6	163.9	1337.6
PROMEDIO	154.2	144.0	157.2	145.0	133.0	61.9	57.9	51.3	46.9	38.3	46.5	141.5	1177.6

Tabla 58: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	129.6	120.8	132.4	122.0	110.6	53.4	50.1	44.2	39.7	32.6	40.0	117.7	993.1
2021	131.2	121.8	135.3	124.1	115.4	55.3	51.8	45.6	41.4	33.1	40.5	120.8	1016.3
2022	133.6	126.8	138.1	128.4	113.7	56.1	51.7	44.6	40.7	33.7	41.7	120.8	1029.8
2023	135.4	127.2	137.3	125.5	115.5	55.4	51.4	45.2	41.5	34.1	41.7	124.6	1034.8
2024	137.1	127.8	141.1	129.9	116.8	56.1	52.2	46.1	42.1	34.2	41.6	124.3	1049.3
2025	135.6	125.9	139.1	127.5	116.8	56.0	52.1	46.4	41.9	34.5	42.0	127.6	1045.3
2026	139.4	128.9	144.4	129.3	119.8	56.4	53.2	46.6	42.9	35.2	43.3	129.4	1069.0
2027	142.0	132.9	143.1	131.1	119.8	56.1	53.0	46.4	42.8	34.7	42.7	125.9	1070.5
2028	138.9	131.4	144.5	131.0	118.5	57.4	53.7	47.2	42.7	35.6	42.4	127.0	1070.1
2029	142.7	134.6	149.1	134.3	121.1	57.7	53.9	47.5	43.6	34.9	42.6	128.7	1090.6
2030	142.8	134.1	148.3	132.6	121.8	57.4	53.8	47.8	43.7	35.7	43.6	131.0	1092.5
2031	143.2	133.4	145.6	133.4	123.2	58.1	54.7	48.8	43.9	36.5	44.3	131.3	1096.4
2032	151.8	137.6	152.7	139.6	127.7	59.7	55.1	49.0	44.3	36.4	44.1	133.7	1131.9
2033	150.3	136.2	146.5	138.0	125.9	58.4	54.9	49.3	44.6	36.8	45.1	132.7	1118.8
2034	150.4	139.5	148.7	134.9	125.8	58.5	54.7	49.0	44.3	36.1	44.1	132.4	1118.4
2035	147.7	138.3	149.8	143.7	126.7	59.5	56.6	49.7	45.2	37.4	45.6	138.4	1138.6
2036	154.2	141.0	158.6	142.4	130.0	61.4	56.8	50.3	45.3	37.2	45.3	138.0	1160.6
2037	151.8	139.3	158.0	142.9	130.6	60.9	56.3	50.3	45.8	38.3	45.5	138.9	1158.7
2038	155.7	142.6	156.2	143.5	132.4	61.6	57.7	51.4	46.5	38.0	45.7	139.0	1170.3
2039	158.8	145.2	162.3	145.9	133.0	60.9	56.9	50.6	45.9	37.6	46.1	142.0	1185.2
2040	156.8	142.0	154.0	144.3	130.7	60.6	57.5	51.2	45.9	38.3	46.0	141.8	1169.0
2041	153.5	147.4	159.7	148.2	135.7	63.0	59.6	52.4	47.3	39.1	46.8	148.1	1200.8
2042	159.5	152.2	163.9	154.3	134.8	62.1	58.3	51.7	47.6	38.4	47.2	149.1	1219.0
2043	158.4	150.5	160.7	151.9	135.5	62.4	58.7	52.6	47.5	38.7	47.2	144.8	1208.8
2044	163.3	153.1	162.1	148.9	138.0	63.0	58.2	52.6	48.3	39.3	47.8	148.3	1223.0
2045	163.5	154.2	165.8	152.1	140.4	65.0	59.8	53.0	48.0	39.8	48.3	148.7	1238.6
2046	163.0	154.1	165.8	152.8	138.4	63.5	60.2	54.1	49.5	40.6	50.0	148.3	1240.3
2047	167.3	155.1	168.9	157.0	140.3	65.1	60.9	54.3	48.3	40.2	48.5	151.0	1256.9
2048	162.3	154.8	168.1	155.3	141.2	64.4	60.6	53.7	48.8	40.5	48.1	152.0	1249.7
2049	165.4	156.3	166.8	157.3	142.5	64.4	60.7	53.4	49.2	40.4	49.1	154.0	1259.5
2050	170.1	158.3	174.8	159.7	147.8	67.1	61.7	55.5	50.4	41.1	48.9	154.2	1289.6
PROMEDIO	150.2	140.1	153.0	140.7	128.1	59.9	56.0	49.7	45.1	37.1	45.0	136.9	1141.8

Tabla 59: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 8.5 en la cuenca Chancay-Lambayeque Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	131.6	121.3	137.2	123.8	111.6	54.0	51.3	44.2	40.2	32.3	40.2	123.7	1011.4
2021	134.8	127.5	138.6	126.9	115.6	55.8	52.0	45.2	41.2	33.3	40.7	121.4	1033.0
2022	139.3	129.4	143.4	132.0	117.2	57.6	53.7	46.5	43.3	34.1	40.9	122.1	1059.6
2023	134.4	130.0	147.4	129.7	117.3	57.1	53.3	46.8	43.0	34.6	42.0	125.7	1061.4
2024	140.3	130.9	144.3	132.0	118.6	57.4	53.6	45.9	41.8	34.0	41.3	122.4	1062.4
2025	140.2	130.1	142.9	130.2	115.0	55.7	52.0	46.0	41.6	34.1	41.4	124.7	1053.9
2026	140.7	130.1	145.8	131.9	118.4	57.5	54.2	47.6	43.0	34.7	42.6	131.4	1077.7
2027	144.6	130.4	145.4	132.5	121.0	58.3	54.8	48.0	44.4	35.5	43.5	129.1	1087.6
2028	140.6	132.5	145.3	133.3	121.7	58.5	53.7	47.7	44.1	35.9	43.0	129.4	1085.7
2029	144.9	136.7	151.4	140.5	126.5	60.5	57.6	50.6	46.0	37.1	44.2	133.0	1128.9
2030	146.4	135.7	153.7	137.4	125.2	59.0	55.5	48.5	43.5	36.0	43.3	129.8	1114.0
2031	145.0	133.5	149.6	136.2	124.5	57.6	54.6	48.0	43.0	35.2	43.6	133.9	1104.8
2032	146.8	135.3	151.4	138.4	125.0	60.0	54.9	49.0	44.8	36.3	43.8	135.0	1120.4
2033	147.4	138.1	156.1	140.6	126.3	59.7	56.3	49.4	45.2	36.9	44.5	136.7	1137.3
2034	149.5	141.5	157.7	140.7	127.1	60.2	56.2	49.5	44.4	36.6	45.3	141.5	1150.1
2035	150.3	139.4	156.2	141.9	127.5	60.3	56.3	50.1	45.6	37.3	45.2	140.3	1150.5
2036	156.4	146.6	160.3	143.8	129.8	61.9	58.2	50.9	46.6	37.6	44.4	135.3	1171.8
2037	152.0	144.8	159.8	147.1	130.5	61.1	57.4	50.3	45.4	36.9	45.0	143.2	1173.5
2038	155.2	144.0	158.6	144.6	130.1	60.5	57.3	50.2	46.0	37.3	45.4	145.4	1174.8
2039	156.1	144.5	162.6	147.8	132.7	61.7	58.4	51.9	48.1	38.8	46.2	144.6	1193.4
2040	156.8	150.1	163.9	149.5	137.8	63.2	59.6	52.2	48.3	39.6	47.6	147.7	1216.3
2041	162.2	152.1	166.2	155.4	138.0	64.0	59.6	52.7	48.6	39.5	47.0	146.4	1231.9
2042	162.6	150.4	169.6	154.3	137.8	65.0	60.0	53.2	48.9	39.9	47.2	147.8	1236.8
2043	163.0	150.2	168.9	153.3	139.6	64.3	60.5	54.0	50.1	40.2	48.3	147.9	1240.3
2044	163.7	157.2	179.4	159.7	143.4	67.1	62.1	55.0	50.3	40.7	48.2	153.8	1280.5
2045	164.6	156.5	176.6	159.9	143.0	65.2	60.8	53.8	50.3	40.0	48.1	150.8	1269.7
2046	165.8	157.0	174.0	158.8	144.7	66.8	63.2	55.8	49.8	40.5	48.5	156.1	1280.9
2047	169.8	157.6	172.3	158.9	144.6	65.2	61.4	54.5	49.7	41.0	48.4	153.8	1277.1
2048	170.3	161.0	173.7	158.7	145.0	64.8	60.1	54.0	49.2	40.3	48.5	154.8	1280.5
2049	173.6	156.5	175.2	163.6	147.6	67.3	62.9	55.5	50.7	41.7	49.9	156.9	1301.5
2050	174.7	163.4	184.5	164.7	148.1	66.9	63.9	56.5	51.0	41.4	49.8	160.1	1325.0
PROMEDIO	152.4	142.4	158.5	144.1	130.0	61.1	57.3	50.4	46.1	37.4	45.1	139.5	1164.3

