



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Modelo de asignación de tareas en el ámbito doméstico

Santiago Martín Díaz Díaz
Santiago Lucas Moreira Luna

Proyecto de grado presentado a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad de la República
en cumplimiento parcial de los requerimientos para la obtención del título de Ingeniero de
Producción.

Tutores:

Adrián Ferrari
Soledad Gutiérrez
Sylvia Schenck

Tribunal:

María José Crosa
Juan Machín
Libertad Tansini

Montevideo, Uruguay
Mayo 2026

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo aborda la problemática de la asignación de tareas domésticas dentro del hogar, enfocándose en los desafíos asociados a lograr una distribución equilibrada mediante herramientas de modelado matemático. En particular, se analizan las dificultades operativas que surgen al integrar múltiples dimensiones del problema dentro de un mismo esquema de decisión. En este marco, aspectos como las desigualdades en la distribución de tareas y la carga mental asociada a su gestión son considerados como dimensiones de análisis que complementan la comprensión del fenómeno, sin constituir el eje central del modelo.

El objetivo general de la investigación consiste en desarrollar un modelo de optimización que permita asignar tareas domésticas de manera equitativa y eficiente entre los integrantes de un hogar, considerando múltiples factores relevantes. Entre estos se incluyen el tiempo disponible de cada persona, las preferencias individuales, la duración y frecuencia de las tareas, así como su prioridad relativa. Asimismo, se introduce el concepto de carga mental asociada a las tareas, con el fin de visualizar esta dimensión a partir de los resultados obtenidos.

Metodológicamente, el trabajo se enmarca en la investigación operativa, formulando el problema como un modelo de programación lineal implementado en Python mediante la librería PuLP. La estructura del modelo se basa en la asignación de tareas a los integrantes del hogar a partir de parámetros definidos, incorporando restricciones vinculadas a la capacidad temporal de cada integrante y a los requerimientos de las tareas. Adicionalmente, se incluye una restricción que limita las diferencias en la utilización del tiempo disponible entre los miembros del hogar, evitando concentraciones desproporcionadas de carga. La función objetivo del modelo busca maximizar la completitud ponderada de las tareas, integrando el grado de cobertura de cada actividad, la adecuación a las preferencias individuales y su relevancia relativa.

Una de las principales contribuciones del trabajo radica en la incorporación explícita de variables subjetivas dentro de la función objetivo, ampliando los enfoques tradicionales centrados en la eficiencia e incorporando dimensiones vinculadas al bienestar y la equidad en el ámbito doméstico. Asimismo, la consideración de la carga mental como herramienta de análisis complementaria permite enriquecer la interpretación de los resultados.

El modelo fue validado mediante una serie de casos de prueba y un caso base representativo de un hogar multigeneracional, lo que permitió analizar su comportamiento bajo distintas condiciones operativas. A través de análisis de sensibilidad, se evaluó el impacto de variaciones en la disponibilidad temporal, cambios en las prioridades de las tareas, modificaciones en las preferencias y la incorporación de apoyo externo. Estos ensayos permitieron observar el desempeño del sistema frente a diversos escenarios, incluyendo situaciones extremas, verificando su robustez y adaptabilidad.

En términos generales, el trabajo evidencia que la aplicación de herramientas de optimización en el ámbito doméstico constituye una innovación relevante, con potencial para contribuir tanto al análisis académico como a la mejora práctica de la organización del hogar. No obstante, se reconocen ciertas limitaciones, principalmente asociadas a la definición de parámetros subjetivos y a la simplificación inherente al modelo.

Finalmente, se proponen líneas de trabajo futuro orientadas a profundizar el modelo, incluyendo la incorporación de dinámicas temporales y el desarrollo de herramientas aplicadas que faciliten su utilización en contextos cotidianos.

Palabras clave: asignación de tareas domésticas, programación lineal, optimización, investigación operativa, preferencias individuales, equilibrio en la distribución, organización del hogar, carga mental.

Agradecimientos

La realización de este proyecto final de grado ha sido un camino de esfuerzo, aprendizaje y superación, en el que hemos contado con el apoyo de muchas personas a quienes queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento.

En primer lugar, queremos agradecer a nuestros tutores, Adrián, Sylvia y Soledad, por su guía, paciencia y dedicación a lo largo de todo el proceso. Sus valiosas orientaciones, conocimientos y motivación fueron fundamentales para el desarrollo y la culminación de este trabajo.

También queremos expresar nuestro reconocimiento a todos los docentes que nos acompañaron durante nuestra formación. Gracias por transmitirnos su conocimiento y ayudarnos a desarrollar las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos de nuestra carrera.

Por último, pero no menos importante, queremos agradecer a nuestras familias y amigos por su apoyo incondicional, su paciencia y su confianza en nosotros. Su compañía ha sido clave en cada paso de este recorrido.

A todos los que, de una u otra manera, aportaron a este proyecto, ¡muchas gracias!

Índice general

Agradecimientos	5
Índice general	6
Índice de figuras	9
Índice de tablas	11
1. Marco Teórico	13
1.1. La asignación equitativa de tareas domésticas	13
1.2. Enfoque de los recursos relativos	13
1.3. Enfoque de la socialización de género	14
1.4. Distribución de tareas según tipo de pareja	14
1.5. ¿Qué afecta la distribución equitativa?	15
1.6. El trabajo doméstico y su valor económico	16
1.7. La carga mental del trabajo doméstico	16
1.7.1. Invisibilidad y subvaloración	16
1.7.2. Impacto en la equidad de género	16
1.7.3. La carga mental como tema de política pública	16
1.8. Inequidad en el uso de políticas de conciliación	17
1.9. El cuidado como dimensión del trabajo doméstico no remunerado	17
1.10. Perspectivas sobre políticas públicas y género	17
1.11. Cómo repartir las tareas domésticas de manera equitativa	17
1.12. Participación de adultos mayores en las tareas del hogar	18
1.13. Asignación de tareas en niños y niñas	18
1.13.1. Enfoques tradicionales y modernos en la asignación de tareas a niños y adolescentes	18
1.14. Reparto de tareas entre todos los miembros del hogar	19
1.15. Limitaciones para una distribución equitativa	19
1.15.1. Limitaciones culturales y sociales	19
1.15.2. Limitaciones económicas y de recursos	19
1.15.3. Limitaciones psicológicas y emocionales	20
1.15.4. Limitaciones físicas y de salud	20
1.16. Interrelación de factores limitantes	20
1.17. La corresponsabilidad como horizonte	20
2. Introducción	21
3. Desarrollo del Modelo	23
3.1. Planteo del problema	23
3.2. Formulación matemática general	23
3.2.1. Interpretación del modelo	23
3.3. Variables y parámetros del modelo	24
3.4. Función objetivo	25
3.5. Restricciones del modelo	26

3.5.1.	Tiempo disponible por persona	26
3.5.2.	Requerimiento de cada tarea	26
3.5.3.	Personas con preferencia nula	27
3.5.4.	Restricción de equidad (tiempo efectivo)	27
3.5.5.	No negatividad	27
3.5.6.	Tareas con frecuencia cero	27
3.6.	Código del modelo de optimización en Python	27
3.7.	Búsqueda de soluciones alternativas	29
3.7.1.	Primera etapa: solución óptima base	30
3.7.2.	Segunda etapa: desempate aleatorio preservando el óptimo	31
3.7.3.	Vinculación con el análisis posterior	31
3.8.	Consideración de la carga mental	32
3.8.1.	Importancia social y visualización	32
3.8.2.	Independencia respecto a la función objetivo	32
3.8.3.	Justificación metodológica de la escala y marco teórico	32
3.8.4.	Evaluación y Clasificación de la Carga Mental	32
3.8.5.	Enfoque Propuesto en el Modelo	34
3.8.6.	Clasificación y escala propuesta	35
3.8.7.	Comparación y justificación	35
3.8.8.	Índice de Carga Mental	36
4.	Modelo piloto y estudio de casos	37
4.1.	Caso 1: Cuando el tiempo disponible no es una limitante	38
4.2.	Caso 2: ¿Qué pasa cuando las preferencias son homogéneas?	39
4.3.	Caso 3: Todas las prioridades igualadas	41
4.4.	Caso 4: Preferencias nulas	42
4.4.1.	Para una tarea y persona determinada	42
4.4.2.	Para todas las tareas y todos los integrantes	43
4.5.	Caso 5: Frecuencia y/o Duración Cero en las Tareas	44
4.6.	Caso 6: Asignación con un solo integrante	45
4.7.	Caso 7: Pocas tareas	45
4.8.	Síntesis final de los casos de prueba	46
5.	Caso Base - Familia	47
5.1.	Selección del Grupo Familiar	47
5.2.	Descripción del grupo familiar	47
5.3.	Disponibilidad horaria por persona	48
5.4.	Tareas domésticas y sus tiempos	48
5.5.	Asignación de preferencias y análisis de desempeño	49
5.6.	Cargas mentales en el grupo familiar	51
5.7.	Resultados del Caso Base	52
5.8.	Análisis de sensibilidad	60
5.8.1.	Escenario 1: Variación porcentual del tiempo disponible por integrante	61
5.8.2.	Escenario 2: Incorporación de personal doméstico	69
5.8.3.	Escenario 3: Modificación de prioridades	75
5.8.4.	Escenario 4: Efecto de la capacitación de los integrantes	82
5.8.5.	Escenario 5: Diferenciación y redistribución por género	86
5.8.6.	Escenario 6: Comportamiento de la restricción de equidad	90
6.	Conclusiones	95
6.1.	Ventajas del modelo	95
6.2.	Limitaciones del enfoque	95
6.3.	Conclusiones Finales	96
6.3.1.	Trabajos futuros	96

Bibliografía	99
7. Anexos	101
7.1. Anexo 1: Modelo y casos del piloto	101
7.2. Anexo 2: Caso base familia	101
7.3. Anexo 3: Obtención de tres soluciones óptimas	101
7.4. Anexo 4: Análisis de sensibilidad del modelo	101
7.5. Anexo 5: Código auxiliar	102

Índice de figuras

4.1. Porcentaje del tiempo disponible ocupado por persona	39
5.1. Tiempo requerido vs tiempo asignado por persona para las 15 primeras tareas más demandantes	57
5.2. Tiempo requerido vs tiempo asignado por persona para las restantes 21 tareas	58
5.3. Horas asignadas por el modelo (con 25 % más de tiempo disponible) vs. caso base Carlos.	62
5.4. Horas asignadas por el modelo (con 25 % más de tiempo disponible) vs. caso base Luisa.	62
5.5. Horas asignadas por el modelo (con 25 % más de tiempo disponible) vs. caso base Elena.	63
5.6. Horas asignadas por el modelo (con 25 % más de tiempo disponible) vs. caso base Andrés.	63
5.7. Horas asignadas por el modelo (con 25 % más de tiempo disponible) vs. caso base Claudia.	64
5.8. Horas asignadas por el modelo (con 25 % menos de tiempo disponible) vs. caso base Carlos.	65
5.9. Horas asignadas por el modelo (con 25 % menos de tiempo disponible) vs. caso base Luisa.	66
5.10. Horas asignadas por el modelo (con 25 % menos de tiempo disponible) vs. caso base Elena.	66
5.11. Horas asignadas por el modelo (con 25 % menos de tiempo disponible) vs. caso base Andrés.	67
5.12. Horas asignadas por el modelo (con 25 % menos de tiempo disponible) vs. caso base Claudia.	67
5.13. Comparación escenario 2 y caso base Carlos.	70
5.14. Comparación escenario 2 y caso base Luisa.	70
5.15. Comparación escenario 2 y caso base Elena.	71
5.16. Comparación escenario 2 y caso base Andrés.	71
5.17. Comparación escenario 2 y caso base Claudia.	72
5.18. Tareas Auxiliar	72
5.19. Distribución de tiempo por persona caso Base.	74
5.20. Distribución de tiempo por persona escenario 2.	75
5.21. Comparación escenario 3 y caso base Carlos.	77
5.22. Comparación escenario 3 y caso base Luisa.	78
5.23. Comparación escenario 3 y caso base Elena.	79
5.24. Comparación escenario 3 y caso base Andrés.	79
5.25. Comparación escenario 3 y caso base Claudia.	80
5.26. Comparación escenario 4 y caso base Carlos.	82
5.27. Comparación escenario 4 y caso base Luisa.	83
5.28. Comparación escenario 4 y caso base Elena.	83
5.29. Comparación escenario 4 y caso base Andrés.	84
5.30. Comparación escenario 4 y caso base Claudia.	84
5.31. Comparación escenario 5 y caso base Carlos.	87
5.32. Comparación escenario 5 y caso base Luisa.	87
5.33. Comparación escenario 5 y caso base Elena.	88
5.34. Comparación escenario 5 y caso base Andrés.	88
5.35. Comparación escenario 5 y caso base Claudia.	89
5.36. Tiempo ocupado por integrante con Equidad del 25 %	91

5.37. Tiempo ocupado por integrante con Equidad del 5%	91
--	----

Índice de tablas

3.1. Puntaje NASA-TLX	33
3.2. Puntaje SWAT	34
4.1. Horas disponibles por semana	37
4.2. Modelo Piloto	37
4.3. Modelo Piloto	38
4.4. Horas efectivas asignadas y disponibilidad por persona	38
4.5. Porcentaje de completitud por tarea	40
4.6. Preferencias y prioridades (todas iguales a 1)	40
4.7. Porcentaje de completitud por tarea	40
4.8. Prioridad de cada tarea (todas iguales a 1)	41
4.9. Porcentaje de completitud por tarea	42
4.10. Resumen de parámetros (extracto)	42
4.11. Porcentaje de completitud por tarea (comparativo)	43
4.12. Horas efectivas asignadas a Tarea 8	43
4.13. Horas efectivas asignadas por persona (extracto)	43
4.14. Porcentaje de completitud por tarea	44
4.15. Porcentaje de completitud por tarea (comparativo)	45
4.16. Porcentaje de completitud por tarea (comparativo)	45
5.1. Tiempo disponible por semana de cada integrante de la familia	48
5.2. Duración asignada de cada tarea	49
5.3. Promedios de preferencias por bloque e integrante	50
5.4. Promedios de carga mental por bloque e integrante	51
5.5. Asignación de tiempo por tarea e integrante	53
5.6. Promedio ponderado de prioridad de tareas asignadas por integrante	55
5.7. Modificación de prioridades en tareas seleccionadas (Escenario 3)	76
5.8. Ejemplo de tareas y su peso en la función objetivo de acuerdo a la preferencia	85

Capítulo 1

Marco Teórico

La elaboración del presente marco teórico se basó en una revisión bibliográfica de literatura académica y documentos institucionales relacionados con la distribución de tareas domésticas, la coresponsabilidad en los hogares, la economía del cuidado y las desigualdades de género. Para ello, se consultaron artículos científicos, libros especializados, informes de organismos internacionales y estadísticas oficiales.

La búsqueda se realizó a través de bases de datos académicas, repositorios universitarios y portales de organismos nacionales e internacionales, utilizando palabras clave vinculadas a la división del trabajo doméstico, trabajo de cuidados, equidad de género, carga mental y coresponsabilidad. Asimismo, se incorporaron estudios específicos sobre Uruguay y América Latina con el fin de contextualizar el problema en la realidad regional y nacional.

La selección de las fuentes priorizó trabajos de referencia en la temática, investigaciones empíricas recientes y documentos institucionales reconocidos por su rigor metodológico y relevancia para los objetivos de este proyecto.

1.1. La asignación equitativa de tareas domésticas

La asignación de las tareas domésticas dentro del hogar ha sido objeto de estudio en diversas disciplinas sociales debido a su relevancia en la configuración de las relaciones de género y en la distribución de tiempo y recursos entre los miembros del hogar. El trabajo doméstico se define generalmente como el conjunto de actividades no remuneradas necesarias para el mantenimiento del hogar y de las personas que lo habitan, incluyendo tareas como la limpieza, la preparación de alimentos, el lavado de ropa, la gestión de compras y el cuidado de los niños[11].

A lo largo del tiempo, estas tareas han sido asignadas de manera desproporcionada a las mujeres, independientemente de su participación en el mercado laboral remunerado. Esta distribución desigual reproduce una marcada asimetría de género, en línea con el modelo del *male breadwinner*, según el cual el hombre es el principal proveedor económico del hogar, mientras que la mujer se encarga del trabajo no remunerado [30]. Este patrón se ha mantenido dominante durante gran parte del siglo XX y aún persiste en muchos hogares contemporáneos .

Las teorías que explican esta desigualdad se agrupan principalmente en dos grandes enfoques: el enfoque de los recursos relativos y el enfoque de la socialización de género [35]. Sin perjuicio de otras perspectivas teóricas que analicen distintos aspectos de este fenómeno.

1.2. Enfoque de los recursos relativos

Las teorías de los recursos relativos sostienen que la división de las tareas domésticas responde a una lógica de eficiencia económica y de poder de negociación dentro del hogar. Gary Becker (1987), desde la teoría del capital humano, argumentó que la especialización de las mujeres en el trabajo doméstico era una consecuencia lógica de su menor participación y menores ingresos en el mercado laboral, lo cual generaba una asignación eficiente de tareas al interior del hogar [1].

Este modelo fue posteriormente enriquecido con el concepto de *bargaining* o negociación. Lundberg y Pollak (1996) sostienen que las decisiones dentro del hogar no se toman como una unidad monolítica, sino que cada miembro negocia con base en sus intereses y en el poder que le otorgan sus recursos, particularmente los ingresos económicos [22, 23]. De este modo, a mayor aporte financiero, mayor capacidad de negociación para evitar o reducir la participación en tareas domésticas.

Diversos estudios empíricos han demostrado que las mujeres que trabajan a tiempo completo realizan menos tareas domésticas que aquellas que no tienen empleo remunerado. Asimismo, las parejas donde ambos miembros están laboralmente activos tienden a tener una distribución más equilibrada de las tareas. Sin embargo, estos mismos estudios también advierten que la mayor participación masculina no siempre es proporcional: muchas veces la reducción en la carga doméstica femenina no implica un aumento equivalente en la participación masculina, sino una reducción global del tiempo destinado al trabajo doméstico [18].

1.3. Enfoque de la socialización de género

El enfoque de la socialización de género propone una lectura alternativa. Según esta perspectiva, las diferencias en la participación de hombres y mujeres en las tareas del hogar no se explican solo por los recursos disponibles, sino por normas culturales y expectativas sociales profundamente arraigadas [3, 5]. Desde la infancia, las mujeres son educadas para asumir responsabilidades domésticas, lo cual es reforzado por la familia, la escuela, los medios de comunicación y otras instituciones.

Las teorías del *doing gender*, desarrolladas por West y Fenstermaker (1993), afirman que el género no es una condición estática, sino una construcción social que se reproduce en la práctica cotidiana [34]. En este marco, las tareas domésticas no solo responden a una necesidad funcional, sino que son una forma mediante la cual se expresa y reafirma la identidad de género. Las mujeres, al realizar estas actividades, estarían cumpliendo con su rol socialmente esperado de feminidad [35].

Incluso en contextos donde las mujeres tienen un mayor poder de negociación, ya sea por nivel educativo, ingreso económico o estatus laboral, persiste una desigualdad significativa en la asignación de tareas. Esto se debe a que los comportamientos domésticos están fuertemente influidos por los estereotipos de género internalizados y por la presión social [27]. Estudios recientes muestran que las parejas con valores más igualitarios tienden a distribuir las tareas de manera más equitativa. Sin embargo, también señalan que los cambios actitudinales no siempre se traducen en cambios en las prácticas cotidianas.

Además, la evidencia comparada sugiere que el grado de equidad en la distribución de tareas varía significativamente entre países y contextos culturales. En sociedades con normas de género más tradicionales, la división del trabajo doméstico tiende a ser más desigual, mientras que en contextos más igualitarios se observan prácticas más compartidas [15, 32]. No obstante, incluso en los países más avanzados en términos de igualdad de género, persisten formas sutiles de desigualdad que refuerzan la feminización del trabajo doméstico.

1.4. Distribución de tareas según tipo de pareja

La literatura especializada ha demostrado que el tipo de pareja influye significativamente en la distribución de las tareas domésticas. En particular, se observa que las parejas cohabitantes (no casadas) y las parejas del mismo sexo tienden a tener una división más equitativa en comparación con las parejas casadas heterosexuales [8, 31].

Las parejas cohabitantes, generalmente más jóvenes y con valores de género más igualitarios, suelen organizar las tareas del hogar con criterios más flexibles. Por ejemplo, la Encuesta de Empleo del Tiempo (2002–2003) en España muestra que los hombres en parejas no casadas realizan una mayor proporción de tareas domésticas, incluyendo aquellas de carácter rutinario como la cocina o la limpieza, en comparación con sus contrapartes casados. Las mujeres cohabitantes, a su vez, dedican menos tiempo al trabajo doméstico que las mujeres casadas, lo que sugiere una mayor equidad [9].

En cuanto a las parejas del mismo sexo, se trata de un caso particular que permite observar con mayor claridad la influencia de los recursos económicos en la asignación de tareas, despojando el

análisis de los roles de género tradicionales. Dado que ambos miembros comparten una socialización de género similar, la distribución del trabajo en estas parejas tiende a basarse más en la disponibilidad de tiempo y el poder de negociación que en expectativas culturales sobre el rol masculino o femenino [31].

1.5. ¿Qué afecta la distribución equitativa?

La equidad en la asignación de tareas domésticas depende de una variedad de factores que interactúan entre sí:

- **Recursos económicos:** Los ingresos y el nivel educativo influyen en la distribución de tareas. Quien aporta más económicamente al hogar suele tener mayor poder de negociación para evitar o reducir su participación en las tareas domésticas [1, 22, 23, 26]. Las mujeres con mayor nivel educativo y mejores ingresos tienden a asumir menos tareas del hogar, mientras que los hombres con menor poder adquisitivo o más tiempo libre suelen aumentar su participación.
- **Disponibilidad de tiempo:** Quienes trabajan menos horas fuera del hogar tienden a asumir más responsabilidades domésticas. Esto incluye a personas desempleadas, estudiantes o con jornadas laborales reducidas. No obstante, esta distribución basada en el tiempo disponible no siempre garantiza equidad, ya que puede reproducir desigualdades estructurales [18, 31].
- **Normas culturales y de género:** Las expectativas tradicionales continúan influyendo en la asignación de tareas. Incluso en hogares de parejas heterosexuales donde las mujeres ganan más o tienen mayor disponibilidad económica, a menudo se espera que asuman un rol central en las tareas del hogar, lo cual responde a una socialización temprana y a estereotipos persistentes [3, 5, 35].
- **Tipo de pareja:** Las parejas no casadas y del mismo sexo tienden a tener prácticas más igualitarias, al no estar sujetas a las mismas normas tradicionales. La negociación y la flexibilidad son más frecuentes en estos hogares [8, 31, 9].
- **Presencia de hijos y ciclo vital:** El nacimiento de hijos suele intensificar la desigualdad. Estudios muestran que, tras el nacimiento del primer hijo, la participación femenina en tareas domésticas y de cuidado aumenta significativamente, incluso en parejas que previamente se organizaban de forma equitativa [20, 13]. Otros eventos del ciclo vital, como el envejecimiento o el retiro laboral, también impactan en la distribución de tareas. Estos eventos modifican parámetros centrales del modelo doméstico, tales como la disponibilidad horaria y la capacidad física para ejecutar determinadas tareas, lo que obliga a una reasignación de responsabilidades y puede alterar el equilibrio previamente alcanzado en la organización del hogar.
- **Naturaleza de las tareas:** Las tareas domésticas no son homogéneas. Aquellas rutinarias, frecuentes y menos valoradas socialmente como cocinar, limpiar, lavar ropa; suelen recaer sobre las mujeres. En cambio, los hombres asumen con mayor frecuencia tareas esporádicas o técnicas como reparaciones del hogar o jardinería, que conllevan menor carga diaria [31, 8].
- **Apoyo externo:** La posibilidad de contratar ayuda doméstica o utilizar servicios externos influye en la carga de trabajo. No obstante, en muchos hogares el acceso a estos recursos es limitado. Además, el hecho de externalizar tareas no siempre se traduce en una distribución equitativa interna: muchas veces reduce la carga de las mujeres, pero no aumenta la participación masculina [14, 29].
- **Contexto sociocultural:** Las diferencias entre países, regiones y generaciones reflejan el peso de los valores ideológicos. En sociedades con mayor igualdad de género y políticas públicas activas, se observa una mayor equidad en la distribución de tareas [24, 15, 32].

1.6. El trabajo doméstico y su valor económico

El trabajo doméstico no remunerado comprende todas las actividades necesarias para la reproducción cotidiana de la vida: limpieza, cocina, compras, gestión del hogar, cuidado de personas dependientes, entre otras. A pesar de su centralidad para el sostenimiento de la vida, este trabajo ha sido históricamente invisibilizado y excluido de las cuentas nacionales[2, 17].

Diversas investigaciones han intentado estimar el valor económico del trabajo doméstico. Por ejemplo, un estudio realizado por Marta Domínguez Folgueras para el Observatorio Social de *La Caixa* concluyó que, dependiendo del método de valoración, el trabajo doméstico no remunerado en España podría representar entre el 40 % y el 77 % del Producto Interno Bruto (PIB)[11].

Además, estadísticas para América Latina muestran una distribución profundamente desigual: las mujeres realizan el 62 % del trabajo de cuidado, el 68 % de la limpieza, el 70 % de la preparación de alimentos y el 82 % del cuidado de la ropa. Estas cifras ilustran tanto la magnitud del trabajo doméstico como la persistencia de una fuerte división sexual del trabajo [14].

En Uruguay, los datos de las encuestas de uso del tiempo reflejan que las mujeres dedican más del doble de horas semanales al trabajo doméstico no remunerado en comparación con los hombres [21]. Esta carga adicional constituye un obstáculo para la igualdad de oportunidades laborales, limita la autonomía económica y afecta el bienestar personal de las mujeres.

A pesar de su importancia, el trabajo doméstico sigue siendo considerado una actividad improductiva en los marcos económicos tradicionales. Esta subvaloración perpetúa su invisibilidad y dificulta el diseño de políticas públicas que reconozcan su aporte real a la economía y al bienestar social [17].

1.7. La carga mental del trabajo doméstico

Además del trabajo físico asociado a las tareas del hogar, existe una dimensión invisible y frecuentemente desatendida: la carga mental. Este concepto hace referencia al esfuerzo cognitivo y emocional necesario para planificar, coordinar, supervisar y anticipar las actividades domésticas y de cuidado. Incluye desde recordar turnos médicos y fechas de vencimiento de cuentas, hasta planificar las comidas semanales o gestionar las necesidades escolares de los hijos [10, 19].

La carga mental suele recaer desproporcionadamente sobre las mujeres, incluso en hogares donde los hombres participan en la ejecución de tareas físicas. Esta sobrecarga genera un estado de alerta constante, una sensación de “trabajo permanente” que impide la desconexión mental, provocando fatiga, estrés, ansiedad y, en muchos casos, una menor productividad en otros ámbitos como el laboral o académico [20].

1.7.1. Invisibilidad y subvaloración

A diferencia de las tareas físicas, la carga mental no es fácilmente observable ni cuantificable. No deja rastros materiales y muchas veces se asume como una habilidad natural femenina, lo que refuerza su invisibilización y desvaloriza el esfuerzo implicado [3]. Esta percepción contribuye a mantener la desigualdad, ya que no se considera como un trabajo que deba ser distribuido equitativamente.

1.7.2. Impacto en la equidad de género

Aunque algunos hombres asumen tareas del hogar, la organización y planificación continúan siendo responsabilidad femenina. Esto sostiene una doble carga: las mujeres deben ejecutar y además coordinar. Este desequilibrio contribuye a una “doble jornada” que impacta negativamente en su bienestar, salud mental, autonomía y desarrollo profesional [20, 5].

1.7.3. La carga mental como tema de política pública

El reconocimiento de la carga mental como parte del trabajo doméstico y de cuidado debe incorporarse en la agenda pública. Las políticas de conciliación deberían incluir no solo el tiempo físico dedicado a estas actividades, sino también el peso de la gestión emocional y organizativa. Campañas

educativas y programas de sensibilización pueden ayudar a redistribuir este tipo de tareas, cuestionando estereotipos y promoviendo la corresponsabilidad integral [14, 29].

1.8. Inequidad en el uso de políticas de conciliación

Aunque existen diversas medidas legales orientadas a facilitar la conciliación entre la vida laboral y familiar como licencias parentales, reducción horaria, jornadas flexibles o trabajo a distancia, su utilización sigue mostrando una fuerte desigualdad de género [13].

En Uruguay, datos recientes indican que solo el 4.9 % de los hombres acceden a medidas de conciliación, frente al 37.7 % de las mujeres. Esta brecha refleja tanto barreras culturales (como la naturalización del rol femenino como cuidadora) como resistencias organizacionales y laborales que desincentivan la participación masculina [5, 27].

En muchos casos, los hombres sienten que tomar licencias o reducir la jornada podría perjudicar su carrera, lo que refuerza la idea de que estas políticas son “para mujeres”. Así, se perpetúa un círculo vicioso donde las mujeres asumen mayor carga y los hombres se ven excluidos o desincentivados de participar activamente [20].

1.9. El cuidado como dimensión del trabajo doméstico no remunerado

El trabajo de cuidado (de niños, personas mayores o personas en situación de dependencia) constituye una de las formas más intensas y exigentes de trabajo doméstico. Requiere no solo tiempo, sino también atención constante, gestión emocional, planificación y muchas veces conocimiento especializado [14, 29].

En Uruguay, según datos del Instituto Nacional de las Mujeres, las mujeres dedican en promedio 36.3 horas semanales al trabajo no remunerado, mientras que los hombres apenas alcanzan las 15.7 horas. Esta brecha no solo refleja una división desigual, sino que afecta directamente las posibilidades de inserción laboral, autonomía económica y desarrollo personal de las mujeres [21].

El cuidado ha sido históricamente delegado al ámbito familiar, y más específicamente, a las mujeres. Sin embargo, los cambios demográficos como el envejecimiento poblacional y la reducción de la fecundidad han incrementado la demanda de cuidado y reducido la capacidad de las familias para responder de forma autosuficiente, lo que resalta la necesidad de respuestas estructurales [17].

1.10. Perspectivas sobre políticas públicas y género

Las políticas públicas con enfoque de género buscan reducir las desigualdades estructurales mediante el reconocimiento del trabajo doméstico y de cuidado, su redistribución entre géneros y su socialización parcial mediante servicios del Estado [25].

En Uruguay, el Sistema Nacional Integrado de Cuidados (SNIC) constituye un avance significativo en esta dirección. Su objetivo es distribuir socialmente el trabajo de cuidados, mejorando la oferta de servicios, profesionalizando la tarea de cuidar y promoviendo la corresponsabilidad entre hombres y mujeres [14].

Sin embargo, para que estas políticas sean efectivas, no basta con la provisión de servicios. Se requiere un cambio cultural profundo que desnaturalice la asignación del cuidado a las mujeres y promueva una participación activa de los hombres. Solo así se podrá avanzar hacia una distribución más justa y equitativa de las tareas domésticas y de cuidado [29].

1.11. Cómo repartir las tareas domésticas de manera equitativa

El reparto equitativo de las tareas domésticas implica distribuir las responsabilidades del hogar de manera justa entre todos los miembros de la familia, considerando sus capacidades, tiempos disponibles y preferencias personales. La equidad no implica una división idéntica, sino una organización que tenga

en cuenta las condiciones particulares de cada persona y promueva la corresponsabilidad como principio organizador.

Las investigaciones actuales proponen que este reparto debe basarse en tres principios fundamentales:

- **Corresponsabilidad y compromiso igualitario:** Todas las personas que conviven en un hogar deben participar activamente en las tareas del hogar y del cuidado. La corresponsabilidad reconoce que estas tareas no son inherentes a un solo género ni a un grupo etario [25].
- **Flexibilidad y adaptabilidad:** La distribución debe poder ajustarse a los cambios en las circunstancias familiares, laborales o personales. Las parejas y familias que renegocian constantemente su organización interna logran mejores niveles de satisfacción y justicia doméstica [31].
- **Reconocimiento del trabajo invisible:** Incluir en la planificación no solo las tareas físicas, sino también la carga mental, permite una mejor distribución de responsabilidades. Esta dimensión, aunque intangible, requiere ser visibilizada y valorada [10, 19].

1.12. Participación de adultos mayores en las tareas del hogar

Tradicionalmente, los adultos mayores han sido percibidos como sujetos pasivos o exclusivamente receptores de cuidados, lo que ha contribuido a su exclusión de la organización cotidiana del hogar. Sin embargo, los enfoques contemporáneos de envejecimiento activo destacan la importancia de integrarlos como agentes valiosos dentro del ámbito doméstico, reconociendo tanto sus capacidades como el aporte que pueden realizar al bienestar familiar [33].

La participación de las personas mayores debe organizarse considerando sus condiciones físicas y cognitivas, de manera que puedan involucrarse en tareas seguras y significativas. Actividades como la organización general del hogar, la planificación de compras, la preparación de comidas simples, la supervisión de menores o la gestión de documentación constituyen ejemplos de aportes posibles y adecuados. Su inclusión no solo contribuye al funcionamiento cotidiano del hogar, sino que también fortalece los vínculos familiares, promueve la autonomía y mejora el bienestar emocional, otorgando un rol activo y socialmente valioso a quienes tradicionalmente han sido relegados de estas responsabilidades [17].

Favorecer la participación de los adultos mayores implica, además, reconocer sus saberes y experiencia acumulada, integrarlos en la toma de decisiones y valorar sus contribuciones como elementos fundamentales de la vida familiar. Desde esta perspectiva, la convivencia intergeneracional se enriquece y se avanza hacia una organización doméstica más inclusiva y equitativa.

1.13. Asignación de tareas en niños y niñas

La participación infantil en las tareas del hogar es clave no solo para aliviar la carga de los adultos, sino para formar sujetos autónomos, responsables y conscientes de la importancia del trabajo doméstico. No obstante, tradicionalmente se ha asignado a niños y niñas tareas diferenciadas por género, reforzando estereotipos desde edades tempranas.

1.13.1. Enfoques tradicionales y modernos en la asignación de tareas a niños y adolescentes

Los modelos tradicionales de socialización han tendido a asignar a las niñas tareas rutinarias y vinculadas al cuidado mientras que a los varones se les destinaban tareas esporádicas o físicas, tales como sacar la basura o cortar el césped. Estas prácticas reproducen estereotipos de género internalizados desde la infancia y refuerzan expectativas diferenciadas sobre el rol de mujeres y varones dentro del hogar [3]. Frente a ello, los enfoques modernos de corresponsabilidad sostienen que la

distribución de tareas debe realizarse sin distinción de género, promoviendo la igualdad y el desarrollo de habilidades compartidas.

La evidencia reciente indica que cuando los niños participan de manera equitativa en las tareas domésticas se reducen las brechas de género a futuro y se fortalecen relaciones familiares más igualitarias. Para avanzar hacia este objetivo, es fundamental fomentar la participación activa de los niños en la organización del hogar, permitiéndoles elegir tareas acordes a sus intereses y edad, promoviendo la rotación de responsabilidades y evitando asignaciones rígidas basadas en estereotipos. Asimismo, dialogar abiertamente sobre la importancia de compartir las tareas y modelar prácticas igualitarias resulta esencial para consolidar hábitos de corresponsabilidad. El reconocimiento del esfuerzo y la motivación positiva son elementos clave para sostener este proceso, contribuyendo a formar hogares más justos y colaborativos [31].

1.14. Reparto de tareas entre todos los miembros del hogar

Para lograr una distribución sostenible y equitativa, todos los integrantes del hogar deben involucrarse en el diseño y seguimiento de la asignación de tareas. Esto implica no solo repartir actividades, sino también fomentar espacios de diálogo, revisión periódica y renegociación [25, 31].

En hogares con niños, adolescentes, adultos y personas mayores, la equidad implica asignar responsabilidades en función de capacidades reales, no de estereotipos ni roles preestablecidos. Esta lógica fomenta la cooperación, el respeto intergeneracional y el desarrollo de habilidades que trascienden lo doméstico.

1.15. Limitaciones para una distribución equitativa

A pesar de los esfuerzos por promover la corresponsabilidad y una distribución más justa de las tareas domésticas, existen múltiples barreras que dificultan su implementación efectiva. Estas limitaciones pueden agruparse en cuatro grandes dimensiones: culturales, económicas, psicológicas y físicas.

1.15.1. Limitaciones culturales y sociales

Las normas de género y los estereotipos culturales constituyen una de las principales barreras para una distribución equitativa. En muchos contextos, se sigue asociando la responsabilidad del hogar a las mujeres, lo que genera resistencia a redistribuir tareas [3, 5].

- Los hombres pueden sentir que asumir ciertas tareas domésticas afecta su masculinidad o estatus.
- Las mujeres, a su vez, pueden haber internalizado la idea de que deben encargarse de estas actividades, lo que dificulta su delegación.

Esta resistencia también se refuerza por la socialización temprana, que refuerza la división sexual del trabajo desde la infancia, consolidando patrones que se reproducen en la adultez [35].

1.15.2. Limitaciones económicas y de recursos

Las condiciones económicas del hogar inciden directamente en la posibilidad de redistribuir tareas. Las familias con menores ingresos enfrentan dificultades para acceder a servicios que alivien la carga doméstica, como cuidado infantil, limpieza o alimentación preparada.

- La falta de tiempo y flexibilidad laboral limita las posibilidades de negociación.
- En muchos hogares, las mujeres asumen la carga porque sus trabajos son más precarios o informales.

Estas desigualdades se ven reforzadas por dinámicas económicas más amplias, donde el poder de negociación dentro del hogar depende en gran medida de los ingresos y de la posición laboral de cada integrante [1, 23, 26].

1.15.3. Limitaciones psicológicas y emocionales

Factores como el estrés, la sobrecarga, la fatiga mental y los conflictos familiares también dificultan la redistribución de tareas. La carga mental, al ser invisible, suele ser ignorada en la negociación, lo que profundiza la desigualdad [10].

Además, pueden generarse tensiones o resistencias cuando se intenta cambiar la organización habitual del hogar, especialmente si hay percepciones de injusticia o pérdida de control por parte de alguno de los miembros [20].

1.15.4. Limitaciones físicas y de salud

La edad, la discapacidad o las enfermedades crónicas pueden restringir la capacidad de ciertos miembros del hogar para asumir determinadas tareas. Sin embargo, esto no debe implicar su exclusión, sino una asignación adaptada y una valoración de los aportes posibles [33].

- Las tareas deben ajustarse a las capacidades reales, evitando sobrecargar a unos o subestimar a otros.
- Las contribuciones emocionales, organizativas o de apoyo también deben ser reconocidas como parte del trabajo doméstico.

1.16. Interrelación de factores limitantes

Estas limitaciones no operan de forma aislada, sino que se interrelacionan y retroalimentan. Por ejemplo, una limitación económica puede aumentar el estrés y reducir el tiempo disponible, intensificando la carga mental [10, 1]. Asimismo, una norma cultural restrictiva puede impedir que una persona con capacidad física asuma ciertas tareas, simplemente por su género [5].

Por tanto, una política o modelo que busque promover la equidad debe contemplar la complejidad de estos factores y diseñar soluciones que combinen herramientas estructurales (como políticas públicas), educativas (como la formación en igualdad) y relacionales (como el fomento del diálogo dentro del hogar).

1.17. La corresponsabilidad como horizonte

La corresponsabilidad es el marco normativo y práctico desde el cual repensar la organización doméstica. Supone abandonar la idea de que las tareas del hogar son responsabilidad natural de ciertos miembros (principalmente mujeres) y avanzar hacia una distribución justa, basada en el respeto, la colaboración, la negociación y la equidad [25].

Este enfoque no solo tiene beneficios para quienes asumen menos carga, sino también para quienes se integran de manera más activa en la vida doméstica, mejorando los vínculos familiares, el bienestar emocional y la calidad de vida general del hogar [31].

Capítulo 2

Introducción

A partir del marco conceptual presentado, el presente trabajo se enmarca en el estudio de los problemas de asignación de tareas (*task allocation*), los cuales forman parte de una familia ampliamente abordada dentro de la investigación operativa. En particular, estos problemas buscan asignar recursos limitados a un conjunto de tareas, optimizando determinados criterios bajo restricciones específicas. En este contexto, es habitual la utilización de modelos de programación lineal entera mixta (Mixed Integer Linear Programming), los cuales permiten representar decisiones discretas y continuas de forma simultánea.

Existen antecedentes en la literatura que abordan problemas de asignación en ámbitos como la industria y los servicios, donde se optimiza la asignación de recursos humanos o materiales considerando restricciones operativas, disponibilidad y preferencias. Estos modelos han sido ampliamente aplicados en contextos productivos y organizacionales, como la planificación de tareas y la asignación eficiente de recursos.

En contraste, el ámbito doméstico ha sido abordado principalmente desde perspectivas sociales y económicas, destacando estudios sobre la distribución del trabajo no remunerado, la organización del hogar y su impacto en la equidad de género [1, 2, 17, 36]. Asimismo, diversas investigaciones han puesto en evidencia la existencia de una carga mental asociada a la gestión de las tareas domésticas, la cual recae de manera desigual entre los integrantes del hogar [10, 9, 39]. Sin embargo, no se han identificado enfoques que utilicen herramientas de programación matemática para modelar y optimizar la asignación de tareas en este contexto, lo que evidencia una oportunidad de aporte.

En este sentido, el presente trabajo propone la construcción de un modelo matemático que permita representar y analizar diferentes formas de asignación de tareas domésticas dentro del hogar. El modelo busca incorporar variables como el tiempo disponible, las preferencias individuales, la duración y frecuencia de las tareas, así como criterios de equidad, eficiencia y bienestar. Asimismo, se incorpora la carga mental como una dimensión relevante del análisis, permitiendo una evaluación más integral de la distribución del trabajo doméstico.

El objetivo general del trabajo es desarrollar una herramienta objetiva que contribuya a mejorar la organización de las tareas dentro del hogar, promoviendo una distribución más equitativa y eficiente, y considerando la diversidad de los integrantes que lo conforman.

El modelo fue implementado en Python utilizando la librería PuLP y se evaluó mediante distintos escenarios de prueba. A través de estos casos, se busca analizar el comportamiento del modelo ante variaciones en los parámetros, así como identificar patrones y puntos críticos mediante un análisis de sensibilidad.

Objetivos específicos:

- Desarrollar un modelo de optimización lineal que distribuya tareas domésticas de forma equitativa.
- Incorporar variables asociadas a las preferencias de los individuos que conforman un hogar.
- Implementar el modelo en Python utilizando la librería PuLP.
- Validar su funcionamiento a través de casos de prueba simulados.

- Analizar la carga mental asociada a cada integrante del hogar.

El documento se organiza de la siguiente manera. En el Capítulo 1 se presenta el marco teórico, donde se abordan los principales conceptos relacionados con la distribución de tareas domésticas, la equidad de género y la carga mental. En el Capítulo 3 se desarrolla la formulación matemática del modelo propuesto. En el Capítulo 4 se presentan los casos de prueba diseñados para validar el modelo. En el Capítulo 5 se analiza un caso base representativo y se realiza un estudio de sensibilidad que permite evaluar el impacto de variaciones en los parámetros del modelo. Finalmente, en los capítulos posteriores se exponen las conclusiones del trabajo y posibles líneas de investigación futura.

Capítulo 3

Desarrollo del Modelo

3.1. Planteo del problema

El presente trabajo propone un modelo de optimización lineal para la asignación de tareas en el hogar, que incorpora múltiples dimensiones:

- La preferencia de cada persona para cada tarea.
- El tiempo disponible semanal de cada integrante.
- La duración ideal de cada tarea, su frecuencia y su prioridad relativa.
- Una restricción explícita de equidad en la utilización efectiva del tiempo.

El objetivo principal es maximizar una función de completitud de tareas, promoviendo una asignación que favorezca las preferencias de los distintos integrantes del hogar, las prioridades relativas asociadas a cada tarea y que garantice una distribución equitativa del tiempo disponible para el trabajo doméstico.

El modelo fue implementado en Python utilizando la biblioteca PuLP para la formulación del problema de optimización lineal y el solver CBC para su resolución. El desarrollo y las pruebas se realizaron en un entorno de ejecución Python, aprovechando las funcionalidades de dichas herramientas para la definición de variables, restricciones y función objetivo. Posteriormente, el modelo fue validado mediante una batería de casos de prueba que simulan distintos escenarios. Lo que permite analizar el comportamiento del modelo frente a condiciones extremas.

En las siguientes secciones se detalla la formulación matemática general, los parámetros y variables utilizadas, el código de implementación y los resultados obtenidos.

3.2. Formulación matemática general

La formulación del caso de asignación de tareas se modela matemáticamente como un problema de programación lineal (PL), definido por una única variable continua y positiva $X_{p,t}$, que busca representar cuántas horas debe dedicar cada persona a cada tarea, optimizando una función objetivo sujeta a restricciones operativas y de equidad.

3.2.1. Interpretación del modelo

El modelo tiene como objetivo distribuir las tareas del hogar de modo que:

- Se respeten las preferencias de cada integrante.
- Se contemple el tiempo disponible de cada persona.
- Se promueva una distribución equitativa de los tiempos utilizados sobre los tiempos disponibles.

- Se visualice el esfuerzo mental que realiza cada integrante.

Para el desarrollo del modelo matemático se toma como base un hogar compuesto por un conjunto de integrantes que disponen de una cantidad limitada de tiempo para realizar tareas domésticas. Cada tarea tiene una duración estándar definida y una frecuencia semanal determinada, lo que compone el tiempo total requerido, siendo este en base semanal. El modelo además busca decidir cómo distribuir el tiempo disponible de cada integrante entre las distintas tareas, teniendo en cuenta tres elementos principales: la disponibilidad horaria semanal de cada persona, la prioridad relativa de cada tarea y las preferencias individuales para realizarlas. De esta forma, el modelo busca asignar horas buscando utilizar los recursos limitados de forma eficiente, favoreciendo las combinaciones persona-tarea que contribuyan en mayor parte a maximizar la función objetivo considerando preferencias y prioridades.

3.3. Variables y parámetros del modelo

A continuación se detallan los componentes que conforman el modelo matemático.

Conjuntos

- P : conjunto de personas integrantes del hogar.
- T : conjunto de tareas domésticas consideradas.

Parámetros

Los parámetros del modelo representan las características estructurales del hogar y de las tareas consideradas. Su definición se realiza previamente a la ejecución del modelo y surge del acuerdo entre los integrantes del hogar. De esta forma, el modelo incorpora una dimensión participativa que permite adaptar la formulación matemática a la realidad específica de cada hogar. Adicionalmente, para las tareas domésticas precargadas en el sistema, el modelo dispone de valores base de duración, frecuencia semanal, preferencia, prioridad relativa y carga mental. Estos valores estándar son definidos como punto de partida para el desarrollo y validación del modelo, siendo supuestos del modelo. Dichos parámetros pueden ser ajustados según las características particulares de cada hogar, manteniendo así la flexibilidad del modelo. Como aspecto a destacar, la incorporación explícita de preferencias individuales constituye un elemento distintivo del modelo respecto a los problemas clásicos de asignación utilizados en contextos productivos o laborales. En dichos modelos, la asignación suele basarse en criterios de eficiencia o costo, sin considerar dimensiones subjetivas asociadas a la afinidad o disposición de los individuos hacia determinadas tareas. En el presente enfoque, las preferencias forman parte de la función objetivo, permitiendo integrar bienestar y adecuación personal en el proceso de decisión.

- *Duración* ($D_{(t)}$) : duración de la tarea $t \in T$, en horas por ejecución. Representa el tiempo estimado definido que insume realizar una vez la tarea t .
- *Prioridad* ($P_{(t)}$) : número entero entre 1 y 10 que representa la prioridad relativa de la tarea t . Donde un valor de 1 representa la menor prioridad posible, mientras que un valor de 10 corresponde al nivel máximo. Tareas de prioridad 10 son las que deben realizarse de forma prioritaria sobre las demás.
- *Frecuencia* ($F_{(t)}$) : es la cantidad de veces que se realiza la tarea t en una semana. (Ejemplo: Lavado de platos, suponiendo se lavan tras el almuerzo y la cena, los 7 días de la semana. La frecuencia sería de 14).
- *Tiempo disponible* $_p$: tiempo disponible de la persona $p \in P$, en horas por semana.
- *Preferencia* $_{p,t}$: preferencia de la persona p para realizar la tarea t . Es un valor numérico que se selecciona en cada hogar previo a la corrida del programa. Es de común acuerdo entre todos los integrantes del hogar, de acuerdo con la preferencia que tiene cada persona para realizar las

tareas, lo capacitada que está y los gustos de cada uno. Está valorada entre 0 y 1, donde una preferencia de 0 implica que la tarea no tiene que ser asignada a esa persona (restricción que se verá más adelante) y una preferencia de 1 representa a una persona altamente capacitada y que el programa tiene que seleccionar de forma preferencial.

- $CargaMental_{p,t}$: carga mental percibida por la persona p al realizar la tarea t . Este parámetro no es considerado para la función objetivo, se utiliza como forma de visualización para el índice de carga mental que se verá en una sección posterior. Los valores de este parámetro van del 1.0 al 2.0 donde las tareas que tienen baja carga mental se les asigna 1.0, las que tienen la mayor carga 2.0 y los decimales son para poder diferenciar en 10 niveles distintos de carga. También son de común acuerdo entre los distintos integrantes.

VARIABLES DE DECISIÓN

- $X_{p,t}$: cantidad de horas por semana asignadas a la persona p para realizar la tarea t .

PARÁMETROS CALCULADOS INTERNAMENTE

- $Requerimiento_t$: es el tiempo semanal en horas que requiere la tarea t , resultado de multiplicar la frecuencia por la duración.

$$R_t = D_t * F_t \quad (3.1)$$

- $Completitud_t$: proporción de realización de la tarea t , con base en su duración y frecuencia.

$$Completitud_t = \frac{1}{D_t * F_t} \sum_{p \in P} X_{p,t} \quad (3.2)$$

Este conjunto de variables y parámetros permite representar tanto las características objetivas (como tiempos y frecuencias), como aspectos subjetivos (preferencias), lo que habilita una asignación más justa y realista de las tareas.

3.4. FUNCIÓN OBJETIVO

El objetivo del modelo es maximizar el nivel de completitud de las tareas del hogar a través de asignación de estas a integrantes según su disponibilidad temporaria y considerando:

- Qué tanto se realiza cada tarea (en relación a su duración y frecuencia).
- Selección del integrante considerando sus preferencias.
- Qué tan importante es esa tarea para el hogar (prioridad).

Función matemática

Para facilitar la interpretación de la función objetivo, resulta conveniente construirla de manera progresiva, partiendo de su forma más básica hasta incorporar todos los elementos del modelo.

En primer lugar, para cada tarea t , puede considerarse el término:

$$\frac{1}{D_t F_t} \sum_{p \in P} X_{p,t} \quad (3.3)$$

donde $D_t F_t$ representa el requerimiento semanal total de la tarea t , y $\sum_{p \in P} X_{p,t}$ corresponde al total de horas asignadas a dicha tarea.

Esta expresión mide la proporción del requerimiento semanal que es efectivamente cubierta, es decir, el nivel de completitud de la tarea.

Si el valor es igual a 1, la tarea queda completamente cubierta; si es menor que 1, queda parcialmente realizada; y si es 0, no se realiza.

En una segunda etapa, el modelo incorpora las preferencias individuales ponderando las horas asignadas:

$$\frac{1}{D_t F_t} \sum_{p \in P} X_{p,t} \cdot Preferencia_{p,t} \quad (3.4)$$

Al introducir el parámetro $Preferencia_{p,t}$ dentro de la sumatoria, las horas buscan ser asignadas a personas con mayor preferencia o afinidad para la tarea, generando un mayor aporte al valor del objetivo.

De esta forma, el modelo no solo busca cubrir tareas, sino que favorece asignaciones acordes a las capacidades y disposiciones de los integrantes del hogar.

Finalmente, cada tarea se pondera según su nivel de importancia relativa:

$$\left(\frac{1}{D_t F_t} \sum_{p \in P} X_{p,t} \cdot Preferencia_{p,t} \right) \cdot Prioridad_t \quad (3.5)$$

El parámetro $Prioridad_t$ actúa como un peso que incrementa la contribución de aquellas tareas consideradas más relevantes, incentivando que el modelo priorice su ejecución cuando los recursos disponibles son limitados.