Anexo 4: Demanda hídrica futura en la cuenca Lurín por escenarios de cambio climático

En las siguientes tablas se presenta la demanda hídrica futura para los seis escenarios de cambio climático estudiados tanto para la zona alta y baja de la cuenca.

Tabla 60: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 4.5 en la cuenca Lurín
Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.6	3.9	2.0	1.9	1.8	1.7	1.9	2.0	1.9	2.9	3.3	4.8	33.4
2021	5.7	3.9	2.1	2.0	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	2.7	3.2	4.7	33.5
2022	5.5	4.1	2.2	2.1	2.1	1.9	1.9	1.9	1.7	2.4	3.0	4.5	33.1
2023	5.2	4.1	2.2	2.1	2.2	2.0	2.0	2.0	1.7	2.4	2.7	4.2	32.9
2024	5.2	4.0	2.1	2.2	2.3	2.0	2.0	2.2	1.8	2.5	2.7	3.9	32.9
2025	4.9	3.6	2.1	2.2	2.2	2.0	2.2	2.2	1.9	2.5	2.9	3.8	32.6
2026	4.5	3.3	1.9	2.0	2.1	2.0	2.3	2.4	1.9	3.0	3.2	4.3	33.0
2027	4.8	3.5	1.9	1.9	2.2	2.1	2.3	2.3	2.1	3.0	3.3	4.6	33.9
2028	4.8	3.4	1.9	1.8	2.0	1.9	2.1	2.2	2.0	3.0	3.5	4.8	33.4
2029	5.4	3.8	2.0	1.7	1.7	1.9	2.0	2.3	2.0	3.1	3.5	4.9	34.2
2030	5.7	4.2	2.1	1.9	2.1	1.8	1.9	2.1	2.0	3.0	3.4	5.0	35.2
2031	5.8	4.4	2.2	2.1	2.0	1.9	1.9	2.2	1.8	2.8	3.3	4.6	34.9
2032	5.8	4.3	2.3	2.2	2.2	2.0	2.0	2.0	1.7	2.6	3.2	4.8	35.1
2033	5.8	4.4	2.3	2.3	2.4	2.1	2.1	2.2	1.8	2.7	3.0	4.6	35.7
2034	5.6	4.1	2.3	2.4	2.3	2.2	2.3	2.3	2.0	2.7	2.9	4.3	35.5
2035	5.0	4.0	2.4	2.4	2.3	2.3	2.4	2.3	2.0	2.8	3.0	4.1	35.0
2036	4.8	3.6	2.1	2.1	2.4	2.3	2.2	2.4	2.2	3.1	3.1	4.3	34.7
2037	5.0	3.5	1.9	2.0	2.3	2.1	2.4	2.5	2.2	3.0	3.6	5.0	35.5
2038	5.3	3.8	1.9	1.9	2.1	2.1	2.3	2.5	2.1	3.2	3.7	5.0	36.1
2039	5.6	4.0	2.1	1.9	2.0	1.9	2.2	2.4	2.2	3.3	3.7	5.1	36.5
2040	5.9	4.2	2.2	2.1	2.0	1.9	2.1	2.2	2.1	3.2	3.4	5.0	36.3
2041	6.1	4.5	2.3	2.2	2.2	2.0	2.1	2.0	1.9	2.9	3.6	5.2	37.1
2042	6.2	4.6	2.5	2.3	2.3	2.1	2.1	2.1	1.8	2.9	3.4	5.1	37.5
2043	6.1	4.5	2.5	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	1.9	2.6	3.0	4.7	36.7
2044	5.8	4.4	2.4	2.4	2.6	2.3	2.4	2.5	2.1	2.9	3.2	4.6	37.4
2045	5.5	4.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.4	2.6	2.2	3.0	3.2	4.6	37.4
2046	5.1	3.9	2.2	2.3	2.5	2.3	2.6	2.7	2.3	3.1	3.5	4.8	37.3
2047	5.6	3.7	2.0	2.2	2.3	2.3	2.5	2.7	2.3	3.4	3.7	5.2	37.7
2048	5.4	3.8	2.0	2.0	2.1	2.1	2.4	2.4	2.3	3.5	3.9	5.2	37.1
2049	6.1	4.3	2.1	2.0	2.1	2.0	2.3	2.5	2.3	3.4	3.8	5.5	38.5
2050	6.2	4.5	2.4	2.2	2.1	2.0	2.1	2.3	2.1	3.3	3.9	5.6	38.6
PROMEDIO	5.5	4.0	2.2	2.1	2.2	2.1	2.2	2.3	2.0	2.9	3.3	4.7	35.4