Integrando lo anterior, la función objetivo resultante a maximizar entonces resulta:

$$Z = \sum_{t \in T} \left(\left(\frac{1}{D_t F_t} \sum_{p \in P} X_{p,t} \cdot Preferencia_{p,t} \right) \cdot Prioridad_t \right) \quad (3.6)$$

En síntesis, la función objetivo suma el “valor generado” por cada tarea, donde dicho valor depende de cuánto se realiza, quién la realiza y cuán importante es dentro del hogar.

A modo de aclaración, dado que F_t puede tomar valores de frecuencia cero, se construyen dos restricciones a continuación que determinan que cuando $F_t = 0$ entonces $X_{p,t} = 0$, y además se restringe igualmente la función objetivo mediante la suma solamente de los $X_{p,t}$ estrictamente positivos.

3.5. Restricciones del modelo

El modelo incorpora un conjunto de restricciones que aseguran la factibilidad de la solución y la equidad en la distribución de las tareas.

3.5.1. Tiempo disponible por persona

La cantidad total de horas asignadas a cada persona no puede superar su tiempo disponible semanal.

$$\sum_{t \in T} X_{p,t} \leq Tiempodisponible_p \quad \forall p \in P \quad (3.7)$$

3.5.2. Requerimiento de cada tarea

La suma de horas asignadas a una tarea t entre todas las personas no debe superar la duración de cada tarea por su frecuencia semanal.

$$\sum_{p \in P} X_{p,t} \leq D_t \cdot F_t \quad \forall t \in T \quad (3.8)$$

3.5.3. Personas con preferencia nula

En los casos en que una persona tenga preferencia nula para una tarea, se impone que la tarea no se pueda asignar a esa persona. Partiendo de la base de que las preferencias son seleccionadas por los integrantes de forma consensuada, se espera que al menos un integrante tenga preferencia distinta de cero para poder ser una tarea asignable.

$$preferencia_{p,t} = 0 \Rightarrow X_{p,t} = 0 \quad (3.9)$$

3.5.4. Restricción de equidad (tiempo efectivo)

Para evitar grandes diferencias en la carga total cuando se dispone de tiempos mayores a los requeridos, se impone que para todo par de personas p, q , la proporción de horas efectivas asignadas respecto al tiempo disponible no debe diferir en más de un 25 % entre los integrantes. Dicho valor fue seleccionado de forma arbitraria.

Matemáticamente, esto se expresa como:

$$\frac{E_p}{T_p} \leq 1,25 \cdot \frac{E_q}{T_q} \quad y \quad \frac{E_q}{T_q} \leq 1,25 \cdot \frac{E_p}{T_p}$$

Donde:

- $E_p = \sum_t X_{p,t}$ es la suma de horas asignadas a la persona p ,
- $T_p =$ corresponde al *tiempodisponible_p* de la persona p ,
- p y q son dos personas distintas del hogar.

3.5.5. No negatividad

Las horas asignadas a cada persona para cada tarea deben ser mayores o iguales a cero.

$$X_{p,t} \geq 0 \quad \forall p \in P, \forall t \in T \quad (3.10)$$

3.5.6. Tareas con frecuencia cero

En los casos en que una tarea tenga frecuencia nula, se impone su completitud igual a cero (no se realizará en la semana).

$$F_t = 0 \Rightarrow \sum_{p \in P} X_{p,t} = 0 \quad (3.11)$$

3.6. Código del modelo de optimización en Python

El modelo fue implementado en Python utilizando la biblioteca PuLP, especializada en la resolución de problemas de optimización lineal. Si bien los autores cuentan con experiencia previa en el uso de GLPK, herramienta empleada en diversas asignaturas de la carrera para la formulación y resolución de modelos de optimización, en este proyecto se optó por Python debido a las ventajas que ofrece en términos de legibilidad y accesibilidad. Su sintaxis resulta más intuitiva y fácil de interpretar, lo que favorece la comprensión del código tanto para quienes deseen analizar el modelo como para aquellos que busquen adaptarlo o extenderlo en trabajos futuros. De esta manera, la elección de Python no solo permitió desarrollar una solución funcional, sino también generar una implementación más amigable y reutilizable para futuros lectores e investigadores.

Importación de librerías

```
from pulp import LpProblem, LpVariable, LpMaximize, LpSum, value, LpStatusOptimal
```

Definición de conjuntos y parámetros

```
# Lista de integrantes del hogar
personas = ['Persona1', 'Persona2', 'Persona3', ...]

# Lista de tareas a realizar en el hogar
tareas = ['Tarea1', 'Tarea2', 'Tarea3', ...]

# Diccionarios con parametros por tarea
duracion= {t: ... for t in tareas}
prioridad = {t: ... for t in tareas}
frecuencia = {t: ... for t in tareas}

# Tiempo disponible semanal por persona
tiempo_disponible = {
    'Persona1': ...,
    'Persona2': ...,
    'Persona3': ...,
    ...
}

# Preferencia de cada persona para cada tarea
preferencia = {
    'Persona_i': {
        'Tarea1': ...,
        'Tarea2': ...,
        'Tarea3': ...,
        ...
    },
    ...
}

# Carga mental percibida por cada persona para cada tarea
carga_mental = {
    'Persona_i': {
        'Tarea1': ...,
        'Tarea2': ...,
        'Tarea3': ...,
        ...
    },
    ...
}
```

Creación del modelo y variables de decisión

Variables de decisión

```
# Variables de decision:
X[p, t] -> cantidad de horas que la persona p dedica a la tarea t (>= 0)
```

Función objetivo

```
# Funcion objetivo
modelo = LpProblem("Asignacion_Tareas", LpMaximize)

FO_expr = lpSum(
    (lpSum(preferencia[p][t] * X[p, t] for p in personas) / (duracion[t] * frecuencia[t]))
    * prioridad[t]
    for t in tareas if frecuencia[t] > 0
)
modelo += FO_expr
```

Restricciones

```
# Restriccion 1: Tiempo disponible por persona
for p in personas:
    model += sum(X[p, t] for t in tareas) <= tiempo_disponible[p]
```

```
# Restriccion 2: Requerimiento de cada tarea
for t in tareas:
    model += sum(X[p, t] for p in personas) <= duracion[t] * frecuencia[t]
```

```
# Restriccion 3 : Preferencia Nula
for p in personas:
    for t in tareas:
        if preferencia[p][t] == 0:
            modelo += X[p, t] == 0, f"PeferenciaCero_{p}_{t}"
```

```
# Restriccion 4 : Equidad, la relacion de horas asignadas respecto al tiempo disponible no
# debe variar entre los integrantes en mas de un 25%

for i in range(len(personas)):
    for j in range(i+1, len(personas)):
        p = personas[i]
        q = personas[j]
        E_p = lpSum( X[p, t] for t in tareas )
        E_q = lpSum( X[q, t] for t in tareas )
        modelo += E_p * tiempo_disponible[q] <= 1.25 * E_q * tiempo_disponible[p], f"Equidad_{p}_{q}_1"
        modelo += E_q * tiempo_disponible[p] <= 1.25 * E_p * tiempo_disponible[q], f"Equidad_{p}_{q}_2"
```

```
# Restriccion 5: No negatividad
for p in personas:
    for t in tareas:
        modelo += X[p, t] >= 0
```

```
# Restriccion 6. Tareas con frecuencia cero
for t in tareas:
    if frecuencia[t] == 0:
        modelo += lpSum(X[p, t] for p in personas) == 0
```

3.7. Búsqueda de soluciones alternativas

El problema formulado es un modelo de programación lineal entera mixta, resuelto mediante el algoritmo Branch and Bound implementado por CBC.

Los principales criterios de parada son:

- Optimalidad demostrada: el solver finaliza cuando encuentra una solución factible y demuestra matemáticamente que no existe una solución mejor.
- Gap de optimalidad (MIP Gap):

$$Gap = FOmejorcota - FOmejorsolución / |FOmejorsolución| \quad (3.12)$$

donde:

- *FOmejorsolución* es la mejor solución encontrada.
- *FOmejorcota* el límite teórico calculado por el solver.
- Límite de tiempo (si se especifica).
- Límite de nodos explorados (si se configura).
- Límite de memoria (en casos muy grandes).

En este modelo no se configuró nada explícitamente, por lo cuál CBC busca la optimalidad exacta, es decir: $Gap = 0$ o una tolerancia numérica muy cercana a cero debido a errores de redondeo.

En problemas de programación lineal como el desarrollado en esta tesis, es frecuente que la función objetivo admita múltiples soluciones óptimas. En términos geométricos, esto ocurre cuando el valor óptimo puede alcanzarse en más de un vértice de la región factible llamándole así al espacio de soluciones. Sin embargo, los solvers suelen devolver solo una de esas soluciones, y la elección concreta puede depender de detalles internos del algoritmo, entre ellos el orden de declaración de las variables y restricciones.

En el caso particular de esta tesis, se observa en el análisis posterior que la biblioteca utilizada para la resolución del modelo (PuLP, con el solver CBC) tiende a seleccionar sistemáticamente combinaciones específicas de tareas e integrantes, especialmente en escenarios simétricos (por ejemplo, cuando preferencias y prioridades son iguales para varias tareas). Esto sugiere que, ante la presencia de soluciones óptimas alternativas, el solver privilegia ciertos “puntos de interés” de acuerdo con el orden en que las variables fueron declaradas, lo que introduce un sesgo estructural en la solución reportada.

Con el fin de explorar esta multiplicidad de soluciones óptimas y de verificar la robustez de las asignaciones obtenidas, se incorporó un procedimiento adicional de resolución en dos etapas, que permite introducir un criterio de desempate aleatorio, preservando siempre el valor óptimo de la función objetivo original.

3.7.1. Primera etapa: solución óptima base

En la primera etapa se resuelve el modelo original tal como fue formulado en las secciones anteriores. Es decir, se maximiza la función objetivo:

$$Z = \sum_t \left(\frac{\sum_p \text{preferencia}_{p,t} X_{p,t}}{\text{duración}_t \cdot \text{frecuencia}_t} \right) \cdot \text{prioridad}_t \quad (3.13)$$

sujeto a las restricciones de tiempo disponible por persona, límite de requerimiento por tarea, preferencia nula, equidad, no negatividad y tratamiento de tareas con frecuencia igual a cero.

El resultado de esta primera etapa es:

- el valor óptimo Z^* de la función objetivo, y
- un conjunto de valores x_{pt} que constituye una solución óptima factible.

Esta solución se toma como referencia base para las etapas siguientes.

3.7.2. Segunda etapa: desempate aleatorio preservando el óptimo

Reconociendo que pueden existir otras combinaciones de x_{pt} que alcancen el mismo valor Z^* , se plantea una segunda etapa de optimización cuyo objetivo es buscar soluciones alternativas, pero sin empeorar la función objetivo original.

Para ello, se introduce una nueva restricción:

$$Z \geq Z^* - \varepsilon \quad (3.14)$$

donde ε es una tolerancia numérica pequeña (por ejemplo, 10^{-9}), que garantiza que cualquier solución aceptada en esta etapa sea, en la práctica, óptima respecto de la función objetivo original.

Se estableció por parte del equipo de desarrollo de esta tesis definir este procedimiento como adecuado para lo que se quiere visualizar. Sobre esta base se define un objetivo secundario aleatorio de la forma:

$$\text{máx} \sum_{p,t} r_{pt} x_{pt} \quad (3.15)$$

donde los coeficientes r_{pt} se generan de manera aleatoria (por ejemplo, con valores en un rango simétrico alrededor de cero). Este objetivo secundario no tiene interpretación directa en términos del problema original, sino que funciona como un mecanismo de desempate aleatorio, fuerza al solver a “moverse” dentro del conjunto de soluciones óptimas, favoreciendo combinaciones distintas de x_{pt} que sigan respetando Z^* .

El procedimiento se repite con diferentes realizaciones de los coeficientes aleatorios r_{pt} . En cada intento se compara la nueva solución con la solución base de la primera etapa. Si se detectan diferencias significativas en alguna de las variables x_{pt} , se concluye que el problema presenta óptimos alternativos, y se adopta esta nueva solución como ejemplo de una asignación distinta pero igualmente óptima. Si, pese a los intentos, no se observan cambios, ello sugiere que el óptimo encontrado por el solver es, en la práctica, único bajo la discretización y tolerancias numéricas consideradas.

3.7.3. Vinculación con el análisis posterior

La incorporación de este procedimiento de desempate aleatorio cumple dos objetivos relevantes en el marco de la tesis:

1. Evidenciar el efecto del orden de declaración de las variables: Al comparar la solución base con las soluciones alternativas generadas mediante el objetivo aleatorio, es posible observar en qué medida el solver está sesgado hacia determinadas asignaciones (por ejemplo, privilegiando siempre ciertas tareas o personas) simplemente por el orden en que se definen las variables en el código. Esto se vincula directamente con los resultados analizados en capítulos posteriores, donde se muestra que, en condiciones de simetría (preferencias y prioridades iguales), la biblioteca tiende a elegir un subconjunto de tareas según el orden de entrada.
2. Evaluar la robustez de la solución: Explorar soluciones óptimas alternativas permite verificar si las conclusiones cualitativas del modelo (por ejemplo, la distribución de carga de cuidado, la completitud de tareas clave o el índice de carga mental por persona) se mantienen estables ante cambios en la combinación específica de x_{pt} que el solver selecciona. De este modo, se evita sobreinterpretar una única solución “canónica” que podría ser, en realidad, solo una entre muchas posibles.

En síntesis, el uso de este código adicional no modifica la estructura del modelo ni la función objetivo original, sino que agrega una capa de análisis sobre el comportamiento del solver y la multiplicidad de soluciones óptimas. Además, la disponibilidad de múltiples soluciones óptimas tiene valor práctico en sí misma. Diferentes familias pueden enfrentar circunstancias particulares por ejemplo, disponibilidad horaria, afinidades personales o necesidades específicas que hacen que algunas configuraciones resulten más adecuadas que otras. En este sentido, ofrecer un conjunto reducido pero diverso

de soluciones puede interpretarse como un “menú” de alternativas entre las cuales elegir la que mejor se adapte a cada contexto. Esta herramienta resulta clave para comprender por qué, en ciertos escenarios, el modelo tiende a “favorecer” sistemáticamente determinadas tareas o integrantes y cómo la introducción de aleatoriedad en el desempate permite obtener una visión más rica y menos sesgada del espacio de soluciones. Para visualizar el paso a paso del código en detalle, ver Anexo 7.5.

3.8. Consideración de la carga mental

3.8.1. Importancia social y visualización

La visualización y cuantificación de la carga mental en los sistemas de asignación de tareas es fundamental para reconocer y valorar el esfuerzo no siempre visible ni remunerado que implica la gestión y realización de múltiples actividades, especialmente en el ámbito doméstico o de equipos de trabajo. De acuerdo al marco teórico, una distribución equitativa de tareas no solo debe considerar el tiempo asignado, sino también el impacto cognitivo y emocional asociado. El análisis de la carga mental permite identificar situaciones de sobrecarga o desigualdad, lo que es especialmente relevante en el contexto social actual donde se busca una mayor justicia y equidad en la distribución del trabajo no remunerado y en la salud mental de los integrantes.

3.8.2. Independencia respecto a la función objetivo

Cabe señalar que el cálculo del índice de carga mental no interviene directamente en la función objetivo del modelo de optimización. En cambio, se calcula a partir de los resultados de la solución óptima obtenida. De esta manera, el índice funciona como una herramienta de diagnóstico que permite visualizar la distribución de la carga mental entre los integrantes, ofreciendo información valiosa para analizar, ajustar o redefinir criterios de asignación en futuras iteraciones del modelo.

3.8.3. Justificación metodológica de la escala y marco teórico

La escala adoptada para la clasificación de la carga mental se fundamenta en referencias de la literatura internacional, adaptando los principios de dos metodologías reconocidas:

- *NASA – TLX (NASA Task Load Index)*: Es uno de los instrumentos más utilizados para la evaluación multidimensional de la carga mental, considerando factores como demanda mental, demanda física, demanda temporal, esfuerzo, desempeño y frustración. NASA-TLX propone la integración de diversos factores para obtener un puntaje total de carga mental, donde la interpretación de los valores suele hacerse en función de rangos relativos definidos para cada contexto.
- *SWAT (Subjective Workload Assessment Technique)*: Por su parte, la metodología SWAT utiliza escalas para clasificar la carga mental en tres niveles (bajo, medio, alto) en función de las demandas temporales, mentales y de esfuerzo. Este enfoque ofrece una segmentación simple y comprensible para la toma de decisiones y el análisis de resultados.

3.8.4. Evaluación y Clasificación de la Carga Mental

NASA Task Load Index (NASA-TLX)

La NASA-TLX es una herramienta de evaluación subjetiva de la carga mental desarrollada por la NASA, cuyo objetivo es cuantificar el esfuerzo percibido por una persona al realizar una tarea o conjunto de tareas. Utiliza seis dimensiones:

- **Demanda mental (Mental Demand)**: nivel de actividad mental y percepción de dificultad.
- **Demanda física (Physical Demand)**: cantidad de esfuerzo físico requerido.
- **Demanda temporal (Temporal Demand)**: presión de tiempo y sensación de apuro.

- **Desempeño (Performance):** percepción de la propia eficacia en la tarea.
- **Esfuerzo (Effort):** cantidad global de esfuerzo realizado.
- **Frustración (Frustration):** nivel de molestia, estrés o irritación experimentado.

Los umbrales definidos por la NASA TLX SON:

Tabla 3.1: Puntaje NASA-TLX

Umbral	Descripción
0-20	Carga muy baja
21-40	Carga baja
41-60	Carga moderada
61-80	Carga alta
81-100	Carga muy alta

Aplicación práctica:

- Se pide al evaluado que asigne un valor de 0 a 100 a cada dimensión, según su experiencia durante la tarea.
- Además, se pondera la importancia relativa de cada dimensión (a través de comparaciones por pares).
- Finalmente, el índice NASA-TLX se calcula como un promedio de la suma de los puntajes de las 6 dimensiones.

Ejemplo: Una persona realiza una tarea y reporta los siguientes valores:

- Demanda mental: 60
- Demanda física: 20
- Demanda temporal: 50
- Desempeño: 80
- Esfuerzo: 70
- Frustración: 40

El índice de carga mental sería de: $(60+20+50+80+70+40)/6 = 53,3$. Valor que queda comprendido en el umbral 41-60, indicando que esta persona tiene una carga mental moderada.

Si la demanda mental y el esfuerzo son las dimensiones más relevantes según el evaluado, el puntaje total NASA-TLX reflejará principalmente esos componentes.

Subjective Workload Assessment Technique (SWAT)

La SWAT es otra técnica subjetiva ampliamente utilizada para clasificar la carga mental de una tarea. Esta metodología se basa en tres dimensiones clave:

- **Demanda temporal:** ¿Cuánto tiempo se tuvo para completar la tarea?
- **Demanda mental:** ¿Cuánto procesamiento mental fue necesario?
- **Esfuerzo:** ¿Cuánta energía subjetiva se invirtió?

Tabla 3.2: Puntaje SWAT

Nivel	Descripción
1	Carga baja
2	Carga moderada
3	Carga alta

Aplicación práctica:

- Para cada dimensión, el evaluado selecciona un nivel: bajo (1), medio (2) o alto (3).
- La combinación de los tres niveles permite categorizar la carga de trabajo de la tarea en una matriz de 27 posibles combinaciones. Donde una combinación 1-1-1(todo bajo) siempre será 0. Y la combinación 3-3-3(todo alto) siempre será 100.
- Finalmente, a partir de una escala previamente ordenada, se obtiene un índice global de carga mental asociado a la tarea evaluada.

Ejemplo: Para una tarea específica, una persona indica:

- Demanda temporal: Moderada (2)
- Demanda mental: Alta (3)
- Esfuerzo: Moderada (2)

Esta combinación indica que la tarea presenta una exigencia cognitiva elevada junto con una presión temporal y nivel de estrés moderados, lo que se traduce en una carga de trabajo global intermedia-alta según la escala SWAT.

3.8.5. Enfoque Propuesto en el Modelo

Con las referencias mencionadas anteriormente, se construye para esta tesis una forma propia de cálculo, utilizando conceptos de estos artículos. Definiendo así el Índice de carga mental como un parámetro diseñado para cuantificar el esfuerzo cognitivo y emocional requerido por cada integrante del grupo en la realización de las tareas asignadas. Formalmente, para cada persona p , se calcula como la suma ponderada de las horas dedicadas a cada tarea, multiplicadas por un coeficiente de carga mental específico para la tarea y la persona:

$$CargaMental_p = \sum_t X_{p,t} \cdot cargamental_{p,t} \tag{3.16}$$

Donde:

- $X_{p,t}$ es la cantidad de horas que la persona p dedica a la tarea t ,
- $cargamental_{p,t}$ es el coeficiente que representa la carga mental asociada a la ejecución de la tarea t por la persona p . Este parámetro se establece por común acuerdo entre miembros del hogar, considerando qué complejidad implica la realización de la tarea. Varía entre el intervalo (1,2). A efectos de validación del modelo se seleccionan estos valores de forma arbitraria.

A diferencia de NASA-TLX y SWAT, el enfoque del modelo aquí presentado integra un coeficiente de carga mental específico para cada tarea y persona, y utiliza las horas asignadas para cuantificar el índice de carga mental ($CargaMental_p$).

3.8.6. Clasificación y escala propuesta

Considerando los enfoques presentados en los artículos mencionados anteriormente sobre las metodologías NASA TLX y SWAT, se adoptan umbrales de clasificación inspirados en sus sistemas de puntuación, utilizando una escala normalizada de 0 a 100 %. En este marco, se definen tres niveles de carga: carga baja (0–33 %), carga moderada (34–66 %) y carga alta (67–100 %).

Para la construcción del índice utilizado en este trabajo, se establecieron valores de referencia en función de la relación entre la carga mental estimada y el tiempo disponible de cada integrante. En particular, se consideró el valor 1.3 como umbral asociado a una ocupación equivalente a un 30 % por encima del tiempo disponible, representando una carga mental moderada. Asimismo, se adoptó el valor 1.75 como referencia para una ocupación equivalente a un 75 % por encima del tiempo disponible, correspondiente a una carga mental alta.

El índice calculado para cada persona se clasifica en tres categorías, definiendo así el umbral propuesto según el valor relativo respecto a la disponibilidad horaria semanal de cada integrante:

- **Carga baja:** Si el índice es menor o igual a 1.3 multiplicado por el tiempo disponible.
- **Carga media:** Si el índice es mayor a $1.3 \times$ y menor que 1.75 multiplicado por el tiempo disponible.
- **Carga alta:** Si el índice es mayor o igual a 1.75 multiplicado por el tiempo disponible.

Matemáticamente:

$$CargaMental_p \leq 1.3 \cdot tiempoDisponible_p \implies \text{Baja} \quad (3.17)$$

$$1.3 \cdot tiempoDisponible_p < CargaMental_p < 1.75 \cdot tiempoDisponible_p \implies \text{Media} \quad (3.18)$$

$$CargaMental_p \geq 1.75 \cdot tiempoDisponible_p \implies \text{Alta} \quad (3.19)$$

Ejemplo: Supongamos que la persona “Ana” realizó tres tareas con las siguientes características:

- Tarea 1: 3 horas, carga mental 1.2 $\Rightarrow 3 \times 1.2 = 3.6$
- Tarea 2: 2 horas, carga mental 1.5 $\Rightarrow 2 \times 1.5 = 3.0$
- Tarea 3: 1 hora, carga mental 1.1 $\Rightarrow 1 \times 1.1 = 1.1$

$$CargaMental_{Ana} = 3.6 + 3.0 + 1.1 = 7.7$$

Si el tiempo disponible de Ana es 6 horas, se calcula el umbral:

$$1.3 \times 6 = 7.8$$

Carga baja (pues $7.7 < 7.8$).

3.8.7. Comparación y justificación

NASA-TLX es útil para evaluaciones detalladas y subjetivas de la experiencia de carga mental, especialmente en contextos de alta complejidad o cuando es importante el punto de vista del operador.

SWAT es simple y rápida, permitiendo una clasificación cualitativa fácil de comunicar y analizar.

El enfoque de este modelo es una adaptación cuantitativa que combina las ventajas de ambos métodos: asigna un coeficiente objetivo (a partir de la experiencia, literatura o criterios del modelo) y cuantifica la carga mental resultante a partir de la solución obtenida, facilitando así la visualización y el análisis objetivo de la distribución de la carga entre los integrantes.

Este procedimiento facilita la detección de desequilibrios, orientando posibles ajustes y decisiones de mejora en la asignación de tareas, y complementa los resultados del modelo optimizado desde una perspectiva de salud, bienestar y equidad.

3.8.8. Índice de Carga Mental

```
# Carga mental acumulada por persona
carga_mental = {
  p: sum(X[p, t] * carga_mental_[p, t] for t in tareas)
  for p in personas
}

# Clasificación de carga mental por niveles
for p in personas:
  if carga_mental[p] <= 1.3 * tiempo_disponible[p]:
    nivel_carga[p] = "Baja"
  elif carga_mental[p] <= 1.75 * tiempo_disponible[p]:
    nivel_carga[p] = "Media"
  else:
    nivel_carga[p] = "Alta"
```

Capítulo 4

Modelo piloto y estudio de casos

Con el objetivo de validar el comportamiento del modelo en distintos contextos, se diseñó un modelo piloto y una batería de casos de prueba. Cada uno de ellos explora una condición o hipótesis específica: desde modificaciones en la preferencia y la prioridad, hasta escenarios extremos como personas con preferencia nula o tareas con frecuencia cero.

En las tablas 4.1 , 4.2 y 4.3 que se presentan a continuación se reflejan los datos del Modelo Piloto; integrado por cuatro personas y ocho tareas, con sus respectivos tiempos disponibles, preferencias, duraciones, frecuencias, prioridades y cargas mentales asociadas.

Tabla 4.1: Horas disponibles por semana

Integrante	Horas disponibles
Persona1	7
Persona2	7
Persona3	7
Persona4	10,5

Tabla 4.2: Modelo Piloto

Tarea	dur.	prio.	frec.	PreferenciaP1	PP2	PP3	PP4	CargaMental1	CM2	CM3	CM4
Tarea 1	1	10	7	0,9	0,8	0,7	0,6	1,2	1,1	1,3	1,5
Tarea 2	6	5	3	0,7	0,6	0,9	0,8	1,5	1,3	1,2	1,4
Tarea 3	2	2	5	0,8	0,7	0,6	0,9	1,3	1,2	1,5	1,1
Tarea 4	8	1	2	0,6	0,9	0,8	0,7	1,1	1,4	1,4	1,2
Tarea 5	5	7	4	0,75	0,65	0,95	0,85	1,4	1,5	1,1	1,3
Tarea 6	7	6	3	0,85	0,8	0,7	0,75	1,3	1,2	1,5	1,5
Tarea 7	3	3	6	0,9	0,75	0,85	0,95	1,2	1,3	1,3	1,2
Tarea 8	9	8	2	0,7	0,85	0,65	0,9	1,5	1,1	1,2	1,4

El modelo piloto al ser ejecutado en Python da como resultados la tabla 4.3. Ahí se ve reflejado que cuando se tienen muchas tareas y pocas horas disponibles (lo cuál parece ser un panorama común en muchos hogares) las tareas son asignadas por orden de prioridad, completando primero las de prioridad más alta. Y estas tareas que el programa decide realizar, son asignadas a las personas que tienen preferencia alta por las mismas, siempre y cuando estas tengan tiempo disponible.

Tabla 4.3: Modelo Piloto

Tarea	prioridad	$X_{p,t}P1$	$X_{p,t}P2$	$X_{p,t}P3$	$X_{p,t}P4$	$\sum_p X_{p,t}$	Requerimiento
Tarea 1	10	7	0	0	0	7	7
Tarea 8	8	0	7	0	10,5	17,5	18
Tarea 5	7	0	0	7	0	7	20
Tarea 6	6	0	0	0	0	0	21
Tarea 2	5	0	0	0	0	0	18
Tarea 7	3	0	0	0	0	0	18
Tarea 3	2	0	0	0	0	0	10
Tarea 4	1	0	0	0	0	0	16

4.1. Caso 1: Cuando el tiempo disponible no es una limitante

En este escenario se asigna a cada integrante del grupo un tiempo disponible significativamente superior al requerido por el conjunto de tareas del sistema. A partir de la ejecución del modelo bajo estas condiciones, se obtiene que la cantidad de horas requeridas por el programa es inferior a las horas disponibles.

Tabla 4.4: Horas efectivas asignadas y disponibilidad por persona

Integrante	Horas asignadas	Horas disponibles
P1	28,83	42
P2	24,71	36
P3	36,03	42
P4	38,43	56

Tal como se observa en la Tabla 4.4 se evidencia que, cuando el recurso tiempo no es un factor limitante, la asignación de tareas queda condicionada por la restricción de equidad. La proporción de horas asignadas respecto a la disponibilidad resulta similar para todos los integrantes del grupo, lo que implica que la restricción de equidad implementada en el modelo (máxima diferencia relativa del 25 %) se cumple efectivamente. Esto se traduce en una distribución justa del trabajo, sin concentración excesiva de tareas en ningún integrante. Se puede ver reflejado en la figura

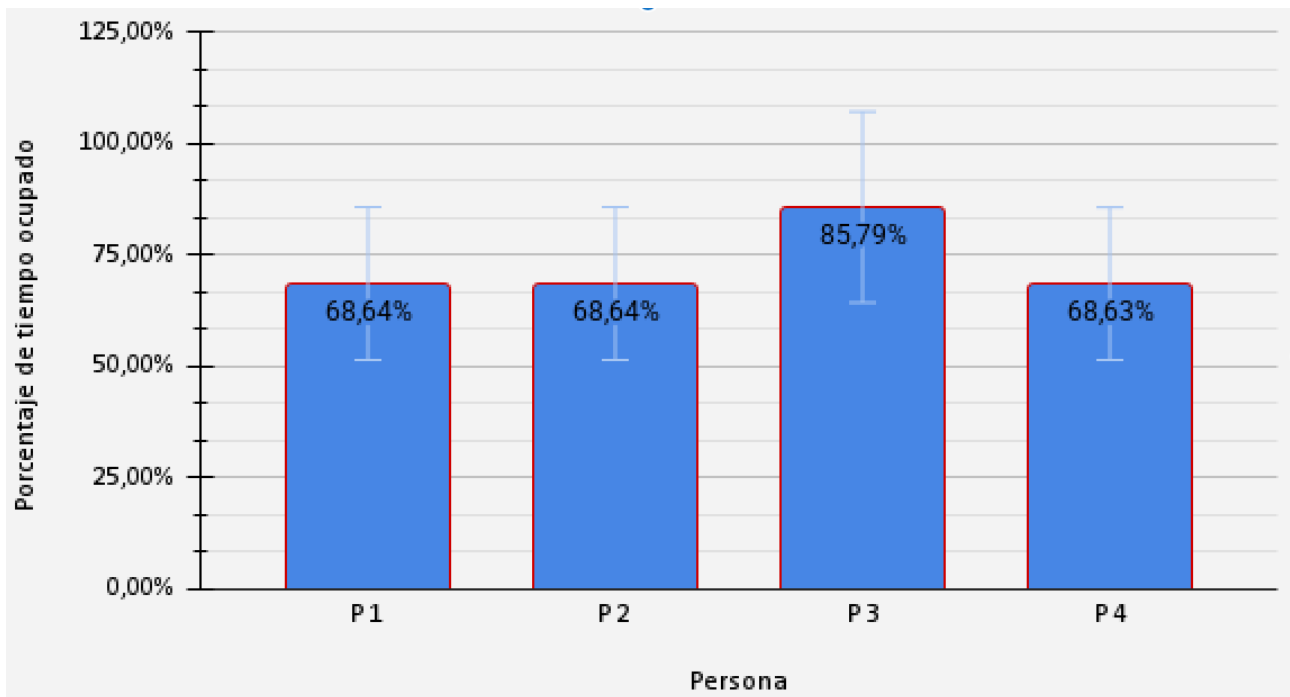


Figura 4.1: Porcentaje del tiempo disponible ocupado por persona

La completitud de las tareas, alcanza el 100 % en todos los casos. Este resultado confirma que el modelo logra satisfacer la totalidad de los requerimientos definidos para el sistema en situaciones de recursos abundantes, tal como se esperaba desde el punto de vista teórico y operativo. Asimismo, el análisis de este escenario permite observar que ningún integrante resulta sobrecargado en cantidad de horas de trabajo doméstico y que la asignación se mantiene dentro de valores esperados, ya que todos reciben cargas horarias por debajo de su capacidad máxima. Este comportamiento es coherente con lo esperado para casos en los que el recurso tiempo es abundante y la solución óptima está limitada únicamente por los requerimientos del sistema y no por restricciones individuales.

4.2. Caso 2: ¿Qué pasa cuando las preferencias son homogéneas?

En este escenario se modifica el parámetro “preferencia” de modo que todos los integrantes presentan una preferencia igual a 1 en todas las tareas, manteniéndose todos los demás parámetros con los mismos valores que en las Tablas 4.1 y 4.2.

Esta situación representa un entorno de máxima homogeneidad en cuanto a capacidades, eliminando cualquier preferencia, especialización o restricción asociada a diferencias individuales. Al ejecutar el modelo bajo estas condiciones, se observa, como es de esperar, que las horas disponibles para tareas domésticas son asignadas a las tareas de mayor prioridad, completando primero las tareas con prioridad más alta. Pero aquí aparece por primera vez lo que se denomina en programación lineal “tie-breaking interno” o también llamado “desempate interno”; que surge cuando el modelo encuentra varias asignaciones diferentes que dan exactamente el mismo valor óptimo que cumplen todas las restricciones y el solver debe elegir una, es decir, que es un proceso de elegir entre soluciones igualmente buenas. Tal como se detalla en la Tabla 4.5, sólo tres tareas reciben asignaciones positivas, mientras que el resto permanecen completamente desatendidas.

Tabla 4.5: Porcentaje de completitud por tarea

Tarea	Completitud (%)
Tarea 1	100.00
Tarea 2	0.00
Tarea 3	0.00
Tarea 4	0.00
Tarea 5	32.50
Tarea 6	0.00
Tarea 7	0.00
Tarea 8	100.00

Este fenómeno responde a la lógica de la función objetivo, que prioriza la asignación de recursos a las tareas con mayor peso relativo (producto de su prioridad), maximizando así el valor global aunque esto implique desatender por completo ciertas actividades. Este resultado pone de manifiesto la importancia de la definición de preferencias y de la estructura de la función objetivo: bajo restricciones de tiempo y ausencia de diferenciación en las preferencias, el modelo opta por asignar recursos allí donde tienen mayor impacto en la maximización. Se confirma así que la lógica interna del modelo favorece la eficiencia global, respetando siempre las restricciones impuestas de tiempo disponible.

¿y si además no hay diferencias en las prioridades?

En este escenario, se evalúa el comportamiento del modelo cuando tanto las preferencias como las prioridades asignadas a cada tarea son idénticas para todos los integrantes. Es decir, que también se igualan las prioridades de cada actividad en la función objetivo. El objetivo de este caso es analizar cómo responde el algoritmo de optimización bajo condiciones de total simetría y, específicamente, investigar el criterio utilizado para la selección y asignación de las tareas, discerniendo si la elección de tareas e integrantes es aleatoria o si responde al orden de los datos de entrada en las listas del programa. La matriz de parámetros es la siguiente:

Tabla 4.6: Preferencias y prioridades (todas iguales a 1)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Preferencias (todos)	1	1	1	1	1	1	1	1
Prioridad (todas)	1	1	1	1	1	1	1	1

El resultado de la optimización indica que la completitud de las tareas se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 4.7: Porcentaje de completitud por tarea

Tarea	Completitud (%)
Tarea 1	100.00
Tarea 2	0.00
Tarea 3	100.00
Tarea 4	90.63
Tarea 5	0.00
Tarea 6	0.00
Tarea 7	0.00
Tarea 8	0.00

El análisis de estos resultados muestra que, al eliminar cualquier diferencia en preferencia y prioridad, el modelo maximiza la completitud asignando recursos a aquellas tareas en las que es posible

alcanzar el mayor porcentaje de cumplimiento, dadas las restricciones de tiempo disponible por persona. Esto puede observarse en el patrón secuencial de las asignaciones: donde las tareas que tienen un requerimiento de tiempo semanal menor son las primeras en ser completadas. Pero nuevamente aparece el “tie-breaking interno” donde el programa asigna las tareas a cualquier integrante sin importar quién sea sino teniendo en cuenta únicamente su tiempo disponible. Este comportamiento evidencia que, en contextos de total simetría, el algoritmo de optimización (en este caso, CBC con PuLP) resuelve las asignaciones siguiendo el primer óptimo factible que encuentra, lo cual está determinado por el orden de ingreso de los datos en las estructuras del programa. De esta manera, el modelo no explora todas las posibles asignaciones equivalentes desde el punto de vista de la función objetivo, sino que converge rápidamente hacia la primera solución factible y óptima en términos de orden de lectura de variables y restricciones. Esta característica no es accidental, sino que ha sido reconocida explícitamente por los desarrolladores y la documentación técnica de las herramientas utilizadas. Por ejemplo, la documentación oficial de PuLP afirma:

“If your problem has multiple optimal solutions, the solver will return one (not necessarily all), and the result may depend on the order of variable declaration or constraints in the Python code.” (PuLP Documentation, 2024)

Asimismo, los desarrolladores del solver CBC, utilizado por PuLP, confirman este comportamiento en foros especializados:

CBC typically returns the first optimal solution found, which may depend on the input order of variables. This is reflected when using PuLP or other Python modeling interfaces.” (COIN-OR CBC GitHub Issues 349, 2022)

Estas fuentes refuerzan que la solución óptima proporcionada por el modelo puede depender directamente de la secuencia en que se definen las variables y restricciones en el código Python, especialmente en escenarios con múltiples soluciones óptimas debido a la simetría de parámetros. Por lo tanto, es fundamental considerar este aspecto en el análisis de resultados, ya que la estructura interna del modelo y la forma de modelado en Python pueden inducir un sesgo en la asignación óptima reportada.

Desde una perspectiva analítica, este caso confirma que, para configuraciones con preferencias y prioridades homogéneas, la estructura interna de los datos cobra especial relevancia y puede condicionar la interpretación de los resultados. Para realizar un estudio más justo, de forma de garantizar una aleatoriedad real en la selección de tareas o integrantes bajo simetría de parámetros, se considera una estrategia de aleatoriedad previa del orden de listas y la búsqueda de soluciones múltiples óptimas para analizar su variabilidad.

4.3. Caso 3: Todas las prioridades igualadas

En este caso, se iguala el valor de prioridad de todas las tareas a 1. El resto de los parámetros (preferencia, tiempo disponible, frecuencia y duración ideal) se mantiene idéntico al caso piloto. El objetivo es analizar cómo la función objetivo reacciona cuando la diferencia entre prioridades desaparece y todas las tareas son ponderadas igual.

Tabla 4.8: Prioridad de cada tarea (todas iguales a 1)

Tarea	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Prioridad	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 4.9: Porcentaje de completitud por tarea

Tarea	Caso Piloto	Prioridad=1
Tarea 1	100	100
Tarea 2	0.00	38.39
Tarea 3	0.00	100
Tarea 4	0.00	43.75
Tarea 5	32.5	0.00
Tarea 6	0.00	0.00
Tarea 7	0.00	2.78
Tarea 8	100	0.00

Cuando todas las prioridades se igualan, el modelo deja de “preferir” ciertas tareas sobre otras: la función objetivo se vuelve “ciega” a la diferencia entre tareas y solo busca maximizar la completitud con el tiempo disponible existente.

Comparando con el caso piloto, la asignación de horas y el cumplimiento de tareas cambia de manera sustancial. Mientras que en el caso piloto el modelo prioriza y completa al 100% aquellas tareas con mayor prioridad relativa (Tarea 1 y Tarea 8), al igualar las prioridades la asignación se reparte entre más tareas. Se observa un cumplimiento parcial en varias tareas, resultado del reparto más “democrático” del tiempo disponible, pero sin concentración en una sola.

4.4. Caso 4: Preferencias nulas

4.4.1. Para una tarea y persona determinada

En este escenario, se analiza cómo la asignación de tareas se ve afectada cuando un integrante presenta preferencia cero para una de las tareas.

Para ello, se parte del caso piloto, en el que todos los integrantes poseen preferencias estrictamente positivas para todas las tareas, y se compara con el presente caso, donde se fuerza la preferencia cero de P4 en Tarea 8, la tarea de mayor prioridad. **Parámetros relevantes:**

Tabla 4.10: Resumen de parámetros (extracto)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Prioridad	10	5	2	1	7	6	3	8
Preferencia P4 (Caso 4)	0.6	0.8	0.9	0.7	0.85	0.75	0.95	0.0
Preferencia P4 (Piloto)	0.6	0.8	0.9	0.7	0.85	0.75	0.95	0.9

Resultados:

Tabla 4.11: Porcentaje de completitud por tarea (comparativo)

Tarea	Caso Piloto (%)	Caso 4 (%)
Tarea 1	100.00	100.00
Tarea 2	0.00	0.00
Tarea 3	0.00	0.00
Tarea 4	0.00	0.00
Tarea 5	32.50	87.50
Tarea 6	0.00	0.00
Tarea 7	0.00	0.00
Tarea 8	100.00	38.89

Distribución de horas efectivas asignadas (extracto):

Tabla 4.12: Horas efectivas asignadas a Tarea 8

Integrante	Piloto (T8)	Caso 4 (T8)
P1	0.00	0.00
P2	7.00	7.00
P3	0.00	0.00
P4	10.5	0.00

Al imponer preferencia cero para P4 en Tarea 8, el modelo automáticamente impide la asignación de horas de ese integrante a dicha tarea, respetando la restricción y el significado realista de la preferencia.

El principal efecto observable es que, aunque la completitud de Tarea 8 disminuye (de 100% a 38.89%), el modelo maximiza la cobertura posible con los recursos restantes, sin asignar tareas a integrantes no aptos. En paralelo, Tarea 5 incrementa su porcentaje de completitud (de 32.50% a 87.50%), reflejando la flexibilidad del modelo para redirigir recursos liberados hacia otras tareas relevantes según la función objetivo.

Este resultado evidencia la robustez y coherencia del modelo: ante la imposibilidad de cubrir una tarea con uno de los recursos más aptos, prioriza la utilización eficiente del resto del equipo, sin violar restricciones de preferencia ni de tiempo disponible.

En síntesis, la restricción de preferencia cero fuerza una re-asignación óptima, manteniendo el equilibrio entre eficiencia y viabilidad práctica en la asignación de tareas, aunque con una ligera pérdida en la completitud de la tarea afectada como se muestra en este caso.

4.4.2. Para todas las tareas y todos los integrantes

En este caso trivial, se establece la preferencia igual a cero para todas las personas en todas las tareas, es decir, ninguno de los integrantes tiene la capacidad mínima para realizar ninguna de las actividades. El objetivo es analizar el comportamiento del modelo de optimización ante una imposibilidad absoluta de asignación.

Tabla 4.13: Horas efectivas asignadas por persona (extracto)

Integrante	Piloto (Total hrs)	Caso 4 (Total hrs)
P1	7.00	0.00
P2	7.00	0.00
P3	7.00	0.00
P4	10.50	0.00

Como era de esperarse, al no haber preferencia disponible en ningún integrante para ninguna tarea, el resultado es que la completitud de todas las tareas es del 0%, y la suma total de horas asignadas es

también nula para todos los integrantes. Las restricciones de preferencia cero se cumplen estrictamente, bloqueando toda asignación posible.

Este caso sirve para validar el correcto funcionamiento del modelo ante datos extremos, y pone en evidencia la importancia de definir correctamente los parámetros de preferencia, pues su valor determina completamente la posibilidad de satisfacer las demandas de las tareas.

4.5. Caso 5: Frecuencia y/o Duración Cero en las Tareas

En este caso se analiza el comportamiento del modelo cuando se asignan valores de frecuencia igual a cero y, por extensión, se reflexiona sobre la validez de permitir duraciones nulas. Este análisis es fundamental para validar el sentido lógico del modelo matemático.

Para este estudio se corre el modelo tomando la Tarea1 y Tarea5 con frecuencias iguales a 0. Dado que son 2 de las tareas que en el modelo piloto son completadas una de forma total y la otra de forma parcial.

Tabla 4.14: Porcentaje de completitud por tarea

Tarea	piloto (%)	Caso 5 (%)
Tarea 1	100	0.00
Tarea 2	0.00	38.89
Tarea 3	0.00	0.00
Tarea 4	0.00	0.00
Tarea 5	32.5	0.00
Tarea 6	0.00	30.95
Tarea 7	0.00	0.00
Tarea 8	100	100

Cuando se define la frecuencia de una tarea igual a cero, el modelo correctamente fuerza la restricción de no asignar horas a esa tarea, estableciendo:

$$\text{si } frecuencia[t] = 0, \quad \sum_p X_{p,t} = 0$$

Esto evita divisiones por cero en la función objetivo (completitud), ya que la completitud se define sólo si la demanda es positiva. En la práctica, las tareas de frecuencia cero se consideran no activas durante el horizonte temporal del modelo, y por tanto no participan en la asignación ni consumen recursos.

Respecto al caso de duración cero, no tiene sentido operativo ni matemático. Si la duración de una tarea es cero, su requerimiento ideal es cero, no tendría sentido añadirla como tarea desde la base. Por esta razón, en el diseño del modelo se debe evitar incluir tareas con duración nula; dado que el modelo tiene como horizonte temporal una semana, si alguna actividad debe “posponerse”, corresponde asignarle frecuencia cero (lo cual la elimina efectivamente del horizonte considerado) en vez de duración cero.

Mientras que en el caso piloto todas las tareas relevantes podían recibir asignación y por tanto parte de la demanda era cubierta según la prioridad y preferencia de los integrantes, en este caso las tareas con frecuencia cero son ignoradas por el optimizador, y el total de recursos se redistribuye entre las tareas restantes, como se evidencia en el aumento de completitud en las Tarea 6 (30.39%) y Tarea 2 (38.89%) y el mantenimiento de Tarea 8 al 100%. El modelo, por tanto, ajusta dinámicamente la asignación de recursos disponibles, priorizando las tareas activas.

El modelo responde correctamente ante ambas situaciones si se establecen las restricciones pertinentes.

4.6. Caso 6: Asignación con un solo integrante

En este escenario, se elimina del modelo a todos los integrantes excepto uno (P1), con el objetivo de analizar el comportamiento del sistema cuando solo hay una persona disponible para afrontar la totalidad de las tareas semanales. Se mantienen los mismos parámetros de tareas, prioridades, duraciones y frecuencias que en el caso piloto.

Tabla 4.15: Porcentaje de completitud por tarea (comparativo)

Tarea	Caso piloto (%)	Caso 6 (%)
Tarea 1	100.00	100.00
Tarea 2	0.00	0.00
Tarea 3	0.00	0.00
Tarea 4	0.00	0.00
Tarea 5	32.50	0.00
Tarea 6	0.00	0.00
Tarea 7	0.00	0.00
Tarea 8	100.00	0.00

Distribución de horas asignadas (extracto):

- Tarea 1: 7 horas
- Resto de tareas: 0 horas

Al contar con una única persona, el modelo se ve obligado a concentrar toda la capacidad de trabajo en las tareas de mayor prioridad ponderada (considerando la prioridad, la duración y la frecuencia semanal). Como resultado, P1 dedica todo su tiempo disponible a Tarea 1 (la de mayor prioridad), logrando un 100% de completitud.

Este caso muestra los límites de la optimización cuando los recursos humanos son insuficientes.

4.7. Caso 7: Pocas tareas

En este caso de prueba, se evalúa el comportamiento del modelo cuando la cantidad de tareas es sensiblemente menor que las del caso piloto. Para ello, se han eliminado del conjunto de tareas las tareas 5 a 8, quedando solo cuatro tareas principales para ser asignadas entre los cuatro integrantes.

Tabla 4.16: Porcentaje de completitud por tarea (comparativo)

Tarea	Caso piloto (%)	Caso 7 (%)
Tarea 1	100.00	100.00
Tarea 2	0.00	100.00
Tarea 3	0.00	65.00
Tarea 4	0.00	0.00

Distribución de horas efectivas asignadas:

- Las horas asignadas a Tarea 1 y Tarea 2 son cubiertas por todos los integrantes, compartiendo el esfuerzo para maximizar la completitud total.
- Tarea 3 es parcialmente cubierta, siendo priorizada después de Tarea 1 y Tarea 2.
- Tarea 4 no recibe asignación, dado el límite de tiempo disponible y la priorización establecida.

Al haber menos tareas, el modelo distribuye la carga de trabajo de manera que las tareas de mayor prioridad y mayor peso relativo son completadas al 100%. Este resultado es esperable y confirma la lógica de asignación óptima del modelo.

4.8. Síntesis final de los casos de prueba

Los distintos escenarios analizados permiten validar la robustez y flexibilidad del modelo propuesto. Se comprueba que el modelo responde de forma coherente ante variaciones en los distintos parámetros.

En todos los casos, se respetan las restricciones impuestas y se logra una asignación eficiente de tareas dentro de las capacidades individuales.

Dado que todo este estudio surge de un consenso del núcleo familiar en conjunto, estos resultados refuerzan el potencial del modelo como una herramienta útil para promover prácticas más justas y sostenibles en la organización del trabajo doméstico, con base en datos, criterios objetivos y sensibilidad al bienestar de las personas.

Capítulo 5

Caso Base - Familia

5.1. Selección del Grupo Familiar

El diseño del caso de estudio se basa en la selección intencionada de un grupo familiar “tipo”, concebido para representar la complejidad y diversidad relevada en el marco teórico. Esta elección no es aleatoria, sino que responde a criterios metodológicos orientados a capturar los elementos críticos que inciden en la distribución de las tareas domésticas. En particular, el grupo incluye adultos cabezas del hogar en plena actividad, niños y adolescentes en edad escolar, y un adulto mayor parcialmente activo. Esta configuración incorpora distintas variables analíticas, tales como variaciones en los tiempos disponibles, preferencias vinculadas a tareas, diferencias en la carga mental e identificación de patrones tradicionales de género, todo esto vinculado a edades y roles del núcleo familiar.

Esta selección permite observar de forma clara tensiones típicamente reportadas por la literatura como la sobrecarga femenina, desigualdades generacionales, el rol pasivo asignado a adultos mayores, y la baja participación masculina en tareas de limpieza y cuidado. El hogar supuesto resulta especialmente útil para validar el modelo, ya que permite simular condiciones realistas de convivencia y analizar el comportamiento del grupo familiar ante desafíos de organización y cumplimiento de actividades domésticas asociados a patrones sociales preexistentes.

Asimismo, las tareas y los tiempos asignados fueron definidos en coherencia con la bibliografía especializada sobre trabajo doméstico no remunerado, uso del tiempo y estudios de carga mental. Se consideraron actividades frecuentes en los hogares reales, asignando duraciones y frecuencias a partir de estimaciones construidas por el equipo del proyecto y de información complementaria obtenida mediante consultas a familiares y personas del entorno, lo que permitió disponer de valores representativos para el modelo. También se incluyeron tareas cuyo cumplimiento representa mayor estrés para ciertos integrantes, como tareas de cuidado de niños y adultos mayores o también aquellas que implican desconocimiento o falta de formación para su correcta ejecución.

Entre las ventajas de este enfoque se destaca su representatividad para hogares multi-generacionales, facilitando una extrapolación a un contexto realista que será de suma utilidad para interpretar y analizar los resultados del modelo desarrollado. Sin embargo se reconocen ciertas limitaciones como los parámetros establecidos que son estimaciones subjetivas, y no se modelan explícitamente afinidades, emociones o conflictos interpersonales, que podrían influir en la práctica cotidiana del hogar.

5.2. Descripción del grupo familiar

Con el fin de aplicar y validar el modelo de asignación de tareas desarrollado, se define una familia tipo. Esta familia está compuesta por seis integrantes que conviven en un mismo hogar:

- Carlos (40 años): padre de familia, trabaja tiempo completo fuera del hogar. Tiene una disponibilidad semanal de 16 horas para tareas domésticas.
- Luisa (40 años): madre de familia, también trabaja fuera del hogar, aunque con menor carga horaria. Dispone de 20 horas semanales para colaborar en el hogar.