Tabla 61: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 4.5 en la cuenca Lurín
Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.2	3.8	2.0	1.9	1.9	1.7	1.9	2.0	1.7	2.9	3.2	4.6	32.7
2021	5.4	3.8	2.0	1.9	1.9	1.8	1.6	1.8	1.6	2.7	3.1	4.5	32.0
2022	5.2	3.9	2.1	2.0	2.1	1.9	1.9	1.8	1.7	2.3	2.9	4.4	32.2
2023	5.1	3.9	2.1	2.0	2.1	1.9	2.0	2.0	1.6	2.3	2.6	3.9	31.5
2024	4.7	3.9	2.0	2.1	2.2	2.0	1.9	2.1	1.8	2.5	2.9	3.6	31.7
2025	4.8	3.5	2.0	2.1	2.2	1.9	2.2	2.2	1.9	2.5	2.9	3.8	32.0
2026	4.5	3.0	1.9	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2	1.9	2.8	3.1	4.2	32.0
2027	4.8	3.6	1.8	2.0	2.1	2.0	2.2	2.3	2.0	3.0	3.2	4.4	33.4
2028	4.8	3.5	1.9	1.7	2.0	1.9	2.1	2.3	2.0	3.1	3.4	4.9	33.6
2029	5.6	3.7	2.1	1.9	1.9	1.9	2.0	2.2	2.0	3.0	3.3	4.8	34.3
2030	5.4	4.0	2.0	1.9	2.0	1.7	1.7	2.1	2.0	3.0	3.3	5.0	34.0
2031	5.5	4.2	2.1	2.0	2.0	1.8	1.8	2.1	1.6	2.7	3.3	4.8	34.0
2032	5.6	4.3	2.2	2.1	2.1	1.9	2.0	1.9	1.6	2.6	3.1	4.7	34.2
2033	5.7	4.2	2.2	2.2	2.2	2.0	2.0	2.1	1.7	2.5	2.8	4.5	34.2
2034	5.7	4.1	2.3	2.2	2.3	2.1	2.2	2.2	1.9	2.7	2.9	4.1	34.6
2035	4.9	3.8	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.1	2.0	2.9	3.1	4.1	34.0
2036	4.7	3.4	2.1	2.0	2.3	2.2	2.2	2.4	2.1	3.0	3.1	4.5	33.9
2037	4.7	3.5	1.9	2.1	2.3	2.0	2.3	2.4	2.1	2.9	3.5	4.7	34.5
2038	5.2	3.7	1.9	1.9	2.0	2.0	2.2	2.4	2.1	3.3	3.5	4.9	35.1
2039	5.6	4.1	2.1	1.9	2.0	1.9	2.0	2.3	2.1	3.3	3.6	5.0	35.8
2040	5.7	4.1	2.2	2.2	2.1	1.8	2.1	2.2	2.0	3.1	3.3	5.0	35.7
2041	5.8	4.3	2.3	2.1	2.1	1.9	2.0	1.9	1.7	2.8	3.5	4.9	35.4
2042	6.1	4.3	2.4	2.3	2.3	2.1	2.1	2.0	1.9	2.7	3.3	5.0	36.6
2043	5.7	4.4	2.4	2.3	2.3	2.1	2.2	2.1	1.9	2.6	2.7	4.6	35.4
2044	5.7	4.2	2.3	2.3	2.4	2.3	2.3	2.4	2.0	2.9	2.8	4.2	35.8
2045	5.0	4.3	2.2	2.3	2.5	2.3	2.3	2.5	2.1	3.1	3.3	4.3	36.0
2046	4.9	3.5	2.2	2.3	2.4	2.2	2.5	2.4	2.2	3.0	3.5	4.6	35.7
2047	5.5	3.6	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.2	3.2	3.7	5.1	36.8
2048	5.5	4.0	2.0	1.8	2.0	2.1	2.4	2.3	2.3	3.5	3.7	4.9	36.5
2049	6.2	4.3	2.2	2.1	2.1	1.9	2.3	2.5	2.2	3.3	3.7	5.2	38.1
2050	6.2	4.4	2.3	2.1	2.1	2.0	1.9	2.1	2.1	3.2	3.7	5.5	37.7
PROMEDIO	5.3	3.9	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.2	1.9	2.9	3.2	4.6	34.5

Tabla 62: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 4.5 en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	4.8	3.5	1.9	1.7	1.8	1.6	1.8	1.6	1.6	2.6	3.1	4.5	30.6
2021	5.1	3.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.7	1.6	2.4	2.9	4.3	31.0
2022	5.1	3.7	2.0	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	2.3	2.6	4.1	30.9
2023	5.1	3.8	2.0	2.0	2.0	1.8	1.8	2.0	1.7	2.3	2.6	3.7	30.8
2024	4.8	3.7	2.1	2.0	2.1	1.8	1.9	2.0	1.6	2.5	2.8	3.7	31.1
2025	4.4	3.3	1.9	2.0	2.1	1.9	1.9	2.0	1.8	2.6	2.8	3.6	30.5
2026	3.6	2.9	1.7	1.9	2.0	2.1	2.1	2.1	1.9	2.6	3.1	4.0	30.1
2027	4.7	3.2	1.7	1.8	1.9	2.0	2.2	2.2	1.9	2.8	3.3	4.6	32.3
2028	5.1	3.7	2.0	1.8	1.8	1.8	2.0	2.3	2.0	2.9	3.3	4.6	33.3
2029	5.4	3.8	2.1	1.8	1.9	1.8	1.7	2.0	1.9	2.9	3.3	4.4	33.0
2030	5.4	4.0	2.0	2.0	2.0	1.6	1.8	2.0	1.9	2.9	3.3	4.7	33.5
2031	5.6	3.9	2.0	2.0	2.1	1.9	1.8	2.1	1.8	2.5	3.2	4.9	33.9
2032	5.6	4.0	2.1	2.1	2.1	1.9	2.0	1.9	1.7	2.6	3.0	4.4	33.3
2033	5.5	4.1	2.2	2.2	2.2	2.0	2.0	2.2	1.7	2.5	2.6	3.8	33.0
2034	4.8	3.8	2.2	2.1	2.2	2.1	2.2	2.2	2.0	2.7	2.8	4.1	33.3
2035	4.7	3.5	2.1	2.2	2.3	2.2	2.1	2.3	2.0	2.9	2.9	4.2	33.4
2036	4.4	3.4	1.8	2.0	2.2	2.1	2.2	2.3	1.9	2.7	3.0	3.9	31.8
2037	4.3	3.2	1.8	1.7	1.9	1.9	2.1	2.1	1.8	2.9	3.0	4.2	30.7
2038	4.7	3.7	1.7	1.6	1.8	1.8	2.0	2.3	2.0	3.0	3.3	4.6	32.5
2039	5.7	4.0	1.9	1.9	2.0	1.7	2.0	2.2	2.0	3.2	3.6	5.1	35.4
2040	5.6	4.0	2.2	2.2	1.9	1.9	2.0	2.3	2.2	3.1	3.5	5.2	36.1
2041	5.9	4.0	2.1	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0	1.9	3.0	3.6	5.1	35.4
2042	5.8	4.4	2.3	2.1	2.2	2.1	1.8	1.7	1.5	2.6	3.0	4.8	34.4
2043	5.9	4.4	2.4	2.2	2.4	2.3	2.3	2.3	2.0	2.8	3.1	5.1	37.0
2044	6.0	4.7	2.4	2.4	2.5	2.3	2.3	2.3	2.0	2.9	3.2	4.4	37.5
2045	5.3	4.4	2.3	2.3	2.4	2.4	2.3	2.4	2.3	3.0	3.3	4.2	36.5
2046	5.1	3.8	2.2	2.4	2.5	2.3	2.5	2.5	2.2	3.2	3.5	5.0	37.2
2047	5.9	4.0	2.0	2.1	2.3	2.3	2.4	2.6	2.4	3.3	3.6	5.1	37.9
2048	5.7	3.8	2.1	2.1	2.2	2.3	2.5	2.6	2.4	3.5	3.8	5.2	38.4
2049	6.3	4.5	2.4	2.0	2.1	2.0	2.3	2.5	2.3	3.5	3.8	5.2	38.8
2050	6.2	4.8	2.4	2.1	2.0	2.0	2.0	2.3	2.1	3.4	3.8	5.4	38.7
PROMEDIO	5.2	3.9	2.1	2.0	2.1	2.0	2.1	2.2	1.9	2.9	3.2	4.5	33.9