- Elena(70+ años): madre de Carlos, jubilada. Su disponibilidad semanal es de 28 horas, aunque sus preferencias están limitadas para tareas que no requieren esfuerzo físico o cuidado de menores debido a limitantes propias de su edad.
- Andrés (20 años): hijo mayor, estudiante universitario. Destina 14 horas semanales a las tareas del hogar.
- Claudia(13 años): preadolescente. Tiene una carga escolar considerable y otras actividades extra-curriculares, lo que implica que pueda colaborar con tareas simples durante 8 horas semanales.
- Lucas (bebé): no realiza tareas. Requiere cuidados específicos que deben ser cubiertos por los demás integrantes.

La familia habita una vivienda unifamiliar que incluye baños, cocina, sala, comedor, habitaciones, pasillos y escaleras, también tiene jardín y cuentan con un vehículo y una mascota (perro).

5.3. Disponibilidad horaria por persona

Se presenta la disponibilidad horaria definidas de forma arbitraria en horas semanales para cada integrante del grupo familiar.

Tabla 5.1: Tiempo disponible por semana de cada integrante de la familia

Persona	Horas disponibles
Carlos	16
Luisa	20
Elena	28
Andrés	14
Claudia	8
Lucas	0

5.4. Tareas domésticas y sus tiempos

Para este trabajo se consideran tareas asignadas mediante supuestos establecidos y las mismas están representadas por un tiempo, el cual no considera variaciones individuales por integrantes. A continuación, se enumeran las tareas consideradas junto con los tiempos asignados en horas por vez de realizado:

Tabla 5.2: Duración asignada de cada tarea

Tarea	Duración (horas/tarea)
Limpieza prof. baño	1.5
Limpieza cocina	0.8
Lavado platos	1.0
Limpieza sala	1.5
Limpieza comedor	1.2
Limpieza habitaciones	2.0
Limpieza pasillos	0.75
Limpieza escaleras	0.5
Jardinería - Regar plantas	1.1
Jardinería - Cortar césped	3.0
Cuidado del perro - Paseos	1.2
Lavandería - Lavar ropa	0.2
Lavandería - Secar ropa	1.0
Lavandería - Planchar ropa	1.2
Cuidado abuela - Medicación	0.2
Transporte Claudia - Llevar a escuela	0.3
Transporte Claudia - Recoger de escuela	0.3
Cuidado bebé - Cambio de pañal	0.15
Cuidado bebé - Alimentar	0.2
Cuidado bebé - Acunar	0.5
Mantenimiento casa - Reparación	2.5
Mantenimiento casa - Pintura	12.0
Cocina - Preparar desayuno	0.5
Cocina - Preparar almuerzo	0.75
Cocina - Preparar cena	0.75
Cocina - Limpieza despensa	0.5
Compras supermercado - Planificar compra	0.5
Compras supermercado - Realizar compra	1.3
Gestión adm. - Pagar cuentas	0.8
Gestión adm. - Organizar agenda	1.0
Gestión adm. - Revisar correo	0.5
Cuidado del perro - Cepillado	0.5
Cuidado del perro - Baño	1.0
Auto - Lavado	1.0
Auto - Mantenimiento	0.3
Ayudar a Claudia con estudios	1.5

5.5. Asignación de preferencias y análisis de desempeño

En esta sección se presentan las preferencias asignadas por los integrantes del grupo familiar para cada tarea (Anexo 7.1). Además, se muestran los promedios de preferencia por integrante en los distintos bloques de tareas domésticas y en el total general. Esta información permite analizar cómo influyen las preferencias en la asignación de tareas en los casos estudiados.

Tabla 5.3: Promedios de preferencias por bloque e integrante

Bloque	Carlos	Luisa	Elena	Andrés	Claudia	Lucas
Cocina	0.625	0.775	0.60	0.525	0.35	0
Cuidado	0.67	0.81	0.20	0.59	0.37	0
Gestión Administrativa	0.82	0.76	0.46	0.38	0.18	0
Limpieza	0.582	0.736	0.345	0.573	0.373	0
Mantenimiento	0.883	0.483	0.167	0.85	0.233	0
General (promedio global)	0.694	0.722	0.319	0.592	0.319	0

La asignación diferenciada de preferencias en el modelo no responde a sesgos normativos sino a la representación de patrones empíricamente observados en la literatura sobre trabajo no remunerado, y según este criterio fueron establecidas arbitrariamente en valores de tablas paramétricas del modelo base. De cualquier manera el modelo construido no aspira a definir las preferencias sino que deja esa definición a cargo del usuario.

Estos valores asignados a los integrantes, son tomados basados en teorías como la vista en Bianchi et al. (2012) [36] y Cerrato & Cifre (2018) [37], estudios que muestran que en la mayoría de los hogares modernos persisten diferencias significativas en la distribución del trabajo doméstico según género. Las tareas rutinarias como limpieza, cocina y cuidado continuo son realizadas mayoritariamente por mujeres [36, 37], mientras que los hombres concentran su participación en tareas no rutinarias, técnicas o esporádicas como mantenimiento, reparaciones o gestiones administrativas puntuales.

Asimismo, el estudio de Gallo (2024) [38] evidencia que la edad también modifica la capacidad de desempeño, las personas mayores tienden a reducir su participación en tareas físicamente demandantes, manteniendo en cambio tareas de gestión, supervisión o cuidado emocional.

A partir de los valores presentados en la Tabla 5.3 se observa que las preferencias promedio de cada integrante no son homogéneas, resultando del algoritmo presentado que quienes tengan preferencias promedio mayores serán priorizados en las asignaciones. Considerando el caso de Luisa y Carlos, quienes comparten similitud en las responsabilidades del hogar, se establecen promedios de asignación similares para evitar sesgos.

Identificación de personas clave según su preferencia

El promedio general de preferencias permite establecer cuáles integrantes poseen mayores competencias globales para contribuir al cumplimiento de los objetivos del modelo. Los resultados muestran dos perfiles claramente diferenciados y destacados en el núcleo del hogar analizado:

1. Luisa

Con un promedio general de 0.722, es la integrante con mayor preferencia en el conjunto total de tareas. Su liderazgo en cocina, cuidado y limpieza la convierte en una pieza fundamental para maximizar la completitud de los bloques más recurrentes y prioritarios.

2. Carlos

Su promedio global (0.694) y su destacada preferencia en gestión administrativa y mantenimiento lo ubican como un agente esencial en tareas de mayor carga técnica o decisional. Su aporte es especialmente relevante en aquellas tareas donde otros integrantes presentan baja preferencia.

El resto de los integrantes poseen promedios bajos, siendo claves para ciertos bloques de tareas como refuerzo o contingencia de las mismas.

A partir de la estructura de la función objetivo del modelo que pondera la completitud de cada tarea según su prioridad, su frecuencia y preferencia dentro del conjunto total, se observa que los integrantes con mayor capacidad para contribuir de manera efectiva al valor óptimo son Luisa y Carlos dado que combinan los niveles más altos de preferencia general y disponen de 16 horas semanales en el caso de Carlos y 20 horas semanales en el de Luisa, siendo esto una limitante que afecta esta ganancia en el desempeño según los bloques de tareas en los que poseen mayor influencia.

5.6. Cargas mentales en el grupo familiar

Se presentan las Cargas Mentales asignadas por los integrantes del grupo familiar para cada tarea (Anexo 7.2). Cabe acotar que los valores asignados son arbitrarios y fundamentado en su proporción en base al marco teórico [10, 39].

Tabla 5.4: Promedios de carga mental por bloque e integrante

Bloque / Integrante	Carlos	Luisa	Elena	Andrés	Claudia	Lucas
Cocina	1.0	1.0	1.1	1.2	1.4	1.0
Cuidado	1.3	1.3	1.5	1.3	1.1	1.0
Gestión Administrativa	1.2	1.3	1.2	1.2	1.5	1.0
Limpieza	1.1	1.1	1.2	1.4	1.4	1.0
Mantenimiento	1.2	1.4	1.6	1.2	1.5	1.0
Promedio General	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.0

En esta sección se discuten los valores de carga mental signados a cada persona, agrupados por bloque de tareas, según se detalla en el Anexo 7.2. Al igual que en el caso de las preferencias, se calculó el promedio de carga mental por bloque y el promedio general por integrante, que si bien son datos de entrada establecidos por el hogar, para validación del modelo los datos parametrizados buscan ser consistentes con los patrones identificados en la literatura.

Es así que los valores promedios de carga mental por bloque para cada integrante muestran diferencias relevantes, que se resumen a continuación:

- Cocina: 1.0–1.2 en la mayoría de los integrantes, excepto Claudia (1.4).
- Cuidado: valores más elevados, con picos en Elena (1.5) y Andrés (1.3).
- Gestión Administrativa: variación moderada, destacándose Claudia (1.5).
- Limpieza: carga ligeramente superior a cocina, especialmente en Andrés (1.4) y Claudia (1.4).
- Mantenimiento: el bloque con mayor heterogeneidad, Elena (1.6) y Claudia (1.5) presentan valores muy elevados, mientras que Carlos y Andrés (quienes poseen mayor preferencia para estas tareas) tienen valores moderados (1.2).

Al comparar estos valores con los promedios de preferencia analizados previamente, se observa un patrón teóricamente esperable y coherente con la literatura en el que se aprecia que los integrantes presentan mayor carga mental precisamente en aquellos bloques donde no poseen alta experiencia, experticia o afinidad.

Esto ocurre porque, tal como indican Daminger (2019) y Ruppner et al. (2021) [10, 39]: “Las personas con menor familiaridad con una tarea requieren más esfuerzo cognitivo para planificarla y ejecutarla” “La percepción de dificultad aumenta la carga anticipatoria, un componente central de la carga mental” “La falta de práctica incrementa los tiempos de resolución, la inseguridad y la necesidad de supervisión, lo que eleva el nivel global de carga subjetiva”

En la construcción del modelo se observa entonces: Mantenimiento: Elena (1.6) y Claudia (1.5) muestran la mayor carga mental del bloque, lo cual coincide con su baja preferencia observadas. En cambio, Carlos y Andrés quienes poseen alta preferencia y experticia exhiben valores bajos, lo que valida el comportamiento teórico ya que se encontrarían en su zona de confort dado que son tareas que dominan.

Cuidado: Elena (1.5) refleja alta carga mental dada su poca afinidad para el bloque. Luisa y Carlos, con mayor predisposición, presentan niveles moderados (1.3).

Gestión: Claudia muestra la carga más alta (1.5), consistente con su baja afinidad y con la asociación cultural de estas tareas con adultos o con personas con experiencia de gestión.

Limpieza y Cocina: Son los bloques con menor variabilidad, por tratarse de tareas rutinarias en las que la mayoría del grupo familiar tiene experiencia cotidiana.

Del análisis comparativo entre carga mental y preferencias puede afirmarse que la carga mental aumenta cuando la persona carece de expertis, hábito o afinidad con el tipo de tarea, lo cual coincide plenamente con los enfoques psicológicos y sociológicos que explican el esfuerzo invisible asociado a la organización doméstica [10, 41].

Definición y pertinencia del indicador de Completitud Global

En el marco del modelo desarrollado, se incorpora un indicador adicional, previo al análisis de los casos desarrollados en este capítulo, denominado Completitud Global (CG), cuyo propósito es sintetizar en un único valor el nivel de cumplimiento promedio alcanzado sobre el total de tareas definidas en el problema.

En este modelo se considera un total de 36 tareas, y para cada una de ellas el programa devuelve un porcentaje de completitud comprendido entre 0 % y 100 %. A partir de estos valores, la Completitud Global se calcula como un promedio simple de los porcentajes obtenidos:

$$CG = \frac{1}{36} \sum_{i=1}^{36} c_i$$

donde:

- c_i representa la completitud de la tarea i , expresada en porcentaje
- y 36 corresponde al total de tareas del modelo.

Este enfoque resulta especialmente útil, ya que la función objetivo del modelo maximiza una medida ponderada por la prioridad asignada a cada tarea. Esa ponderación es necesaria para orientar la optimización, pero dificulta interpretar directamente el nivel de cumplimiento real alcanzado por cada actividad.

Por ello, el código extrae explícitamente la completitud individual de cada tarea, permitiendo construir la Completitud Global como una medida no ponderada, independiente de las prioridades, que refleja de manera más neutral el comportamiento del modelo y de los casos de análisis posteriores en cuanto a la completitud en términos generales. Este indicador facilita la comparación entre casos y constituye una referencia necesaria para el análisis del Capítulo.

5.7. Resultados del Caso Base

En esta sección se examinan en profundidad los resultados obtenidos al ejecutar el modelo sobre el caso familia base, incorporando tanto la asignación de horas semanales por tarea, la completitud global alcanzada, la distribución de funciones por bloque y por integrante, y los índices agregados de carga mental. El propósito central es verificar si el comportamiento del sistema optimizado resulta consistente con las preferencias, las capacidades y la evidencia teórica estudiada en secciones previas, e identificar eventuales cuellos de botella que limiten el desempeño del hogar.

Se presenta la siguiente tabla de resultados obtenido:

Tabla 5.5: Asignación de tiempo por tarea e integrante

Tarea	Tiempo requerido	Tiempo total asignado	Carlos	Luisa	Elena	Andrés	Claudia	% Cumplimiento
CuidadoPerroPaseos	14,4	6,249	0	0	0	0	6,249	43,4 %
LavadoPlatos	14	0	0	0	0	0	0	0,0 %
LimpiezaHabitaciones	14	0	0	0	0	0	0	0,0 %
LimpiezaComedor	8,4	0	0	0	0	0	0	0,0 %
ComprasSupermercadoRealizarCompra	7,8	7,8	4,7	0	0	3,1	0	100,0 %
CuidadoBebeAcunar	7	7	0	5,75	1,25	0	0	100,0 %
CuidadoBebeAlimentar	5,6	5,6	0	5,6	0	0	0	100,0 %
CocinaPrepararAlmuerzo	5,25	5,25	0	0	5,25	0	0	100,0 %
CocinaPrepararCena	5,25	5,25	0	0	5,25	0	0	100,0 %
AyudarClaudiaEstudios	4,5	4,5	0	0	0	4,5	0	100,0 %
JardineriaRegarPlantas	4,4	4,4	0	0	4,4	0	0	100,0 %
LimpiezaCocina	4	4	0	0	0	4	0	100,0 %
LavanderiaSecarRopa	4	4	0	2,85	0	0,4	0,75	100,0 %
CocinaPrepararDesayuno	3,5	3,5	0	0	3,5	0	0	100,0 %
CuidadoBebeCambioPañal	3,15	3,15	0	0	3,15	0	0	100,0 %
LimpiezaSala	3	3	0	3	0	0	0	100,0 %
JardineriaCortarCesped	3	0	0	0	0	0	0	0,0 %
CuidadoAbuelaMedicacion	2,8	2,8	2,8	0	0	0	0	100,0 %
MantenimientoCasaReparacion	2,5	2,5	2,5	0	0	0	0	100,0 %
LavanderiaPlancharRopa	2,4	2,4	0	0	2,4	0	0	100,0 %
Limpiezaprofbaño	1,5	1,5	0	1,5	0	0	0	100,0 %
LimpiezaPasillos	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	100,0 %
TransporteClaudiaLlevarEscuela	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	100,0 %
TransporteClaudiaRecogerEscuela	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	100,0 %
ComprasSupermercadoPlanificarCompra	1,5	1,5	0	0	1,5	0	0	100,0 %
GestionAdministrativaOrganizarAgenda	1	1	1	0	0	0	0	100,0 %
CuidadoPerroCepillado	1	1	0	0	0	1	0	100,0 %
CuidadoPerroBaño	1	1	0	0	0	0	1	100,0 %
AutoLavado	1	1	0	0	0	1	0	100,0 %
LavanderiaLavarRopa	0,8	0,8	0	0	0,8	0	0	100,0 %
GestionAdministrativaPagarCuentas	0,8	0,8	0	0,8	0	0	0	100,0 %
LimpiezaEscaleras	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	100,0 %
CocinaLimpiezaDespensa	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	100,0 %
GestionAdministrativaRevisarCorreo	0,5	0,5	0	0	0,5	0	0	100,0 %
MantenimientoCasaPintura	0	0	0	0	0	0	0	0,0 %
AutoMant	0	0	0	0	0	0	0	0,0 %

De acuerdo a las asignaciones, la completitud global obtenida es de un 81,76 %, valor que refleja que el modelo logra cubrir una proporción significativa del total de horas semanales requeridas por las tareas, aunque permanece un aproximado de 18 % sin atender. A continuación se desarrollan con mayor profundidad los factores que explican este desempeño.

Alta carga temporal de bloques como cuidado, cocina y compras

Los bloques de cuidado, cocina y compras concentran algunas de las tareas de mayor duración semanal, de mayor prioridad, de mayor complejidad operativa, y con menor margen de flexibilidad o postergación.

En particular:

- Las tareas de cuidado infantil (alimentar, acunar, cambiar pañales) ocupan entre 5 y 6 horas semanales por tarea, lo que las convierte en actividades estructuralmente dominantes dentro del sistema.
- Las actividades de cocina presentan duraciones acumuladas significativas debido a su naturaleza rutinaria y diaria.
- Las tareas de compras incluyen desplazamientos y tiempos de espera que hace sus duraciones de mayor valor al de simplemente ejecutar la compra.

Estos bloques no solo demandan más tiempo absoluto, sino también mayor presencia física y continuidad, lo que limita la posibilidad de redistribuirlas equitativamente entre los integrantes. El modelo refleja, por tanto, una situación donde la demanda supera a la disponibilidad efectiva, lo que impide alcanzar un 100 % de completitud.

Existencia de tareas concentradas en pocos individuos

Ciertos grupos de tareas presentan requisitos específicos de preferencia, habilidad o compromiso emocional, lo que reduce el conjunto de personas capaces de ejecutarlas. Ejemplos claves son:

- El cuidado del bebé, asignado únicamente a Luisa y Elena debido a su mayor preferencia.
- El paseo del perro, concentrado en Claudia, ya que es quien presenta mayor afinidad para realizarlo.
- La gestión administrativa, donde Carlos y Luisa son quienes poseen preferencias más elevadas.

Estas tareas son algunos ejemplos de cuellos de botella ya que si los individuos responsables ya alcanzan su límite de disponibilidad, el modelo no puede o pierde eficiencia al redistribuir la carga hacia otros integrantes o no puede directamente asignar la tarea, afectando así la completitud.

Restricciones asociadas a baja preferencias

El modelo incorpora explícitamente preferencias diferenciales. En varios bloques, muchos integrantes tienen valores muy bajos:

- Mantenimiento: preferencias bajas en Elena y Claudia.
- Cuidado: preferencias bajas en Carlos, Andrés y Claudia.
- Cocina: baja afinidad en Claudia.

Si bien esto genera una solución coherente con la teoría del reparto doméstico, también reduce el margen de redistribución y aumenta la dependencia del sistema respecto a ciertos integrantes para garantizar el cumplimiento de determinadas tareas. Asimismo, debe considerarse que el modelo depende de las preferencias declaradas por los integrantes. En situaciones hipotéticas donde algún miembro declare sistemáticamente preferencias muy bajas, podría inducirse una asignación menor de tareas hacia esa persona, generando un sesgo en la distribución.

Análisis por integrante: asignaciones, eficiencia relativa y comparación con preferencias

Carlos:

Rol operativo, de soporte técnico y logístico.

Cuando se comparan estas asignaciones con sus preferencias medias por bloque, se advierte:

- Carlos posee preferencias elevadas en gestión y mantenimiento, y el modelo lo asigna justamente a estos bloques lo que es coherente con la estructura teórica.
- Su preferencia en limpieza es baja, y el modelo le asigna pocas tareas de ese tipo siendo este un resultado esperado.
- En cuidado, sus preferencias son moderadas, y el modelo solo lo involucra en tareas específicas (medicación).

En términos de la optimización del modelado, Carlos realiza tareas con alta duración semanal pero dentro de bloques donde presenta elevada preferencia al ser tareas que domina, se observa que obtiene un índice de carga mental bajo (20.61).

Luisa:

Núcleo funcional de tareas de cuidado, cocina y limpieza.

Al compararlas con sus promedios de preferencia:

- Luisa posee las preferencias más altas del hogar en bloques rutinarios: cocina, cuidado y limpieza.
- El modelo la asigna predominantemente a estos bloques.

Aunque Luisa tiene preferencias altas, es también una de las personas con mayor carga mental (24.88) que quedando en un 24,4% por encima de su tiempo disponible, resulta en un índice bajo según el umbral definido.

Elena:

Alta participación en cocina, cuidado y lavandería.

Comparación con sus preferencias:

- Elena tiene preferencias moderadas en cocina y cuidado, y el modelo la orienta fuertemente hacia esos bloques.
- En mantenimiento su preferencia es muy baja, y efectivamente no se le asigna ninguna tarea relevante como es de esperar.
- Su alta carga temporal en cocina genera un incremento de su índice de carga mental, que resulta ser el más alto del grupo (28.32) lo que no implica que su carga mental es alta ya que su tiempo disponible también es alto, resultando del umbral definido la carga mental mas baja con un 1,1 % siendo 30 % el valor que hace que pase a carga mental media.

En el caso de Elena tiene tareas de muy alta duración, pero no necesariamente el mayor nivel de preferencia, lo que amplifica su carga mental total que aún así no obtiene resultados medios ni altos para la misma.

Claudia:

Participación focalizada en pocas tareas específicas.

Posee preferencias bajas en la mayoría de los bloques, lo que restringe su participación. Su rol resulta marginal en términos de completitud global, lo que reduce su índice de carga mental a 8.15, siendo igualmente una carga mental baja con un 1,8% por encima de su tiempo disponible. Este comportamiento es coherente con la construcción en donde los individuos con baja preferencia reciben menos asignaciones, pero esto también implica menor contribución a la completitud general.

Andrés:

Apoyo educativo, compras y limpieza puntual.

Sus preferencias elevadas en mantenimiento, gestión y actividades de soporte coinciden con las asignaciones del modelo. Su índice de carga mental es bajo (16.12) debido a que su carga cae en el umbral al 15% del tiempo disponible, lo cual es coherente si hacemos un paralelismo, con sus preferencias medias relativamente altas en tareas vinculadas a sus bloques mas afines.

Tabla 5.6: Promedio ponderado de prioridad de tareas asignadas por integrante

	Carlos	Luisa	Elena	Andrés	Claudia
Prioridad promedio ponderada	7,18	6,99	6,08	4,23	4,17

Asimismo, debido a la estructura de la función objetivo, que pondera la completitud por la prioridad de cada tarea, los integrantes con mayores capacidades relativas tienden a ser asignados en tareas de

mayor peso estratégico. En otras palabras, las tareas de alta prioridad como cuidado del bebé, tareas críticas de limpieza, cocina o gestiones administrativas esenciales requieren un desempeño eficiente para maximizar el valor objetivo. El modelo identifica naturalmente a Luisa y Carlos como los candidatos ideales para absorber estas responsabilidades, ya que son quienes aportan el mayor retorno por unidad de tiempo asignada.

Sin embargo, el modelo no solo asigna según preferencia, sino también según disponibilidad horaria y restricciones operativas, lo que introduce un comportamiento compensatorio que a medida que se saturan las horas disponibles de los integrantes clave, es necesario redistribuir hacia otros miembros del hogar, incluso cuando su preferencia media es inferior. Este efecto es particularmente visible en bloques como cuidado y cocina, donde la demanda total supera la capacidad individual máxima, obligando al modelo a delegar tareas en Elena o Andrés, aun siendo menos eficientes bajo el criterio de la función objetivo.

En consecuencia, Luisa y Carlos emergen como pilares de la eficiencia del sistema doméstico, no solo por su preferencia promedio elevada, sino también porque concentran la mayor parte de las horas asignadas en tareas que tienen mayor afinidad, afectando de manera decisiva el valor final de la función objetivo, el nivel de completitud global alcanzado, y el equilibrio operativo entre bloques de tareas.

Este resultado confirma que la estructura observada es coherente con lo anticipado en el estudio teórico en hogares donde existen diferencias claras en preferencias y aptitudes, el modelo tiende a maximizar el aporte de los integrantes más eficientes, convirtiéndolos en actores centrales para lograr niveles elevados de completitud y sostenibilidad del modelo. La completitud global alcanzada en el caso base (81,76 %) se explica, en gran medida, por esta contribución diferenciada de los integrantes clave.