Tabla 63: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 8.5 en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.3	3.8	2.0	1.9	1.7	1.7	1.9	1.9	1.9	2.9	3.2	4.7	32.9
2021	5.6	4.0	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.9	1.8	2.8	3.2	4.7	33.5
2022	5.4	4.1	2.1	2.1	2.1	1.9	1.9	1.9	1.7	2.4	3.1	4.5	33.1
2023	5.3	4.2	2.3	2.1	2.2	2.0	2.0	2.0	1.7	2.4	2.7	4.0	33.0
2024	5.2	4.1	2.1	2.2	2.3	2.1	2.0	2.2	1.8	2.5	2.6	3.8	32.8
2025	4.8	3.7	2.1	2.2	2.3	1.9	2.3	2.3	2.0	2.7	3.0	4.0	33.2
2026	4.6	3.3	2.0	2.1	2.1	2.1	2.4	2.4	2.0	3.0	3.2	4.1	33.4
2027	4.7	3.4	1.9	2.0	2.2	2.2	2.3	2.3	2.2	3.1	3.3	4.5	34.0
2028	4.9	3.5	1.9	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.1	3.1	3.4	4.9	33.9
2029	5.6	3.9	2.1	1.9	1.9	1.9	2.1	2.3	2.1	3.1	3.6	5.2	35.6
2030	5.7	4.1	2.2	2.0	2.1	1.7	1.9	2.1	2.0	3.1	3.5	5.2	35.5
2031	5.9	4.2	2.2	2.1	2.0	1.8	1.9	2.2	1.7	2.9	3.4	5.0	35.4
2032	6.1	4.4	2.4	2.2	2.3	2.0	2.1	2.1	1.8	2.7	3.3	4.8	36.2
2033	5.9	4.5	2.3	2.4	2.3	2.1	2.2	2.1	1.7	2.7	2.8	4.5	35.6
2034	5.7	4.1	2.4	2.4	2.3	2.2	2.3	2.2	2.0	2.8	3.0	4.1	35.4
2035	5.1	4.1	2.3	2.4	2.3	2.4	2.4	2.3	2.1	3.0	3.1	4.2	35.7
2036	5.1	3.7	2.2	2.1	2.4	2.3	2.2	2.6	2.2	3.1	3.2	4.6	35.8
2037	5.0	3.5	1.9	2.1	2.4	2.1	2.4	2.6	2.3	3.0	3.6	5.0	35.9
2038	5.5	3.9	2.0	2.0	2.2	2.1	2.4	2.6	2.2	3.4	3.7	5.3	37.3
2039	5.7	4.0	2.0	1.9	2.1	2.0	2.3	2.5	2.3	3.4	3.9	5.3	37.3
2040	6.1	4.4	2.2	2.1	2.0	1.8	2.0	2.3	2.2	3.2	3.4	5.3	36.9
2041	6.4	4.6	2.4	2.3	2.1	1.9	2.1	2.0	1.9	3.1	3.6	5.2	37.6
2042	6.4	4.6	2.5	2.4	2.4	2.2	2.1	2.0	1.8	3.0	3.3	5.2	37.9
2043	6.2	4.8	2.6	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	2.1	2.7	3.2	5.0	38.6
2044	6.0	4.6	2.6	2.4	2.7	2.4	2.4	2.5	2.1	2.8	3.1	4.5	38.1
2045	5.3	4.3	2.3	2.4	2.6	2.5	2.3	2.5	2.2	3.0	3.2	4.3	36.8
2046	4.8	3.8	2.2	2.3	2.5	2.3	2.6	2.7	2.3	3.2	3.6	4.7	36.8
2047	5.8	3.9	2.0	2.1	2.3	2.4	2.6	2.8	2.3	3.6	3.9	5.3	38.9
2048	5.7	4.2	2.0	2.1	2.3	2.2	2.6	2.6	2.5	3.6	4.0	5.2	39.0
2049	6.3	4.3	2.2	2.0	2.0	2.0	2.2	2.6	2.3	3.6	3.9	5.6	39.0
2050	6.3	4.6	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.2	2.2	3.4	3.9	5.8	39.1
PROMEDIO	5.6	4.1	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2	2.3	2.0	3.0	3.4	4.8	35.9

Tabla 64: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 8.5 en la cuenca Lurín
Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.3	3.7	2.0	1.8	1.8	1.7	1.8	1.9	1.7	2.7	3.2	4.5	32.1
2021	5.6	3.8	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	2.7	3.2	4.5	32.8
2022	5.4	4.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7	2.3	3.0	4.4	32.4
2023	5.2	4.0	2.1	2.0	2.1	1.9	2.0	2.1	1.8	2.5	2.8	4.2	32.7
2024	5.4	4.0	2.0	2.1	2.2	2.0	1.9	2.1	1.7	2.4	2.6	3.7	32.3
2025	4.5	3.5	2.0	2.0	2.2	1.9	2.1	2.2	1.8	2.6	2.8	3.9	31.6
2026	4.3	3.2	2.0	2.1	2.0	2.1	2.2	2.3	1.9	3.0	3.2	4.3	32.6
2027	5.0	3.7	1.9	2.0	2.2	2.1	2.2	2.3	2.0	2.9	3.3	4.4	33.8
2028	4.7	3.4	1.9	1.6	2.0	2.0	2.1	2.3	2.1	3.1	3.5	4.7	33.2
2029	5.3	3.9	2.1	1.9	1.9	1.8	1.9	2.2	2.0	3.0	3.4	4.8	34.2
2030	5.5	4.0	2.0	1.9	1.9	1.6	1.7	2.0	2.0	3.0	3.3	5.0	34.1
2031	5.7	4.2	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	2.2	1.8	2.8	3.3	4.8	34.7
2032	5.7	4.2	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.6	2.5	3.1	4.8	34.2
2033	5.7	4.3	2.2	2.2	2.3	2.1	2.1	2.1	1.9	2.7	2.6	4.7	34.9
2034	5.6	3.7	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	1.9	2.6	2.9	3.6	33.7
2035	4.9	3.8	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.3	2.0	2.8	3.0	4.1	34.1
2036	5.1	3.7	2.2	2.1	2.3	2.2	2.2	2.4	2.1	3.0	3.1	4.4	34.8
2037	5.0	3.5	1.8	2.0	2.3	2.0	2.3	2.4	2.2	3.0	3.4	4.6	34.5
2038	5.2	3.7	1.8	1.9	2.1	2.0	2.3	2.4	2.1	3.2	3.6	4.9	35.3
2039	5.8	4.1	2.0	1.8	2.1	1.8	2.0	2.4	2.2	3.1	3.8	5.0	36.1
2040	5.9	4.4	2.1	2.1	2.1	1.8	2.1	2.3	2.1	3.2	3.5	5.1	36.7
2041	6.1	4.4	2.4	2.2	2.2	2.0	2.1	2.0	1.8	3.0	3.5	5.2	36.9
2042	6.1	4.6	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	2.1	1.8	2.9	3.1	4.7	36.9
2043	5.9	4.4	2.4	2.3	2.3	2.1	2.2	2.1	1.9	2.5	2.9	4.7	36.0
2044	5.7	4.3	2.4	2.4	2.5	2.2	2.4	2.4	2.0	3.0	3.3	4.3	36.9
2045	5.1	4.4	2.3	2.4	2.5	2.4	2.3	2.5	2.2	3.0	3.2	4.2	36.5
2046	4.5	3.5	2.1	2.4	2.4	2.2	2.5	2.7	2.2	3.2	3.5	4.6	35.8
2047	5.4	3.7	1.9	2.1	2.1	2.3	2.4	2.7	2.2	3.4	3.8	5.2	37.1
2048	5.4	4.2	2.1	2.0	2.1	2.2	2.4	2.4	2.3	3.5	3.8	5.0	37.4
2049	6.1	4.3	2.2	2.0	1.9	2.0	2.1	2.4	2.3	3.4	3.7	5.6	38.2
2050	6.2	4.5	2.3	2.2	2.0	2.0	1.9	2.1	2.1	3.2	3.9	5.7	38.1
PROMEDIO	5.4	4.0	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.2	2.0	2.9	3.3	4.6	34.9