Resultado del caso base, el siguiente gráfico comparativo de cobertura de tareas resultante respecto al requerimiento semanal en tiempo:

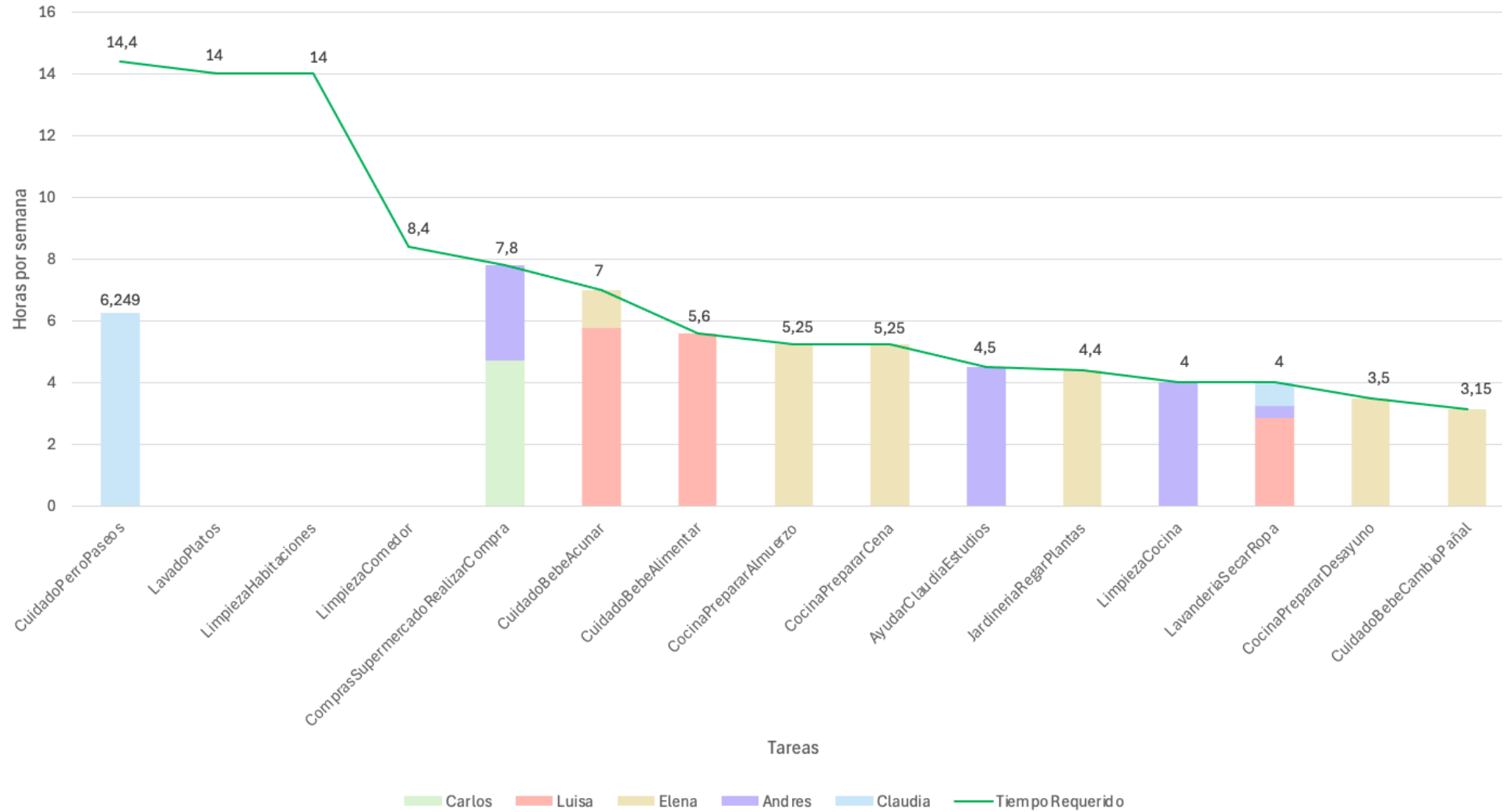


Figura 5.1: Tiempo requerido vs tiempo asignado por persona para las 15 primeras tareas más demandantes

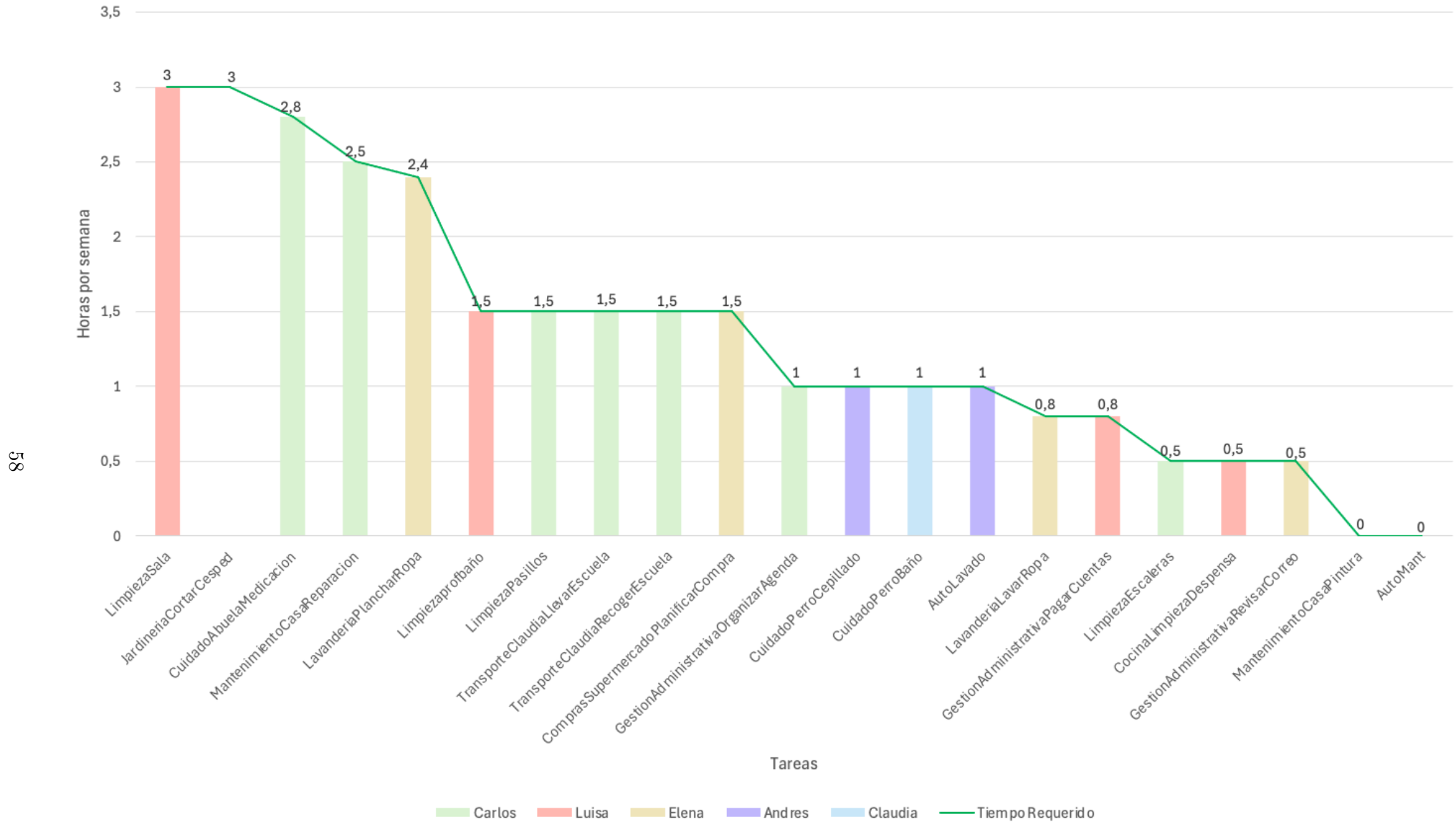


Figura 5.2: Tiempo requerido vs tiempo asignado por persona para las restantes 21 tareas

Análisis del Gráfico Comparativo de Cobertura de Tareas del Caso Base

La figura presentada ilustra, para cada tarea del sistema doméstico, la comparación entre el tiempo semanal requerido y el tiempo efectivamente cubierto por la solución óptima por integrante. Esta representación permite evaluar visualmente el grado de ajuste entre la demanda total del hogar y la capacidad efectiva de los integrantes bajo las restricciones del modelo.

En primer lugar, se observa que las tareas con mayor requerimiento semanal como CuidadoPerroPaseos, LavadoPlatos, LimpiezaHabitaciones, LimpiezaComedor y ComprasSupermercadoRealizarCompra muestran una cobertura significativamente menor que su necesidad teórica. Esto sugiere que el sistema opera bajo un régimen de tensión estructural, donde la demanda excede la capacidad disponible incluso bajo una asignación óptima. A partir de este resultado se observa que la tarea LavadoPlatos no es realizada por el modelo. Esto resulta llamativo, ya que otras tareas de limpieza, como Limpieza de escalera, sí son asignadas aun teniendo menor prioridad relativa. Al analizar los parámetros utilizados, se observa que la tarea CuidadoCepilladoPerro posee una prioridad de 7, pero debido a su alta frecuencia alcanza una duración total de 14 horas semanales. En cambio, CuidadoCepilladoPerro presenta una prioridad de 6 y una duración total de 1 hora semanal.

De acuerdo con la construcción de la función objetivo, el modelo tiende a priorizar aquellas tareas que aportan mayor valor relativo a la completitud, lo que explica que se privilegien tareas de menor duración aun cuando su prioridad sea ligeramente inferior. Para evitar este tipo de resultados poco deseables desde el punto de vista práctico, podría incrementarse la prioridad de la tarea LavadoPlatos o bien ajustar los parámetros de duración utilizados en el modelo. Por ejemplo, podría evaluarse una reducción del tiempo semanal asignado a esta tarea (por ejemplo, en un 50 %) para analizar el comportamiento del sistema y favorecer al menos su asignación parcial.

Como línea de trabajo futuro, y a partir de un análisis más exhaustivo de casos similares, podría incorporarse al modelo una restricción adicional que asegure el cumplimiento mínimo de determinadas tareas consideradas esenciales, estableciendo que estas deban realizarse al menos en un cierto porcentaje previamente definido de forma consensuada por los integrantes del hogar.

Cabe mencionar que tareas como MantenimientoCasaPintura y AutoMant no poseen duración ya que en el caso base, la familia asigna frecuencia cero ya que en la semana de evaluación estas tareas no estaban en juego). Esta situación coincide con los bloques de mayor carga total analizados previamente (cuidado, cocina y compras), reforzando la interpretación de que estas actividades representan el núcleo crítico del funcionamiento del hogar.

Por el contrario, en tareas de menor volumen o de carácter más episódico (por ejemplo, Transporte-Claudia, GestiónAdministrativaOrganizarAgenda, CuidadoPerroCepillado, entre otras), la cobertura se acerca más a la demanda, y en la mayoría de los casos se satisface completamente. Esto sugiere que cuando la duración semanal es compatible con la disponibilidad de quienes poseen preferencias adecuadas, el modelo logra alcanzar niveles de completitud plena sin comprometer otras áreas del sistema.

Se observa además que el modelo elige y prioriza realización de tareas cortas en duración total, que lleva a lograr mayores resultados respecto al objetivo de maximizar la completitud. Cobrando total sentido si consideramos que es más eficiente hacer tres tareas al 100 % que una al mismo valor. Aunque se observa que por prioridad JardineriaCortarCésped quedo pendiente por la baja prioridad. Esto hace ver que la selección de parámetros inicial es clave para no dejar de lado tareas que puedan tener mayor duración pero sean de carácter necesario u obligatorio.

Un aspecto particularmente relevante es la heterogeneidad en la brecha de cobertura, mientras ciertas tareas críticas vinculadas al mantenimiento cotidiano del hogar quedan parcialmente insatisfechas, otras vinculadas a necesidades de apoyo o gestión llegan a niveles aceptables de cobertura. Esta asimetría es consistente con el diseño de la función objetivo, que privilegia tareas de mayor prioridad, y con el patrón observado de saturación de los integrantes clave, especialmente Luisa y Carlos, quienes absorben gran parte de las responsabilidades más demandantes. Asimismo, la distribución revela dos tipos de cuellos de botella:

1. Cuellos de botella por intensidad temporal, donde la suma de horas necesarias supera las horas disponibles de los integrantes más aptos (caso como cuidado intensivo y cocina).

2. Cuellos de botella por especialización, donde la asignación está limitada por preferencias bajas del resto de los integrantes, lo que restringe la redistribución incluso si existiera tiempo disponible en otros miembros.

En conjunto, este patrón gráfico reafirma que la completitud global del 81,76% no se debe a un problema técnico del modelo, sino a la propia estructura de restricciones del hogar, demandas elevadas, disponibilidad desigual y especialización limitada. La figura actúa como un mapa visual de estas tensiones, mostrando dónde se acumula la insatisfacción de tareas y sugiriendo qué áreas requieren intervención prioritaria.

Finalmente, el análisis de esta gráfica brinda un punto de partida fundamental para el estudio de sensibilidad. Las desviaciones observadas entre requerimiento y cobertura permiten identificar con precisión qué bloques son más vulnerables a restricciones de disponibilidad, dónde un aumento marginal en horas disponibles produciría un impacto significativo, qué tareas podrían beneficiarse de flexibilización, re-asignación o apoyo externo, y cuáles deberían incluirse como escenarios alternativos para evaluar la robustez del modelo.

En este sentido, el gráfico no solo resume el desempeño del caso base, sino que abre el camino analítico hacia los escenarios de ajuste, donde será posible explorar cómo variaciones en disponibilidad, preferencias, cargas mentales o estructuras familiares modificarían la completitud y equilibrarían, eventualmente, las tensiones detectadas.

5.8. Análisis de sensibilidad

Dado que el objetivo central del modelo es maximizar la completitud ponderada de las tareas priorizadas del hogar, resulta fundamental evaluar cómo responde el sistema ante posibles variaciones en las condiciones iniciales. Estas variaciones pueden representar situaciones reales del entorno familiar, como cambios en la disponibilidad de tiempo, diferencias en las preferencias individuales, capacitaciones o la intervención de apoyo externo en la gestión doméstica.

El análisis de sensibilidad permite estudiar la robustez y estabilidad del modelo frente a variaciones de ciertos parámetros clave, identificando cuáles de ellos generan mayor impacto en la solución óptima y, por lo tanto, requieren especial atención en la planificación y toma de decisiones. En términos prácticos, este tipo de análisis proporciona una herramienta para comprender qué tan sensibles son los resultados del modelo ante cambios en el contexto familiar o social, asegurando que la propuesta sea aplicable y sostenible bajo distintas configuraciones.

En línea con el marco teórico, se incorpora además un análisis orientado a explorar cómo las diferencias de género, tradicionalmente asociadas a las preferencias y a la naturaleza de las tareas domésticas, pueden incidir en la solución óptima del modelo. De este modo, el análisis de sensibilidad no solo evalúa la eficiencia técnica del modelo, sino también su capacidad para reflejar desigualdades estructurales presentes en la distribución del trabajo doméstico.

A continuación, se presentan los siete escenarios de análisis de sensibilidad desarrollados:

- Escenario 1 “Variación del tiempo disponible ($\pm 25\%$)”: se modifica el tiempo disponible semanal de cada integrante, aumentando y reduciendo en un 25%, con el fin de evaluar la elasticidad del modelo frente a contextos de mayor o menor disponibilidad temporal y su efecto sobre la asignación de tareas por integrante y sobre la completitud global.
- Escenario 2 “Incorporación de personal doméstico”: se introduce una figura auxiliar con una disponibilidad de 30 horas semanales, asignable solo a un conjunto restringido de tareas y con preferencia máxima para ellas. El objetivo es analizar cómo la incorporación de apoyo externo modifica la carga del resto de los integrantes y la completitud total del modelo.
- Escenario 3 “Modificación de prioridades”: se ajustan los valores de prioridad de las tareas para observar cómo cambios en la jerarquización de actividades pueden inducir rotación en las asignaciones y alterar la estructura óptima de distribución del trabajo doméstico.

- Escenario 4 “Efecto de la capacitación de los integrantes”: se incrementan todas las preferencias con valores inferiores a 0,7 hasta ese umbral, representando un proceso de formación o entrenamiento en la realización de tareas domésticas. Este escenario busca evidenciar la relevancia de la capacitación y su impacto en la completitud del modelo bajo esta premisa.
- Escenario 5 “Diferenciación y redistribución por género”: se modifican las preferencias tradicionales asignadas a tareas consideradas “femeninas” o “masculinas”, intercambiando sus valores entre los integrantes adultos (padre y madre) del hogar. Este análisis permite observar cómo la igualación de preferencias y el desarrollo de habilidades sin sesgo de género conducen a asignaciones más justas, demostrando que el modelo distribuye las tareas en función de la capacidad y no del género, así como ver cómo impacta esto en la completitud en relación al caso base.
- Escenario 6 “Comportamiento de la restricción de equidad”: se estudia el impacto de variar el porcentaje de tolerancia en la restricción de equidad, que en el caso base impide que la carga efectiva de tiempo por integrante difiera más de un 25 % del tiempo ocupado sobre el tiempo disponible de los distintos integrantes entre sí. Se comparan los resultados al reducir este valor a un 5 %, evaluando cómo esta condición afecta la distribución de tareas y la sobrecarga individual en contextos de tiempo disponible en exceso.

Además complementando lo anterior, en los distintos escenarios se analizarán las variaciones en el índice de carga mental por persona, con el fin de observar cómo las modificaciones en los parámetros del modelo inciden no solo en la distribución del tiempo, sino también en el esfuerzo mental y emocional asociado a las tareas domésticas.

La carga mental, tal como fue definida en el capítulo 3, constituye un parámetro subjetivo pero cuantificable, construido a partir de valoraciones consensuadas entre los integrantes del hogar respecto al esfuerzo requerido para cada tarea. Si bien este enfoque permite visualizar diferencias relativas de esfuerzo y sobrecarga, presenta ciertas limitaciones metodológicas que deben ser consideradas al interpretar los resultados.

5.8.1. Escenario 1: Variación porcentual del tiempo disponible por integrante

Esta variable constituye uno de los parámetros más determinantes en la asignación de tareas, ya que define los límites de factibilidad temporal dentro del modelo y condiciona directamente la completitud de las tareas domésticas.

Para este escenario, se consideraron dos situaciones respecto al caso base:

- Aumento del 25 % del tiempo disponible para todos los integrantes.
- Reducción del 25 % del tiempo disponible respecto al valor inicial.

El resto de los parámetros (preferencias, prioridades, frecuencias, duraciones y coeficientes de carga mental) se mantuvo constante, con el fin de aislar el efecto específico del tiempo disponible sobre el comportamiento del modelo.

Corriendo el código aumentando un 25 % los tiempos disponibles, se obtienen los siguientes resultados:

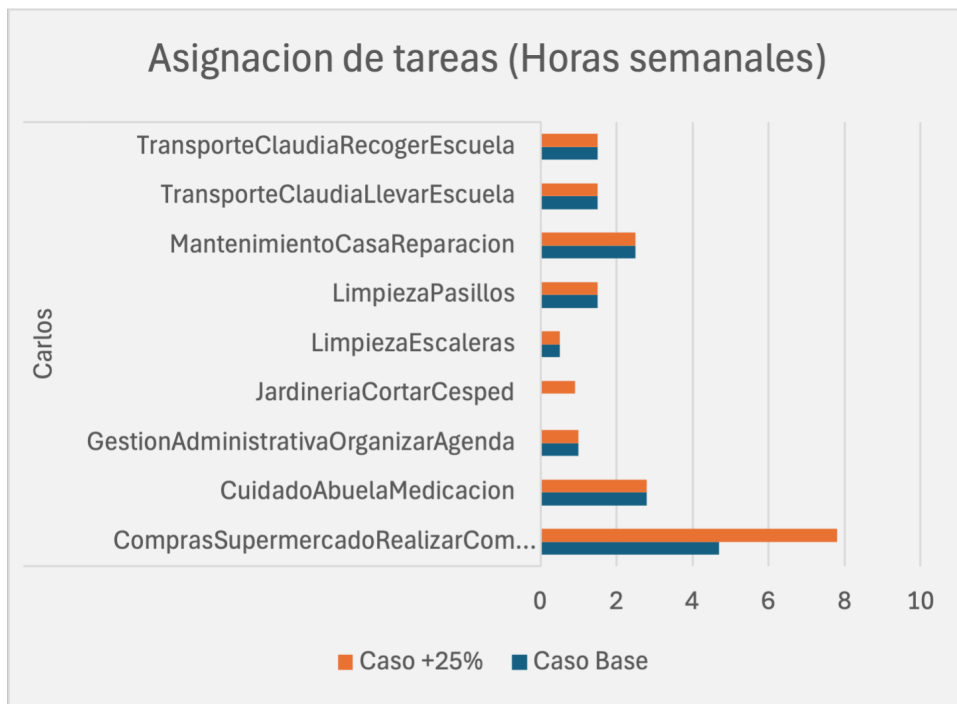


Figura 5.3: Horas asignadas por el modelo (con 25 % más de tiempo disponible) vs. caso base Carlos.

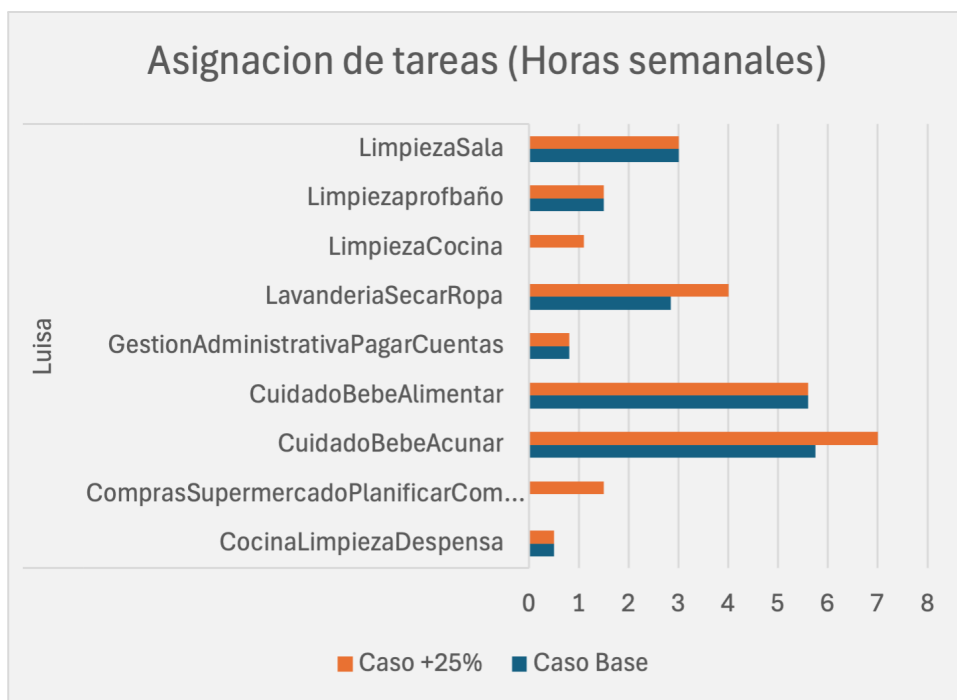


Figura 5.4: Horas asignadas por el modelo (con 25 % más de tiempo disponible) vs. caso base Luisa.

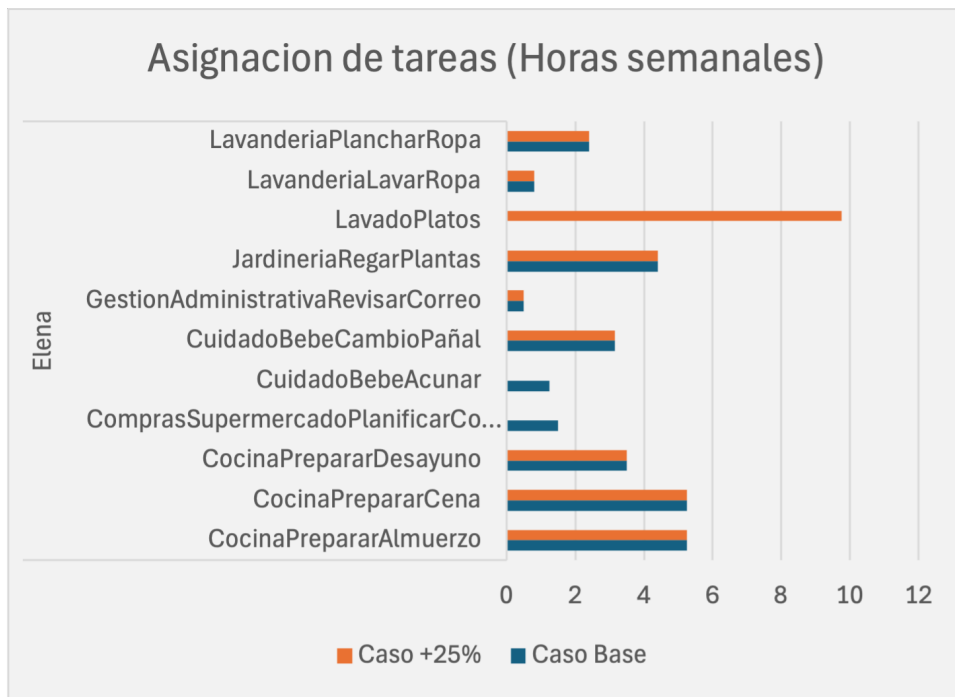


Figura 5.5: Horas asignadas por el modelo (con 25 % más de tiempo disponible) vs. caso base Elena.

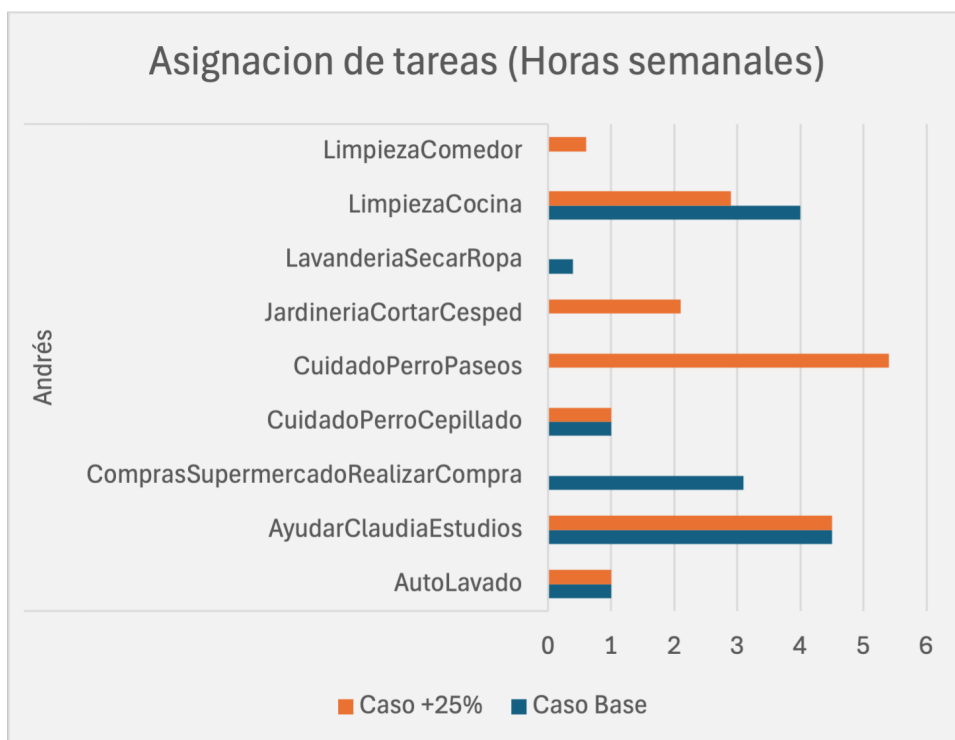


Figura 5.6: Horas asignadas por el modelo (con 25 % más de tiempo disponible) vs. caso base Andrés.