Tabla 65: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 8.5 en la cuenca Lurín Zona Alta periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.0	3.8	1.9	1.9	1.9	1.6	1.8	2.0	1.8	2.7	3.4	4.5	32.4
2021	5.4	3.6	1.9	1.9	1.9	1.7	1.9	1.8	1.7	2.7	3.2	4.5	32.4
2022	5.3	4.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.9	1.7	2.5	3.0	4.2	32.2
2023	5.5	4.0	2.1	1.9	2.0	1.8	1.8	1.9	1.6	1.9	2.4	3.7	30.7
2024	4.6	3.7	1.9	2.0	2.0	1.8	1.8	1.8	1.6	2.1	2.5	3.3	29.0
2025	4.3	3.4	2.0	2.0	2.2	1.8	1.9	2.0	1.8	2.6	2.9	3.5	30.5
2026	4.0	3.3	1.8	2.0	2.1	2.0	2.1	2.2	1.8	2.7	3.0	4.2	31.3
2027	4.4	2.7	1.6	1.8	2.0	2.0	2.1	2.2	2.0	2.7	2.9	4.2	30.4
2028	4.7	3.1	1.8	1.6	2.0	2.0	2.1	2.3	2.2	3.1	3.4	4.7	32.9
2029	5.3	3.8	2.1	1.9	1.9	1.8	1.9	2.2	2.0	2.9	3.4	4.4	33.6
2030	4.7	3.8	1.9	1.7	1.8	1.5	1.7	2.0	1.9	2.8	3.2	4.4	31.5
2031	5.2	3.6	2.0	1.9	1.9	1.6	1.6	2.1	1.5	2.6	3.3	4.4	31.7
2032	5.3	4.1	2.0	2.0	2.1	1.9	2.1	1.8	1.7	2.6	3.1	4.7	33.2
2033	5.5	4.0	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.7	1.5	2.4	2.4	4.2	32.1
2034	4.9	4.0	2.1	2.0	2.1	1.8	2.1	2.0	1.8	2.3	2.5	3.4	31.0
2035	4.9	3.6	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	1.9	2.8	2.9	3.9	32.8
2036	4.6	3.6	2.1	2.2	2.3	2.1	2.1	2.3	1.9	2.8	2.9	3.9	32.9
2037	4.5	3.3	1.8	1.8	2.0	1.9	2.1	2.1	1.8	3.0	3.2	4.8	32.4
2038	5.4	4.0	2.2	1.9	2.1	2.1	2.3	2.4	2.2	3.5	3.6	5.0	36.7
2039	6.0	4.2	2.3	2.1	2.3	2.1	2.3	2.5	2.2	3.4	3.8	5.2	38.3
2040	5.9	4.5	2.3	2.2	2.0	1.8	2.2	2.1	2.0	3.0	3.6	5.4	37.0
2041	6.2	4.5	2.4	2.2	2.2	2.1	2.3	2.1	1.9	3.0	3.4	5.1	37.3
2042	6.4	4.6	2.6	2.5	2.2	2.4	2.2	2.2	1.9	3.0	3.0	4.7	37.8
2043	6.0	4.6	2.6	2.3	2.6	2.3	2.5	2.4	2.2	3.1	3.3	5.2	39.0
2044	6.2	4.5	2.5	2.4	2.6	2.4	2.3	2.6	2.2	3.0	3.1	4.8	38.9
2045	4.9	3.7	2.2	2.3	2.5	2.3	2.5	2.6	2.2	3.1	3.8	5.0	37.1
2046	5.7	4.2	2.2	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.3	3.4	3.7	5.3	39.1
2047	5.7	4.1	2.0	2.1	2.2	2.3	2.5	2.6	2.4	3.5	4.1	5.3	38.9
2048	6.4	4.6	2.3	2.2	2.3	2.1	2.4	2.6	2.4	3.7	3.9	5.6	40.6
2049	6.5	4.8	2.3	2.3	2.2	2.1	2.4	2.4	2.3	3.3	4.0	5.4	40.2
2050	6.2	4.4	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.3	2.1	3.3	4.0	5.9	39.8
PROMEDIO	5.3	3.9	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.2	1.9	2.9	3.2	4.6	34.6

Tabla 66: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 4.5 en la cuenca Lurín
Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.8	6.8	6.3	5.1	4.6	4.4	4.2	4.6	5.6	5.9	5.8	5.3	64.4
2021	5.9	6.7	6.5	5.2	4.6	4.4	4.3	4.7	5.6	5.9	5.9	5.3	64.9
2022	5.9	6.8	6.5	5.3	4.8	4.6	4.5	4.8	5.7	6.1	6.0	5.6	66.6
2023	6.0	6.9	6.5	5.3	4.8	4.6	4.5	4.8	5.8	6.1	6.0	5.6	66.8
2024	6.0	6.9	6.5	5.3	4.8	4.6	4.5	4.9	5.8	6.2	6.1	5.6	67.5
2025	6.1	7.0	6.7	5.4	4.8	4.7	4.6	4.9	5.8	6.2	6.2	5.6	68.0
2026	6.1	6.9	6.6	5.4	4.9	4.7	4.6	5.0	5.9	6.3	6.2	5.8	68.3
2027	6.2	7.0	6.8	5.5	5.0	4.8	4.6	5.0	6.0	6.3	6.3	5.8	69.1
2028	6.2	7.1	6.7	5.5	5.0	4.8	4.6	5.0	5.8	6.2	6.2	5.8	68.8
2029	6.2	7.1	6.7	5.5	5.0	4.8	4.7	5.1	5.9	6.2	6.3	5.8	69.3
2030	6.3	7.2	7.0	5.6	5.0	4.8	4.7	5.1	6.0	6.4	6.2	5.8	70.2
2031	6.3	7.3	6.9	5.6	5.0	4.9	4.8	5.1	6.0	6.4	6.4	5.8	70.5
2032	6.3	7.2	7.0	5.6	5.1	4.9	4.8	5.2	6.1	6.5	6.4	6.0	70.9
2033	6.3	7.2	7.0	5.7	5.2	5.0	4.8	5.2	6.1	6.5	6.5	6.0	71.5
2034	6.5	7.4	7.0	5.7	5.2	5.0	4.9	5.3	6.1	6.6	6.5	6.0	72.3
2035	6.5	7.5	7.2	5.8	5.2	5.0	4.9	5.3	6.2	6.6	6.5	6.0	72.8
2036	6.5	7.4	7.1	5.8	5.2	5.0	4.9	5.3	6.3	6.7	6.6	6.1	72.8
2037	6.5	7.4	7.1	5.8	5.3	5.1	4.9	5.3	6.3	6.6	6.7	6.2	73.2
2038	6.6	7.5	7.2	5.9	5.3	5.1	5.0	5.4	6.2	6.7	6.7	6.2	73.6
2039	6.6	7.6	7.3	5.9	5.3	5.1	5.0	5.4	6.3	6.7	6.7	6.2	74.0
2040	6.7	7.6	7.3	5.9	5.3	5.1	5.0	5.4	6.3	6.7	6.6	6.1	74.0
2041	6.6	7.6	7.2	5.9	5.4	5.2	5.0	5.4	6.3	6.8	6.7	6.2	74.3
2042	6.6	7.5	7.4	6.0	5.4	5.2	5.1	5.5	6.4	6.8	6.8	6.4	75.0
2043	6.7	7.5	7.3	6.0	5.4	5.2	5.1	5.5	6.3	6.7	6.7	6.2	74.7
2044	6.7	7.6	7.4	6.0	5.4	5.2	5.1	5.5	6.5	6.9	6.8	6.3	75.6
2045	6.8	7.7	7.5	6.0	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	6.9	6.8	6.3	76.0
2046	6.7	7.6	7.5	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	6.9	7.0	6.4	76.2
2047	6.8	7.6	7.4	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	7.0	7.0	6.5	76.3
2048	6.8	7.7	7.5	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	6.9	7.0	6.4	76.4
2049	7.0	7.9	7.5	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	6.9	6.9	6.4	76.9
2050	6.9	7.7	7.6	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	7.0	6.9	6.4	76.9
PROMEDIO	6.4	7.3	7.0	5.7	5.2	5.0	4.9	5.2	6.1	6.5	6.5	6.0	71.9

Tabla 67: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 4.5 en la cuenca Lurín
Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.7	6.7	6.2	5.0	4.6	4.4	4.3	4.6	5.4	5.8	5.7	5.3	63.6
2021	5.7	6.6	6.3	5.1	4.6	4.4	4.3	4.6	5.5	5.9	5.8	5.3	63.9
2022	5.8	6.7	6.4	5.2	4.7	4.5	4.4	4.8	5.7	5.9	6.0	5.5	65.7
2023	5.9	6.7	6.4	5.2	4.7	4.6	4.5	4.8	5.7	6.0	6.0	5.5	66.0
2024	5.9	6.8	6.4	5.3	4.8	4.6	4.5	4.9	5.7	6.1	6.0	5.5	66.6
2025	6.0	6.9	6.5	5.3	4.8	4.6	4.5	4.9	5.8	6.1	6.1	5.6	67.2
2026	6.0	6.9	6.6	5.4	4.9	4.7	4.6	4.9	5.8	6.2	6.2	5.7	67.7
2027	6.1	7.0	6.7	5.4	4.9	4.7	4.6	4.9	5.8	6.2	6.2	5.7	68.4
2028	6.1	7.0	6.7	5.4	4.9	4.7	4.6	5.0	5.8	6.2	6.2	5.8	68.5
2029	6.3	7.1	6.7	5.5	5.0	4.8	4.7	5.0	5.9	6.2	6.2	5.8	69.2
2030	6.2	7.1	6.8	5.5	5.0	4.8	4.7	5.0	5.9	6.3	6.2	5.8	69.4
2031	6.2	7.2	6.8	5.5	5.0	4.9	4.7	5.1	5.9	6.4	6.3	5.8	69.9
2032	6.2	7.1	6.8	5.6	5.1	4.9	4.8	5.1	6.0	6.4	6.4	5.9	70.2
2033	6.2	7.1	6.8	5.6	5.1	4.9	4.8	5.2	6.0	6.4	6.3	5.9	70.5
2034	6.4	7.2	7.0	5.6	5.1	5.0	4.8	5.2	6.1	6.5	6.4	5.9	71.2
2035	6.4	7.3	7.0	5.6	5.1	5.0	4.9	5.2	6.2	6.5	6.4	6.0	71.6
2036	6.4	7.3	7.1	5.7	5.2	5.0	4.9	5.2	6.1	6.6	6.5	6.0	72.0
2037	6.5	7.3	7.0	5.8	5.2	5.0	4.9	5.3	6.2	6.5	6.6	6.1	72.3
2038	6.5	7.3	7.1	5.8	5.2	5.1	5.0	5.3	6.2	6.6	6.5	6.1	72.6
2039	6.5	7.4	7.2	5.8	5.3	5.1	5.0	5.3	6.2	6.6	6.5	6.0	72.9
2040	6.6	7.5	7.2	5.8	5.3	5.1	5.0	5.4	6.3	6.6	6.5	6.0	73.2
2041	6.5	7.4	7.1	5.9	5.3	5.1	5.0	5.4	6.2	6.7	6.6	6.1	73.4
2042	6.5	7.4	7.3	5.9	5.4	5.1	5.0	5.4	6.3	6.7	6.7	6.2	73.9
2043	6.6	7.4	7.2	5.9	5.4	5.2	5.1	5.4	6.3	6.7	6.6	6.2	74.0
2044	6.6	7.5	7.2	5.9	5.4	5.2	5.1	5.5	6.4	6.8	6.7	6.2	74.4
2045	6.7	7.6	7.3	5.9	5.4	5.2	5.1	5.5	6.4	6.8	6.7	6.3	74.9
2046	6.7	7.5	7.3	6.0	5.4	5.2	5.1	5.5	6.4	6.9	6.8	6.3	75.1
2047	6.7	7.5	7.4	6.0	5.5	5.3	5.1	5.5	6.4	6.8	6.8	6.4	75.4
2048	6.8	7.6	7.4	6.0	5.5	5.3	5.2	5.5	6.4	6.9	6.8	6.3	75.7
2049	6.9	7.7	7.5	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.4	6.8	6.8	6.3	76.2
2050	6.8	7.7	7.4	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	6.8	6.8	6.3	76.0
PROMEDIO	6.3	7.2	6.9	5.7	5.1	4.9	4.8	5.2	6.1	6.4	6.4	5.9	71.0

Tabla 68: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 4.5 en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.4	6.4	6.1	4.9	4.4	4.3	4.3	4.5	5.5	5.9	5.9	5.3	62.9
2021	5.7	6.3	6.0	5.0	4.5	4.4	4.1	4.5	5.5	6.1	5.9	5.5	63.6
2022	5.8	6.6	6.2	5.2	4.6	4.5	4.3	4.7	5.7	5.9	6.0	5.6	65.0
2023	6.1	6.8	6.5	5.1	4.7	4.5	4.4	4.7	5.5	5.7	5.8	5.6	65.3
2024	6.0	7.1	6.6	5.2	4.7	4.5	4.4	4.8	5.6	5.7	5.7	5.4	65.7
2025	5.8	6.9	6.7	5.4	4.9	4.5	4.4	4.7	5.5	5.8	5.7	5.1	65.5
2026	5.6	6.6	6.5	5.4	4.9	4.8	4.5	4.8	5.5	6.0	5.9	5.4	66.0
2027	5.8	6.5	6.2	5.5	5.0	4.8	4.7	4.9	5.8	6.2	6.1	5.7	67.1
2028	6.0	6.6	6.5	5.4	5.0	4.8	4.7	5.1	5.9	6.2	6.1	5.6	67.8
2029	6.0	6.8	6.7	5.3	4.8	4.8	4.7	5.0	5.9	6.2	6.1	5.7	67.9
2030	6.0	6.9	6.6	5.4	5.0	4.7	4.7	5.0	6.1	6.6	6.5	5.9	69.4
2031	6.2	6.9	6.7	5.5	5.0	4.8	4.6	5.2	6.1	6.4	6.5	6.0	69.8
2032	6.3	7.3	6.7	5.5	5.0	4.9	4.7	5.0	5.9	6.4	6.6	6.0	70.3
2033	6.5	7.4	6.9	5.5	5.2	4.9	4.8	5.1	5.9	6.4	6.2	5.9	70.6
2034	6.5	7.5	7.1	5.8	5.1	4.9	4.8	5.2	6.1	6.2	6.1	5.8	71.1
2035	6.4	7.4	7.2	5.8	5.1	5.0	4.8	5.1	6.0	6.3	6.1	5.8	71.1
2036	6.2	6.9	7.0	5.8	5.2	5.0	4.8	5.1	5.9	6.2	6.2	5.6	69.8
2037	6.0	6.5	6.8	5.7	5.1	5.0	4.9	5.2	5.8	6.2	6.0	5.7	68.8
2038	5.8	6.9	6.4	5.3	5.2	5.1	4.9	5.3	6.2	6.4	6.3	5.9	69.6
2039	6.4	7.3	6.6	5.6	5.3	5.1	4.9	5.4	6.3	6.7	6.6	6.0	72.4
2040	6.4	7.4	7.2	6.0	5.3	5.1	5.0	5.5	6.4	6.7	6.6	6.1	73.5
2041	6.4	7.4	7.1	5.9	5.3	5.1	5.1	5.3	6.2	6.6	6.7	6.0	73.1
2042	6.7	7.4	7.2	5.8	5.3	5.2	5.0	5.3	6.0	6.8	6.5	6.2	73.4
2043	6.6	7.3	7.2	6.0	5.4	5.2	5.1	5.5	6.5	6.8	6.7	6.4	74.5
2044	6.8	7.6	7.5	6.0	5.4	5.3	5.1	5.5	6.5	6.8	6.8	6.4	75.7
2045	6.7	7.6	7.2	5.9	5.4	5.3	5.1	5.5	6.4	6.8	6.9	6.3	75.0
2046	6.5	7.6	7.3	6.0	5.4	5.2	5.1	5.5	6.5	6.9	7.0	6.3	75.3
2047	7.0	7.9	7.4	5.9	5.5	5.3	5.1	5.5	6.4	7.0	6.8	6.4	76.2
2048	6.8	7.7	7.3	6.1	5.5	5.3	5.2	5.5	6.5	6.9	7.0	6.4	76.5
2049	7.0	7.8	7.7	6.1	5.6	5.2	5.2	5.6	6.4	6.9	6.8	6.3	76.6
2050	6.8	7.9	7.7	6.1	5.5	5.4	5.2	5.5	6.3	6.9	6.7	6.4	76.5
PROMEDIO	6.3	7.1	6.9	5.6	5.1	4.9	4.8	5.2	6.0	6.4	6.3	5.9	70.5