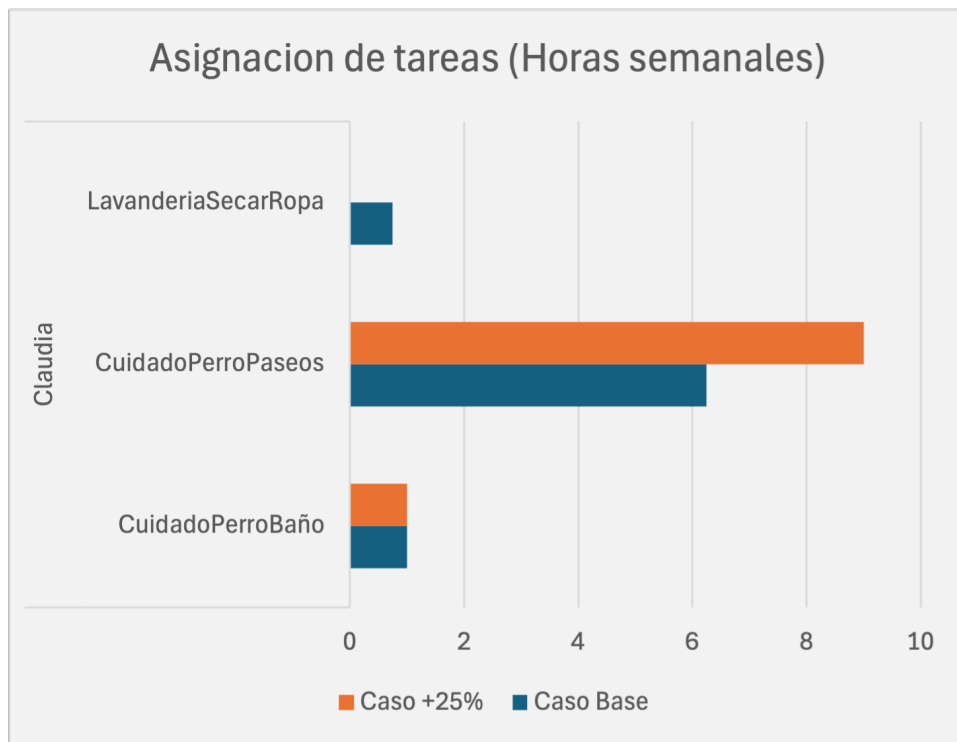


Figura 5.7: Horas asignadas por el modelo (con 25 % más de tiempo disponible) vs. caso base Claudia.

Los resultados obtenidos muestran una relación aparentemente directa y proporcional entre la disponibilidad horaria y el porcentaje de completitud de tareas. En el escenario base, el modelo alcanzó una completitud global del 81,76 %. Al incrementar un 25 % la disponibilidad temporal, la completitud ascendió a 88,24 %.

Al analizar la distribución de tareas entre integrantes, se observa que el aumento de tiempo no produce una re-asignación drástica de responsabilidades, sino una ampliación progresiva de la cobertura dentro de los mismos grupos de tareas y personas, generando algunos cambios de asignación, incluso de las mismas tareas. Las barras naranjas (que representan el escenario con más tiempo) muestran, en la mayoría de los casos, un incremento homogéneo de horas asignadas, lo que sugiere que el modelo mantiene los criterios de prioridad y preferencia establecidos originalmente.

Analizando cada caso, Carlos y Luisa, quienes en el caso base ya tenían una carga de trabajo significativa (Luisa en lo que es limpieza y cuidado, y Carlos en lo que es tareas logísticas y de gestión), captan para este caso nuevas tareas que habían quedado relegadas por la disponibilidad de tiempo y por no ser prioritarias. Asimismo, se adjudican nuevas tareas a las personas que tienen preferencia más alta para las mismas, como es de esperar.

Se pueden ver dos ejemplos claros. En el caso base la Limpieza de cocina, es asignada a Andrés (de preferencia 0,6) mientras que Luisa toma tareas en las que la ponderación de preferencia y prioridad es mayor en valor. En el caso de aumento del 25 % del tiempo disponible, Luisa capta un 27,5 % de la tarea limpieza de cocina, mientras que Andrés realiza el porcentaje restante. Esto muestra que el modelo no optimiza cada tarea de forma independiente, sino el conjunto global de todas las tareas. Por lo tanto, puede asignar parte de Limpieza de cocina a Andrés si esa pequeña re-asignación le permite liberar a Luisa para otra tarea más prioritaria o donde su preferencia diferencial sea mayor.

Como se puede observar, además, Andrés utiliza el tiempo que libera para captar nuevas tareas, como Limpieza de comedor y Cuidado paseo de perros, entre otras.

Analizando otro ejemplo, como lo es Jardinería cortar césped, tarea que no se ejecuta en el caso base, toma relevancia y es realizada en un 100 % al aumentar el tiempo disponible. Se ve que el modelo reparte un 30 % a Carlos y un 70 % a Andrés, quienes tienen una preferencia de 1 y 0,9 respectivamente. La tarea en cuestión tiene una prioridad de 2, lo que la hace poco elegible por el modelo en contextos de mayor restricción temporal.

Siguiendo en la misma línea, se observa que Carlos absorbe, en la situación analizada, la tarea

compra supermercado realizar compra en su totalidad, mientras que en el modelo base la repartía con Andrés. Se trata de un caso similar al anterior, Carlos dispone de una preferencia 0,8 frente a un 0,7 de Andrés para la tarea, la cual tiene una prioridad alta de valor 9. Observando qué ocurre aquí, se aprecia que Carlos, en el escenario base, tiene muchas tareas cortas completadas al 100 % dada su buena preferencia a nivel general, lo que implica que, en el objetivo de maximización, el modelo lo adjudica a dichas tareas para lograr el objetivo deseado de maximizar la completitud. Si el modelo asignara a Carlos la completitud de esta tarea, dejaría de hacer aproximadamente tres tareas de menor duración, lo que afectaría el objetivo establecido.

En el caso de Elena, se observa que delega tareas a Luisa de menor aporte temporal y, con el tiempo extra asignado, completa la tarea Lavado de platos. Análogamente a lo señalado en el modelo anterior, se observa que el aporte de Elena, quien tiene tareas restringidas, con el tiempo disponible agregado permite completar una tarea de gran duración semanal y siendo ella quien tiene la preferencia más alta (0,9) para realizarla. El modelo entiende entonces que completar esta tarea en el caso base, al requerir mucho tiempo, es menos eficiente para el objetivo, ya que con ese mismo tiempo pueden completarse más tareas al 100 %.

Para el caso de Claudia, quien tiene tareas bastante restringidas, observamos aportes en términos de colaborar en completar tareas como en el caso base en la tarea de Lavandería secar ropa, aportando un porcentaje menor junto con Andrés, que complementan en la completitud a Luisa, quien carga con esta tarea en mayor nivel por su mayor preferencia. En la situación de tiempo disponible mayor, este aporte queda de lado ya que la tarea la realiza Luisa de forma completa, mientras que el aporte de Claudia es completar al 100 % la tarea Cuidado paseo de perros, para la cual dispone de tiempo y tiene una preferencia de 1, siendo un aporte muy eficiente para la completitud.

Desde una perspectiva global, el incremento de tiempo disponible no altera la estructura de reparto del trabajo doméstico, sino que expande proporcionalmente las tareas ya asumidas por cada integrante, manteniendo la coherencia con las restricciones.

Corriendo el código disminuyendo un 25 % los tiempos disponibles, se obtienen los siguientes resultados:

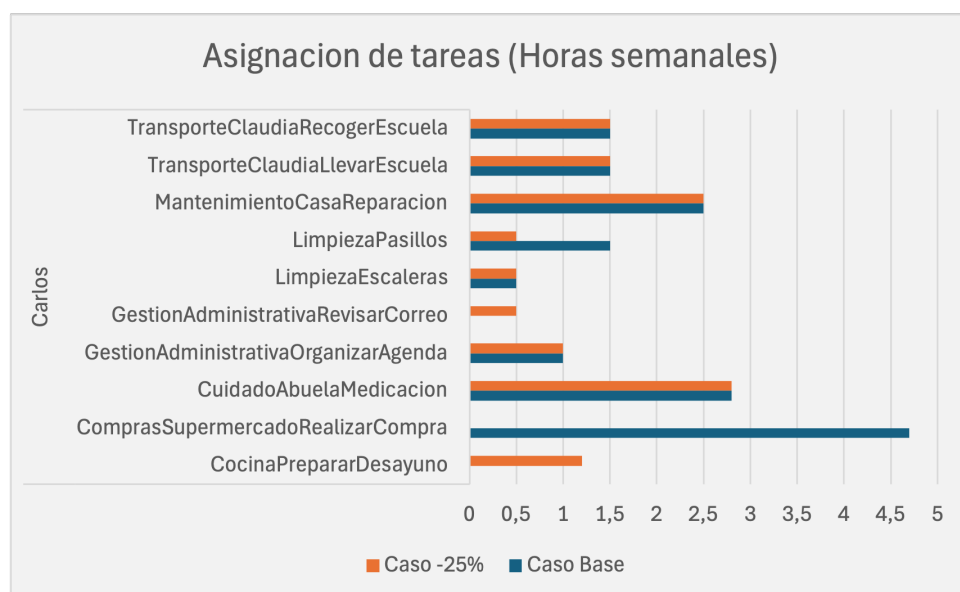


Figura 5.8: Horas asignadas por el modelo (con 25 % menos de tiempo disponible) vs. caso base Carlos.

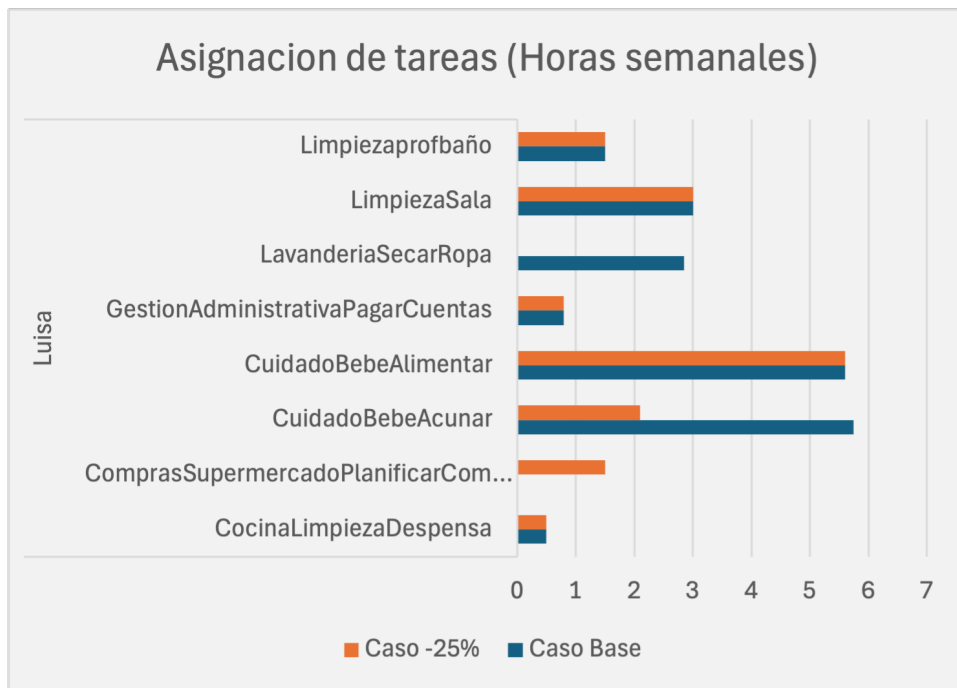


Figura 5.9: Horas asignadas por el modelo (con 25 % menos de tiempo disponible) vs. caso base Luisa.

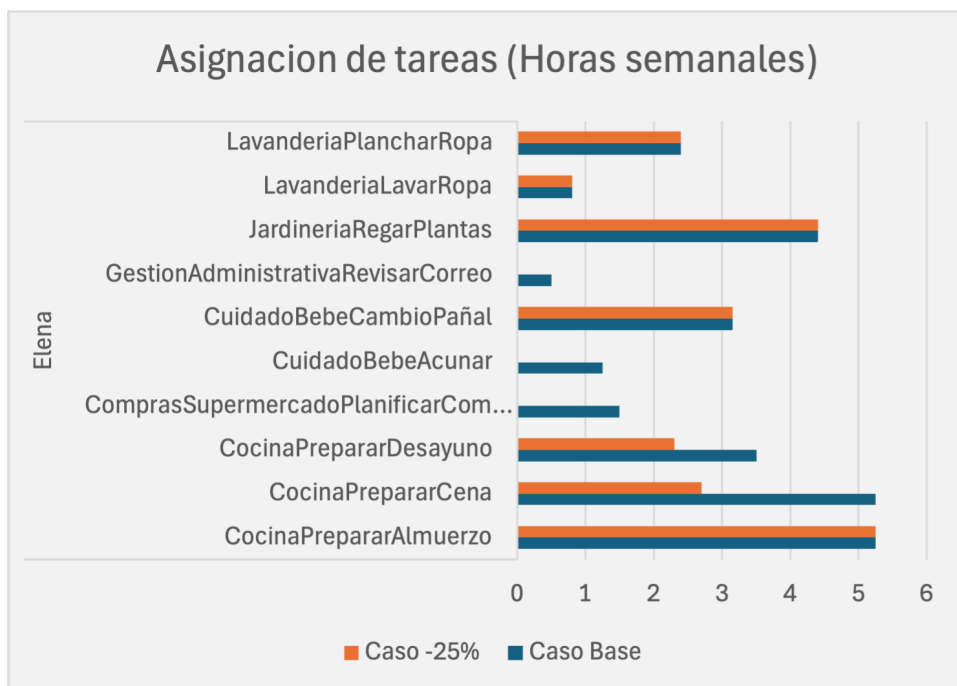


Figura 5.10: Horas asignadas por el modelo (con 25 % menos de tiempo disponible) vs. caso base Elena.

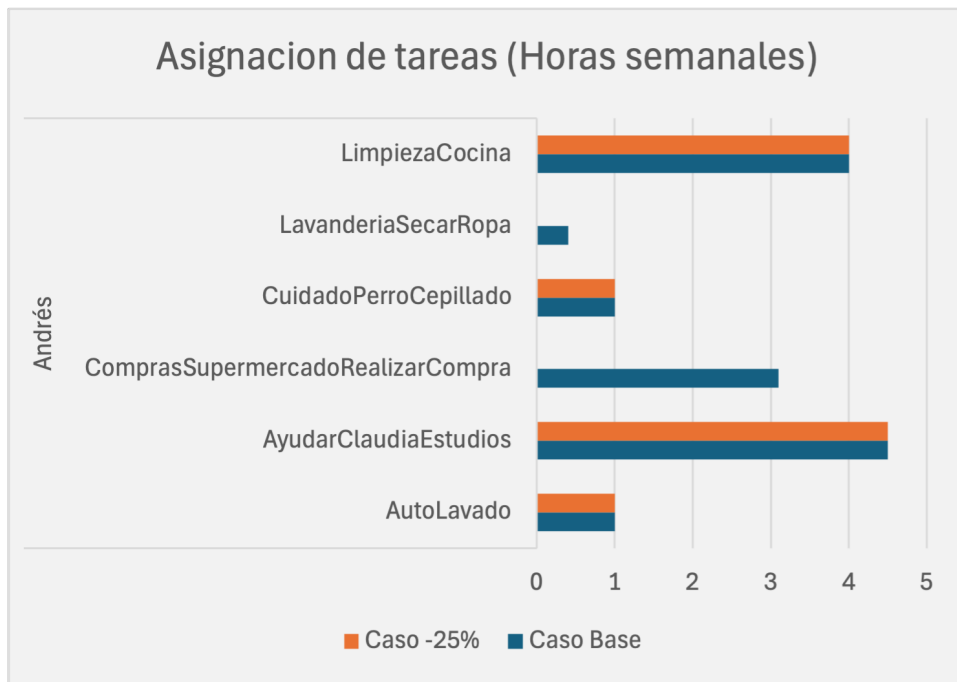


Figura 5.11: Horas asignadas por el modelo (con 25 % menos de tiempo disponible) vs. caso baseAndrés.

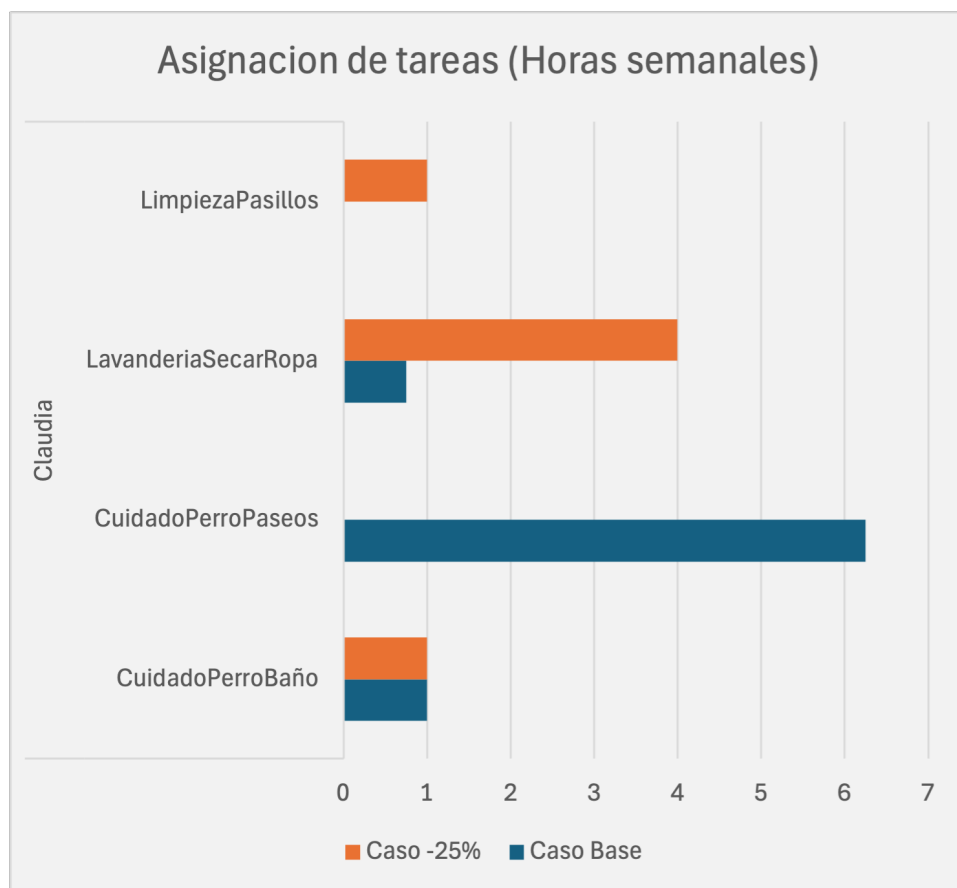


Figura 5.12: Horas asignadas por el modelo (con 25 % menos de tiempo disponible) vs. caso base Claudia.

Con la reducción del 25 % del tiempo disponible, la completitud desciende de 81,76 % a 74,48 %. La caída es ligeramente mayor al incremento observado en el caso +25 %, en donde se observó un incremento de 6,48 puntos, notando que no hay proporcionalidad directa como se pensó anteriormente.

Esta asimetría sugiere que, bajo escasez, varias restricciones se activan simultáneamente forzando reasignaciones defensivas.

Con menos horas, el modelo concentra recursos en tareas altamente prioritarias y/o de un requerimiento semanal menor, y retrae cobertura en actividades de menor impacto ponderado o de gran duración. De este modo, las actividades críticas para el funcionamiento diario del hogar (como las relacionadas al cuidado, la alimentación y la limpieza) se mantienen prácticamente sin alteraciones, mientras que las de carácter complementario, eventual o de menor prioridad experimentan recortes significativos.

En este sentido, el modelo preserva en primer lugar las tareas vinculadas al cuidado del bebé y de personas dependientes, cuya prioridad alcanza valores de 9 y 10 sobre 10, con frecuencias semanales muy elevadas (21 y 28 veces por semana, respectivamente). En la misma línea, se mantienen las tareas de transporte y acompañamiento escolar Transporte Claudia Llevar Escuela y Transporte Claudia Recoger Escuela, así como la gestión de medicación de la abuela, todas con prioridad máxima (10/10) y relevancia dentro del hogar. También se observa una cobertura casi total de las actividades de alimentación diaria, tales como la preparación del desayuno, almuerzo y cena, junto con la limpieza de cocina y lavado de platos, que además de tener una prioridad alta (7/10 y 8/10), presentan alta frecuencia semanal (7 y 14 veces respectivamente).

Por el contrario, las tareas de menor prioridad o menor frecuencia son las primeras en verse afectadas. Entre ellas se encuentran actividades asociadas al mantenimiento y jardinería, como cortar césped (prioridad 2/10, duración 3 h) o reparaciones del hogar (5/10, duración 2,5 h), así como tareas accesorias de limpieza o cuidados de mascotas de baja prioridad. En estos casos, el modelo reduce la asignación de horas, priorizando las actividades esenciales que contribuyen directamente al bienestar del hogar y a la maximización de la función objetivo.

La distribución individual del trabajo también evidencia el efecto de la restricción temporal. En el caso de Luisa, se observa que el modelo mantiene su participación en las tareas más críticas, sobre todo en cuidado, aunque se ve una disminución del tiempo dedicado, en comparación con el caso base, a Acunar a Lucas, pasando de un 100 % a un 30 %. Esta tarea cuenta con una prioridad de 10, pero con un tiempo de duración alto. Esto implica que el sistema priorice, en este caso, la completitud de tareas más cortas para hacer mejor uso del tiempo. Estas detecciones, construyen fundamentos de mejora del modelo para trabajos futuros, como aplicación de restricciones de mínima asociadas a parámetros por tarea que defina el hogar según su necesidad. Esto podría ser un problema de no hacer mayor diferenciación en prioridad de tareas, ya que Limpieza de sala podría obviarse, siendo más crítica la tarea de acunar. Se observa entonces que, al restringir el parámetro de tiempo disponible, el modelo empieza a tener comportamientos que ponen en juego las asignaciones de tareas críticas y quizá esto requiera una redefinición de parámetros al encontrarse en esta situación.

A su vez, el modelo deriva a Luisa a tareas en las que su aporte es más eficiente, ya que no tiene limitaciones en las tareas y posee mejor preferencia, y su contribución es mayor para la completitud de tareas cortas. Se observa también que la tarea de secado de ropa, en la situación base, es absorbida por Luisa en su mayoría, mientras que en el caso más restrictivo es tomada por Claudia. La tarea igualmente se completa ya que su aporte por prioridad es mayor, pese a que implica que el paseo de perros pase de una completitud de 43,4 % a no realizarse. Con esto notamos el peso relativo de cada tarea en virtud de su prioridad y preferencia para lograr los máximos de completitud del modelo, debiendo ser lo más realista posible al asignar dichos valores, que se entiende cambiarían la situación de así requerirlo, ya que alteraciones en tiempo disponible generarán mayor estrés en el hogar a la hora de definir prioridades y/o determinar qué tareas pueden dejarse de lado.

Se observa que Elena mantiene un papel fundamental en las tareas operativas de alta frecuencia en las que además cuenta con buena preferencia. A pesar de la reducción de tiempo, su participación se mantiene estable en estas actividades, y solo se observan disminuciones en tareas de gestión, además de su aporte en cuidado de Lucas. Esto sugiere que el modelo reconoce su perfil de especialización y procura conservarlo incluso bajo escenarios de escasez.

Para Carlos, se observa que deja de lado la tarea de compra de supermercado, la cual implica un tiempo de dedicación mayor. Análogamente a otros casos ya estudiados, el modelo prioriza dedicar el tiempo a aumentar la completitud de tareas, por lo que prefiere completar tres tareas cortas más que

una de larga duración. Vemos que preserva aquellas vinculadas con gestión administrativa, transporte y apoyo logístico, en las cuales posee alta preferencia (0,8–1,0). A su vez, se ve que toma tareas nuevas como preparar desayuno y revisar correo, tareas que, al encontrarse en mayor orden de relación, son captadas en parte por Carlos ya que contribuyen a maximizar la completitud buscada, y dejando más disponibilidad en Elena para otras tareas en las que Carlos tiene menor preferencia. En estas nuevas tareas, la diferencia de preferencia entre Carlos y Elena es mínima, justificando la adjudicación a Carlos.

En cuanto a Andrés, si bien su participación total se reduce, conserva aquellas actividades donde actúa como sustituto eficiente, por ejemplo, Limpieza de cocina (0,6 de preferencia) o Cuidado de perro cepillado (0,9), que compensan parcialmente la reducción del tiempo de Luisa en tareas críticas. Esta re-asignación demuestra que el modelo busca mantener la asignación de tareas prioritarias, diversificando las responsabilidades de acuerdo con la disponibilidad residual de cada integrante.

Finalmente, Claudia, con una menor disponibilidad temporal y preferencias concentradas en tareas de apoyo, es quien experimenta la mayor reducción de horas. Se aprecia que deja de lado el paseo del perro en virtud de captar la tarea de Limpieza de pasillos y Secado de ropa, que aportan más a la función objetivo. En este caso, el hogar debería analizar redefinir parámetros para reasignar prioridades en una situación crítica de falta de tiempo y aumentar las brechas de prioridad entre tareas que son mucho más críticas que otras.

Desde una perspectiva global, la equidad en el uso del tiempo se mantiene dentro de los márgenes establecidos por la restricción del modelo (25 % entre integrantes), aunque se vuelve más restrictiva. En un contexto de escasez, esta condición adquiere mayor relevancia, ya que impide la sobrecarga de quienes poseen mayores preferencias o disponibilidad, aun a costa de una ligera pérdida de eficiencia global. Este fenómeno explica, en parte, la asimetría observada entre la caída y la ganancia de completitud al reducir o incrementar el tiempo disponible.

En síntesis, el escenario con una reducción del 25 % del tiempo disponible muestra un comportamiento coherente y robusto del modelo, que responde de manera equilibrada ante la escasez de recursos. La función objetivo se ajusta priorizando las tareas esenciales y redistribuyendo las cargas de manera de maximizar la completitud de tareas, aunque con una pérdida inevitable de eficiencia global.

El sistema demuestra capacidad de adaptación, con el requerimiento de hacer ajustes de parámetros de acuerdo a resultados y necesidades del grupo familiar. No obstante, los resultados también sugieren la necesidad de desarrollar mecanismos en el modelo, tal como podría ser la segmentación de tareas extensas, para evitar rigideces innecesarias en contextos de tiempo limitado para evitar rigideces innecesarias en contextos de tiempo limitado o que una tarea prioritaria quede sin asignarse debido a su mayor duración, ya que el modelo tiende a privilegiar la completitud.