Tabla 69: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CanESM2 8.5 en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.8	6.7	6.3	5.1	4.6	4.4	4.3	4.6	5.5	5.9	5.7	5.3	64.2
2021	5.8	6.7	6.4	5.2	4.6	4.4	4.3	4.7	5.6	6.0	5.9	5.4	65.0
2022	5.9	6.9	6.5	5.3	4.8	4.6	4.5	4.8	5.7	6.0	6.1	5.6	66.8
2023	6.0	6.9	6.6	5.3	4.8	4.6	4.5	4.8	5.8	6.1	6.0	5.5	67.0
2024	6.1	7.0	6.5	5.3	4.9	4.7	4.5	4.9	5.9	6.2	6.0	5.6	67.6
2025	6.1	7.0	6.7	5.4	4.9	4.7	4.6	5.0	5.9	6.2	6.2	5.7	68.2
2026	6.1	7.0	6.8	5.5	4.9	4.7	4.6	5.0	5.9	6.4	6.3	5.7	69.0
2027	6.1	7.1	6.8	5.5	5.0	4.7	4.6	5.0	6.0	6.4	6.3	5.7	69.2
2028	6.2	7.1	6.7	5.5	5.0	4.8	4.6	5.0	5.9	6.3	6.2	5.8	69.1
2029	6.3	7.3	6.8	5.6	5.0	4.8	4.7	5.1	6.0	6.3	6.3	5.9	70.3
2030	6.4	7.2	7.1	5.6	5.0	4.8	4.7	5.1	6.0	6.4	6.3	5.9	70.5
2031	6.4	7.3	6.9	5.6	5.1	4.9	4.8	5.1	6.0	6.5	6.4	5.9	70.9
2032	6.4	7.3	7.1	5.7	5.2	4.9	4.8	5.2	6.1	6.5	6.5	6.0	71.8
2033	6.4	7.4	7.0	5.7	5.2	5.0	4.9	5.2	6.1	6.5	6.5	6.0	71.8
2034	6.5	7.3	7.0	5.7	5.2	5.0	4.9	5.3	6.1	6.6	6.5	6.0	72.1
2035	6.5	7.5	7.2	5.8	5.2	5.0	4.9	5.3	6.3	6.7	6.6	6.0	72.9
2036	6.6	7.5	7.3	5.8	5.3	5.0	4.9	5.3	6.3	6.8	6.6	6.1	73.6
2037	6.6	7.4	7.1	5.8	5.3	5.1	5.0	5.4	6.3	6.6	6.7	6.2	73.4
2038	6.7	7.5	7.3	5.9	5.4	5.1	5.0	5.4	6.3	6.8	6.7	6.3	74.2
2039	6.6	7.6	7.3	5.9	5.3	5.1	5.0	5.4	6.3	6.8	6.7	6.2	74.3
2040	6.7	7.8	7.4	5.9	5.3	5.1	5.0	5.4	6.3	6.7	6.6	6.1	74.4
2041	6.7	7.6	7.3	6.0	5.4	5.2	5.0	5.4	6.4	6.8	6.7	6.2	74.7
2042	6.7	7.5	7.4	6.0	5.5	5.2	5.1	5.4	6.4	6.8	6.8	6.3	75.1
2043	6.7	7.7	7.5	6.1	5.5	5.3	5.1	5.5	6.5	6.9	6.8	6.3	75.8
2044	6.8	7.8	7.5	6.0	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	7.0	6.9	6.3	76.5
2045	6.8	7.8	7.5	6.0	5.5	5.3	5.1	5.5	6.5	6.9	6.7	6.3	75.9
2046	6.7	7.6	7.4	6.0	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	7.0	7.0	6.4	76.2
2047	6.8	7.7	7.5	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.6	7.1	7.1	6.5	77.0
2048	6.9	7.9	7.6	6.1	5.6	5.4	5.3	5.6	6.7	7.1	7.1	6.5	77.7
2049	7.0	7.9	7.7	6.2	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	7.0	6.9	6.4	77.3
2050	6.9	7.8	7.6	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.6	7.0	7.0	6.5	77.1
PROMEDIO	6.5	7.4	7.1	5.7	5.2	5.0	4.9	5.2	6.2	6.6	6.5	6.0	72.2

Tabla 70: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario CNRM-CM5 8.5 en la cuenca Lurín
Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.7	6.7	6.2	5.0	4.5	4.4	4.2	4.6	5.5	5.7	5.7	5.3	63.6
2021	5.7	6.6	6.3	5.1	4.6	4.4	4.3	4.6	5.5	5.8	5.8	5.3	64.0
2022	5.9	6.7	6.4	5.2	4.7	4.5	4.4	4.8	5.7	6.0	5.9	5.5	65.8
2023	5.9	6.7	6.4	5.2	4.8	4.6	4.5	4.8	5.7	6.1	6.0	5.6	66.2
2024	6.0	6.9	6.5	5.3	4.8	4.6	4.5	4.9	5.7	6.1	6.0	5.6	66.8
2025	6.0	6.9	6.5	5.3	4.8	4.6	4.5	4.9	5.8	6.1	6.1	5.6	67.0
2026	6.0	6.9	6.6	5.4	4.8	4.7	4.6	4.9	5.8	6.3	6.2	5.7	68.0
2027	6.1	7.1	6.8	5.4	4.9	4.7	4.6	5.0	5.9	6.2	6.2	5.7	68.7
2028	6.1	7.0	6.7	5.4	5.0	4.8	4.6	5.0	5.8	6.2	6.2	5.8	68.7
2029	6.3	7.2	6.7	5.5	5.0	4.8	4.7	5.0	5.9	6.2	6.2	5.8	69.3
2030	6.2	7.1	6.8	5.5	5.0	4.8	4.7	5.1	5.9	6.3	6.2	5.8	69.5
2031	6.2	7.1	6.9	5.6	5.1	4.9	4.8	5.1	6.0	6.4	6.3	5.8	70.1
2032	6.2	7.2	6.9	5.6	5.1	4.9	4.8	5.1	6.0	6.4	6.4	5.9	70.5
2033	6.3	7.1	6.9	5.6	5.1	4.9	4.8	5.2	6.1	6.5	6.4	5.9	71.0
2034	6.4	7.2	6.9	5.6	5.1	4.9	4.9	5.2	6.1	6.5	6.4	5.9	71.1
2035	6.4	7.2	7.0	5.7	5.2	5.0	4.9	5.3	6.2	6.5	6.5	6.0	71.7
2036	6.5	7.3	7.1	5.7	5.2	5.0	4.9	5.3	6.2	6.6	6.5	6.0	72.2
2037	6.5	7.3	7.0	5.8	5.2	5.0	4.9	5.3	6.2	6.5	6.6	6.1	72.4
2038	6.5	7.3	7.1	5.8	5.3	5.1	5.0	5.3	6.2	6.6	6.6	6.1	72.8
2039	6.6	7.5	7.2	5.8	5.3	5.1	5.0	5.3	6.2	6.6	6.6	6.1	73.2
2040	6.6	7.5	7.2	5.8	5.3	5.1	5.0	5.4	6.3	6.7	6.5	6.1	73.6
2041	6.6	7.5	7.2	5.9	5.4	5.1	5.0	5.4	6.3	6.7	6.7	6.1	73.9
2042	6.6	7.5	7.3	6.0	5.4	5.2	5.1	5.5	6.3	6.8	6.7	6.2	74.5
2043	6.6	7.5	7.3	5.9	5.4	5.2	5.1	5.5	6.3	6.7	6.7	6.2	74.5
2044	6.7	7.6	7.3	5.9	5.4	5.2	5.1	5.5	6.4	6.8	6.8	6.2	75.0
2045	6.7	7.7	7.3	6.0	5.4	5.2	5.1	5.5	6.5	6.9	6.8	6.3	75.3
2046	6.7	7.5	7.3	6.0	5.4	5.2	5.1	5.5	6.4	6.9	6.9	6.3	75.4
2047	6.7	7.6	7.4	6.0	5.5	5.3	5.1	5.5	6.4	6.9	6.9	6.4	75.8
2048	6.8	7.8	7.6	6.1	5.5	5.3	5.2	5.5	6.5	6.9	6.9	6.4	76.2
2049	6.9	7.7	7.5	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.4	6.9	6.8	6.4	76.3
2050	6.9	7.7	7.5	6.1	5.5	5.3	5.2	5.6	6.5	6.9	6.8	6.4	76.4
PROMEDIO	6.4	7.3	7.0	5.7	5.1	4.9	4.8	5.2	6.1	6.5	6.4	5.9	71.3

Tabla 71: Demanda hídrica mensual (MMC) para el escenario MPI-ESM-MR 8.5 en la cuenca Lurín Zona Baja periodo de análisis 2020-2050

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2020	5.7	6.6	6.5	5.1	4.6	4.3	4.3	4.6	5.5	5.8	5.8	5.2	64.0
2021	5.8	6.8	6.3	5.1	4.6	4.4	4.3	4.6	5.4	5.9	5.7	5.3	64.2
2022	5.9	6.9	6.5	5.3	4.8	4.6	4.5	4.8	5.6	6.1	5.9	5.3	66.1
2023	5.8	6.6	6.3	5.1	4.7	4.5	4.4	4.7	5.6	5.7	5.5	5.4	64.4
2024	5.5	6.5	6.0	5.1	4.7	4.5	4.4	4.8	5.6	5.5	5.9	5.4	64.1
2025	5.8	6.4	6.4	5.2	4.8	4.6	4.5	4.8	5.8	5.9	6.1	5.6	66.0
2026	5.6	6.8	6.5	5.4	4.7	4.6	4.5	4.9	5.8	6.2	6.1	5.5	66.7
2027	6.0	6.6	6.3	5.2	4.8	4.6	4.5	4.9	5.7	6.1	5.9	5.6	66.3
2028	6.0	6.8	6.5	5.4	4.9	4.8	4.7	5.0	5.9	6.4	6.3	5.9	68.6
2029	6.3	7.0	7.0	5.6	5.0	4.8	4.7	5.0	5.8	6.3	6.1	5.6	69.2
2030	6.2	7.0	6.6	5.4	5.0	4.7	4.6	4.9	6.0	6.1	6.0	5.8	68.4
2031	6.0	6.7	6.6	5.6	5.0	4.8	4.7	5.2	5.7	6.1	6.1	5.8	68.4
2032	6.1	7.0	6.8	5.6	5.1	4.9	4.8	5.1	5.9	6.3	6.3	5.7	69.6
2033	6.1	7.1	6.8	5.5	5.1	4.9	4.8	5.0	5.8	6.2	6.0	5.7	69.1
2034	5.8	6.8	6.4	5.4	5.0	4.8	4.8	5.1	6.0	6.2	6.1	5.6	68.3
2035	6.0	6.8	6.7	5.5	5.0	4.9	4.9	5.2	6.1	6.5	6.5	5.8	69.9
2036	6.4	7.1	6.8	5.6	5.1	5.0	4.9	5.2	6.0	6.5	6.2	5.9	70.7
2037	6.2	6.7	6.9	5.5	5.1	4.9	4.8	5.1	5.8	6.6	6.2	5.8	69.5
2038	6.2	7.1	7.0	5.7	5.2	5.2	5.1	5.6	6.5	7.1	6.7	6.0	73.2
2039	6.4	7.3	6.9	5.6	5.3	5.1	5.1	5.5	6.7	7.3	6.9	6.2	74.3
2040	6.4	7.2	6.9	5.8	5.2	5.0	5.0	5.4	6.6	7.2	6.9	6.5	74.0
2041	6.9	7.5	7.1	5.7	5.2	5.0	5.0	5.3	6.4	6.9	7.2	6.6	74.8
2042	7.1	7.9	7.4	5.9	5.3	5.2	5.0	5.3	6.1	6.9	6.8	6.5	75.3
2043	7.1	8.3	7.8	6.1	5.4	5.2	5.1	5.5	6.4	6.7	6.8	6.5	76.9
2044	7.3	8.3	8.1	6.3	5.6	5.2	5.1	5.4	6.3	6.4	6.4	6.2	76.6
2045	6.6	7.8	7.8	6.3	5.6	5.3	5.1	5.4	6.3	6.8	6.9	6.2	76.2
2046	6.6	7.7	7.6	6.3	5.6	5.4	5.3	5.6	6.5	6.7	6.8	6.3	76.3
2047	6.8	7.5	7.1	6.1	5.6	5.5	5.4	5.7	6.6	6.9	6.8	6.3	76.2
2048	6.8	7.5	7.3	6.0	5.6	5.4	5.3	5.8	6.9	7.3	6.8	6.2	76.8
2049	6.6	7.8	7.2	6.0	5.4	5.2	5.3	5.8	7.0	7.2	7.2	6.4	77.2
2050	6.6	7.6	7.3	6.0	5.4	5.2	5.1	5.6	6.6	7.6	7.5	6.9	77.5
PROMEDIO	6.3	7.2	6.9	5.6	5.1	4.9	4.8	5.2	6.1	6.5	6.4	5.9	70.9