5.8.2. Escenario 2: Incorporación de personal doméstico

El segundo escenario de análisis de sensibilidad busca evaluar el impacto que produce la incorporación de una figura auxiliar en la dinámica de asignación de tareas dentro del hogar. El propósito es analizar cómo la introducción de apoyo externo modifica la completitud global, la distribución horaria entre los integrantes y la equidad interna. Este tipo de situación representa un contexto real y frecuente en los hogares, donde la contratación de personal doméstico permite aliviar la carga de trabajo y optimizar la gestión del tiempo de los integrantes permanentes.

En este escenario se agrega un auxiliar doméstico con una disponibilidad de 30 horas semanales, limitado a un conjunto específico de tareas domésticas operativas, como se muestra en la figura 4.16, para las cuales se le asigna una preferencia máxima de 1, indicando plena competencia y capacidad. El resto de los parámetros del modelo (prioridades, duraciones, frecuencias, preferencias y tiempos de los integrantes originales) se mantienen constantes respecto al caso base, con el objetivo de aislar el efecto exclusivo de la incorporación del nuevo recurso.

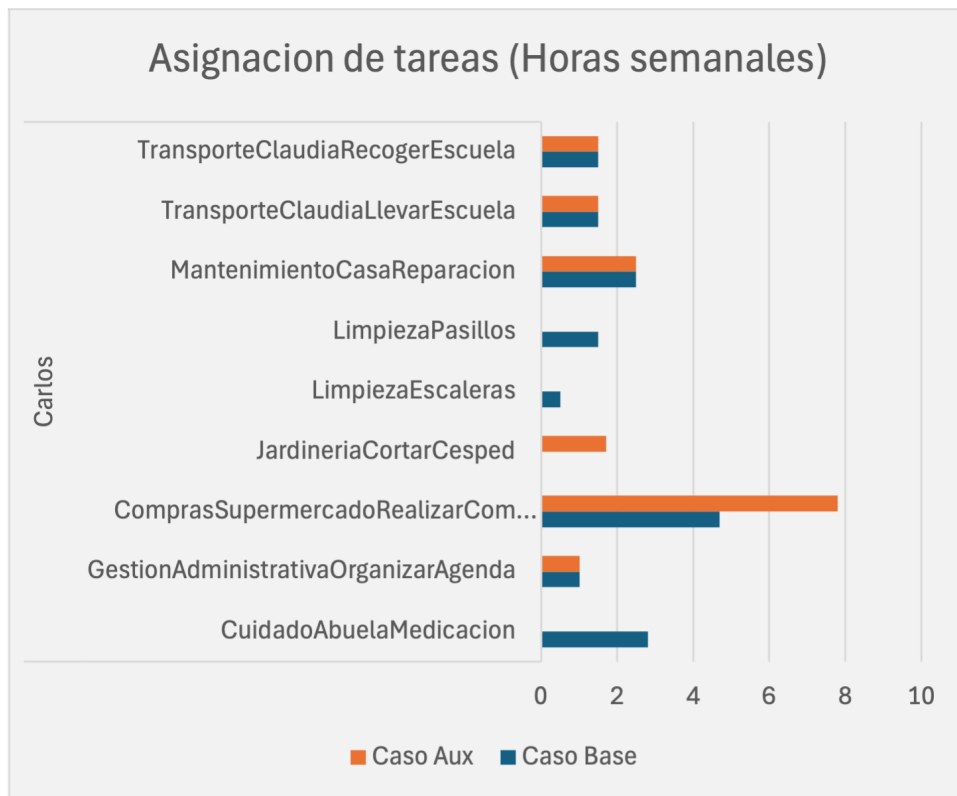


Figura 5.13: Comparación escenario 2 y caso base Carlos.

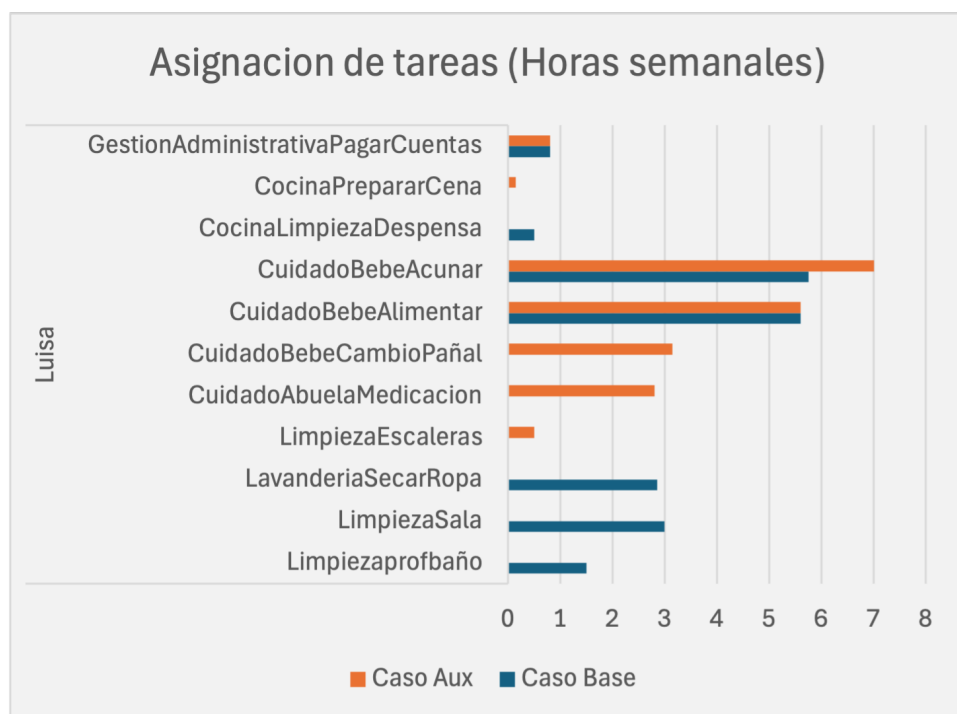


Figura 5.14: Comparación escenario 2 y caso base Luisa.

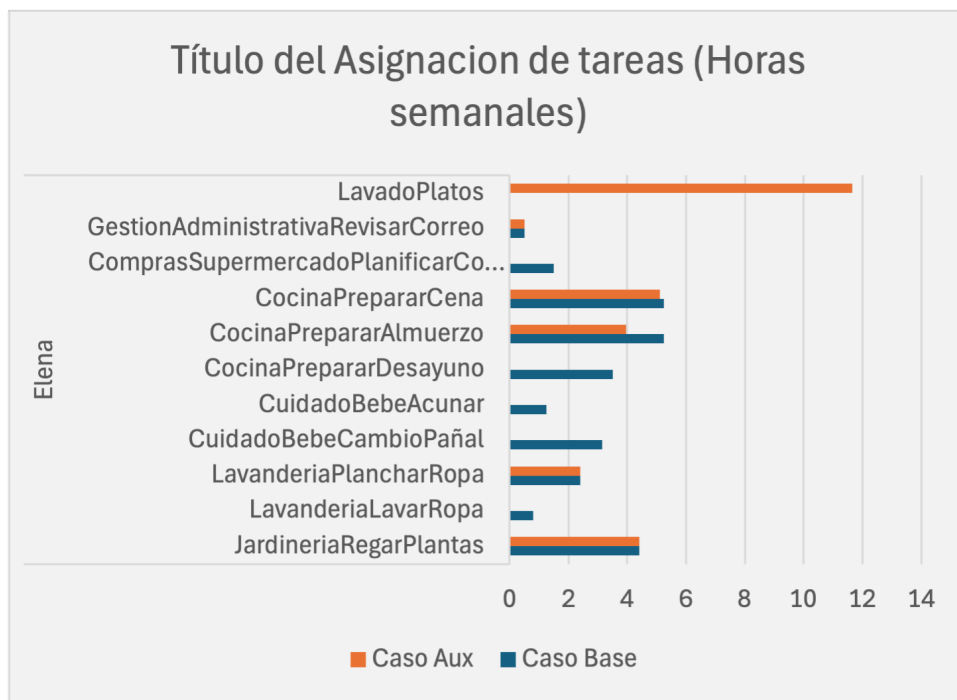


Figura 5.15: Comparación escenario 2 y caso base Elena.

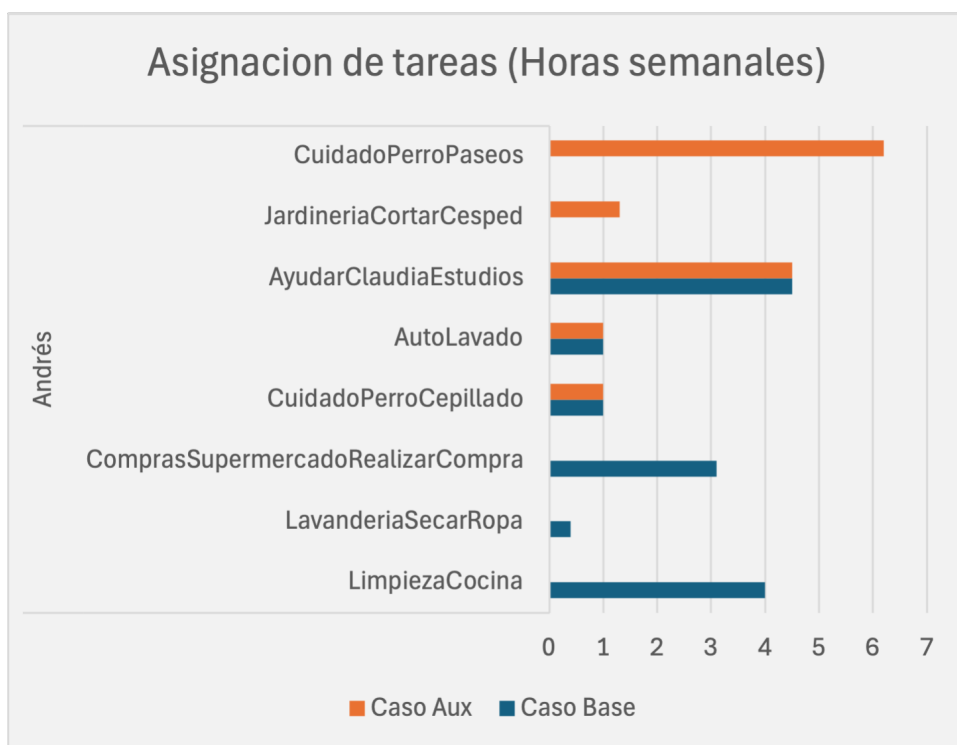


Figura 5.16: Comparación escenario 2 y caso base Andrés.

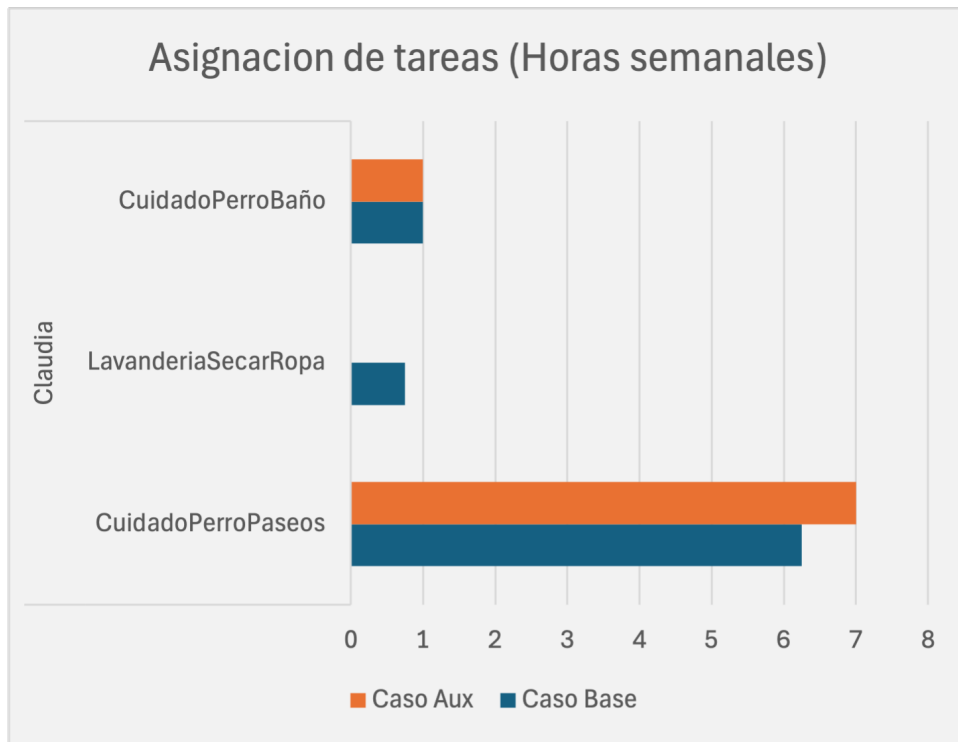


Figura 5.17: Comparación escenario 2 y caso base Claudia.



Figura 5.18: Tareas Auxiliar

El resultado obtenido muestra una mejora significativa en la completitud total del sistema. La completitud ponderada de las tareas asciende de 81,76 % en el escenario base a 90,96 % con la presencia del auxiliar, lo que representa un incremento de 9,2 puntos porcentuales. Al concentrar en el auxiliar las actividades que en la sumatoria de sus tiempos, implican mayor demanda para el hogar, se estima que se puede lograr una reducción del estrés y un aumento del bienestar doméstico al aumentar el cumplimiento de tareas y descomprimir en tareas repetitivas. Este aumento en la completitud se

explica principalmente por la incorporación de horas adicionales de trabajo doméstico a través del personal auxiliar. La disponibilidad de este nuevo recurso permite cubrir tareas de alta demanda semanal, especialmente aquellas vinculadas a limpieza y cocina, que concentran una parte importante del tiempo requerido. De este modo, se liberan horas de los integrantes del hogar para dedicarlas a tareas más específicas o de mayor prioridad.

Desde la perspectiva de la asignación de recursos, el modelo reacciona de forma coherente con su función objetivo. Al incorporar personal auxiliar con preferencia máxima en tareas que históricamente demandaban una alta inversión de tiempo y esfuerzo, estas son reasignadas casi por completo al nuevo integrante, liberando tiempo en los miembros del hogar que previamente las ejecutaban. El sistema responde a la nueva condición optimizando la distribución del tiempo residual en los demás integrantes hacia actividades donde su preferencia ponderada por la prioridad resulta más competitiva.

En cuanto a la redistribución de tareas entre integrantes, se observa que Carlos deja de realizar las tareas de limpieza de pasillos y escaleras, así como el cuidado de la abuela (medicación). Además, disminuye su participación en la tarea de Realizar compra, que ahora es ejecutada parcialmente por el auxiliar, y capta la tarea de Cortar el césped junto con Andrés, una actividad de baja frecuencia (1 vez por semana) y prioridad baja (2/10), pero con alta preferencia personal (1,0). Este desplazamiento es consistente con la lógica del modelo: al liberarse de tareas rutinarias y de menor peso ponderado por su baja preferencia previa, Carlos reasigna su tiempo hacia una tarea donde su preferencia es alta.

Luisa, por su parte, experimenta una importante reducción de carga en las tareas de limpieza y cocina operativa. Deja de realizar Cocina limpieza despensa, Secado de ropa, Limpieza de sala y Limpieza profunda de baño, que pasan al auxiliar, mientras asume nuevas tareas de cuidado y coordinación, tales como Cambio de pañales del bebé, Medicación de la abuela y Limpieza de escaleras, además de Cocina preparar cena. Esta reasignación responde directamente a su perfil de alta preferencia en actividades de cuidado (0,9) y de prioridad máxima (9–10/10). El modelo reconoce que el tiempo de Luisa resulta más valioso aplicado a estas tareas críticas, y por ello traslada las actividades más repetitivas y prolongadas al auxiliar, logrando así una mejor utilización del recurso temporal.

En el caso de Elena, la incorporación del auxiliar también produce un efecto de sustitución en las tareas de cocina y lavandería. Elena deja de realizar planificación de compras, preparación de desayuno, acunar al bebé, cambiar pañales y lavar ropa, la mayoría de estas absorbidas por el auxiliar. A cambio, capta la tarea de Lavado de platos, de alta frecuencia (14 veces por semana) y prioridad 7/10, lo que le permite mantener un aporte operativo equilibrado, pero con menor carga mental y mayor eficiencia respecto a la completitud general total alcanzada en este escenario. Este cambio demuestra que el modelo busca mantener la participación de Elena en tareas que aporten significativamente a la completitud global, pero optimizando su tiempo al asignarle tareas más cortas y de mayor frecuencia (si bien el modelo reconoce tiempo como producto de duración por frecuencia, a fines de la parametrización del hogar distinguir entre estos dos es relevante para el análisis), que resultan óptimas para este caso, dado su tiempo disponible y nivel de preferencia.

Andrés presenta un comportamiento similar: deja de realizar compras de supermercado, secar ropa y limpieza de cocina, actividades transferidas al auxiliar, y en su lugar capta nuevas tareas de Paseo del perro y Cortar el césped. Ambas actividades tienen baja frecuencia pero alta preferencia personal (0,9–1,0), y su reasignación responde al principio de maximización global de la función objetivo respecto al resto de los integrantes.

Finalmente, Claudia simplifica su participación, dejando la tarea de Secar ropa, que pasa a ser realizada por el auxiliar, y manteniendo únicamente Cuidado de perro paseos y Cuidado de perro baño, ambas tareas con alta preferencia (1,0) y frecuencia moderada. Esto evidencia que el modelo conserva la participación de Claudia en aquellas tareas donde su desempeño resulta más eficiente, reduciendo su involucramiento en labores de menor aporte al objetivo global.

El auxiliar doméstico asume, por tanto, la mayor parte del conjunto de tareas operativas del hogar. Estas tareas, que en el escenario base representaban una proporción significativa del tiempo total, son ahora ejecutadas por un único integrante especializado.

Desde una perspectiva global, el modelo demuestra que la incorporación de apoyo externo no altera la estructura jerárquica de asignación basada en prioridades, sino que la complementa y fortalece. Al liberar tiempo en los integrantes principales, comienzan a tomar relevancia tareas de menor prioridad

relativa que anteriormente quedaban relegadas frente a actividades más rutinarias o de mayor frecuencia. Si bien estas tareas poseen menor ponderación en el corto plazo, su postergación prolongada puede llevar a que adquieran mayor prioridad en el futuro, dado que continúan siendo necesarias para el funcionamiento del hogar. Además, al concentrar en el auxiliar las actividades de mayor demanda temporal, se estima que se puede lograr una reducción del estrés y un aumento del bienestar doméstico al aumentar el cumplimiento de tareas y descomprimir en tareas repetitivas.

En este caso, el apoyo externo podría concentrarse principalmente en aquellas tareas de alta frecuencia y elevada duración acumulada, como limpieza general, lavandería o cocina diaria, dado que estas actividades ejercen mayor presión sobre la disponibilidad temporal de los integrantes del hogar y afectan de forma directa la completitud cuando no se realizan. En cambio, en este escenario particular no se consideró la delegación de tareas de cuidado como la atención de un bebé o de personas dependientes debido a que en la construcción del caso se asignaron preferencias nulas para el personal auxiliar en estas actividades. Esta decisión responde a las características específicas del hogar analizado y a la importancia del vínculo, la estabilidad relacional y la continuidad personal que suelen requerir este tipo de tareas, tal como surge de la revisión teórica y del análisis previo realizado en el desarrollo de la tesis.

A partir de esta información es posible determinar, de manera objetiva, cuántas horas de apoyo externo conviene incorporar y en qué perfiles de tareas ese refuerzo tendría mayor impacto.

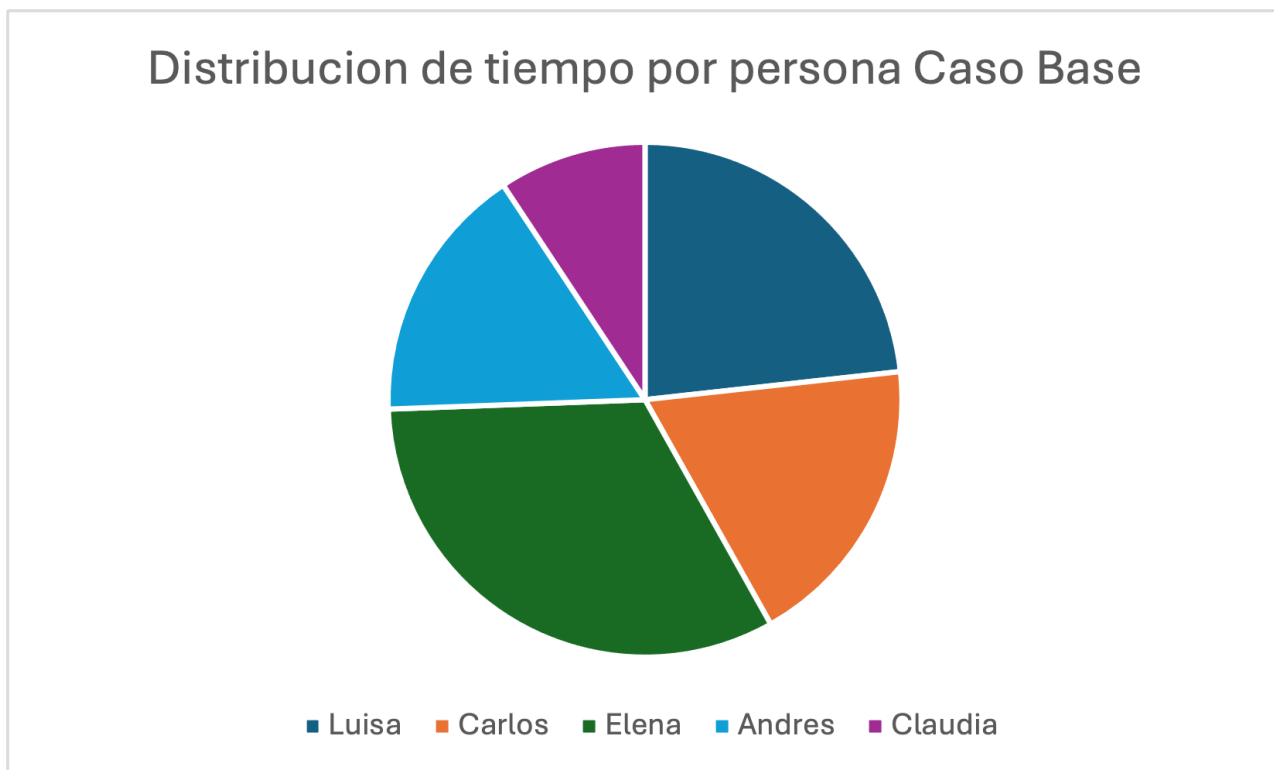
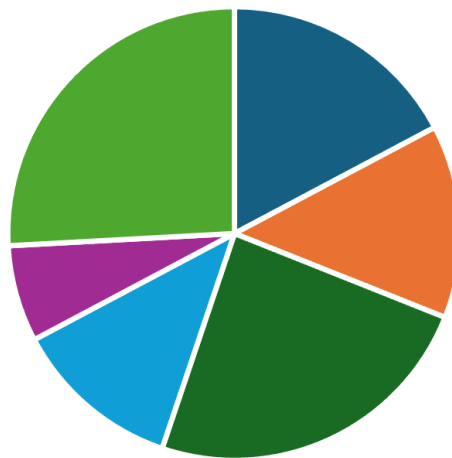


Figura 5.19: Distribución de tiempo por persona caso Base.

Distribución de tiempo por persona con Auxiliar



■ Luisa ■ Carlos ■ Elena ■ Andres ■ Claudia ■ AUX

Figura 5.20: Distribución de tiempo por persona escenario 2.

Para complementar el análisis del Escenario 2, se presenta la distribución porcentual del tiempo total asignado entre los integrantes del hogar en comparación con el caso base (Figura 5.19). En el escenario con auxiliar (Figura 5.20) se observa una reducción significativa de la proporción de horas asignadas a Luisa y Elena, quienes en el caso base concentraban la mayor parte de las tareas operativas, mientras que aparece una nueva porción correspondiente al personal auxiliar que absorbe la mayor parte de las tareas de limpieza, cocina y lavandería.

5.8.3. Escenario 3: Modificación de prioridades

El tercer escenario de análisis de sensibilidad se orienta a evaluar cómo la alteración deliberada de los valores de prioridad asignados a cada tarea doméstica modifica la estructura óptima de distribución del trabajo. Este ejercicio permite representar situaciones reales de variación semanal en la jerarquización de actividades, como la realización de tareas preparatorias ante visitas, necesidades excepcionales de limpieza, cambios en compromisos escolares o laborales, y observar si el modelo es capaz de reorganizar la asignación de forma coherente con dichos cambios.

Para ello, se ajustaron las prioridades de un conjunto representativo de tareas, incrementando o reduciendo su valor según distintos supuestos. Se incrementó la prioridad de las actividades vinculadas a la limpieza y ciertas actividades redujeron significativamente su prioridad. El resto de los parámetros del modelo (preferencias individuales, duraciones, frecuencia semanal y tiempos disponibles) se mantuvieron constantes, con el fin de aislar el impacto específico del cambio en la jerarquización.

Tabla 5.7: Modificación de prioridades en tareas seleccionadas (Escenario 3)

Tarea	Prioridad base	Prioridad situación 3	Cambio
LimpiezaProfbaño	6	10	Aumenta
LimpiezaCocina	7	9	Aumenta
LavadoPlatos	7	9	Aumenta
LimpiezaComedor	7	9	Aumenta
LimpiezaHabitaciones	7	8	Aumenta
LimpiezaPasillos	6	7	Aumenta
LimpiezaEscaleras	6	2	Disminuye
JardineriaRegarPlantas	5	3	Disminuye
JardineriaCortarCesped	2	9	Aumenta
CuidadoPerroPaseos	7	6	Disminuye
TransporteClaudiaLlevarEscuela	10	2	Disminuye
TransporteClaudiaRecogerEscuela	10	2	Disminuye
MantenimientoCasaReparacion	5	3	Disminuye
CocinaPrepararCena	7	10	Aumenta
ComprasSupermercadoPlanificarCompra	5	9	Aumenta
ComprasSupermercadoRealizarCompra	9	3	Disminuye
GestionAdministrativaPagarCuentas	9	10	Aumenta
CuidadoPerroCepillado	6	2	Disminuye
AutoMant	9	3	Disminuye

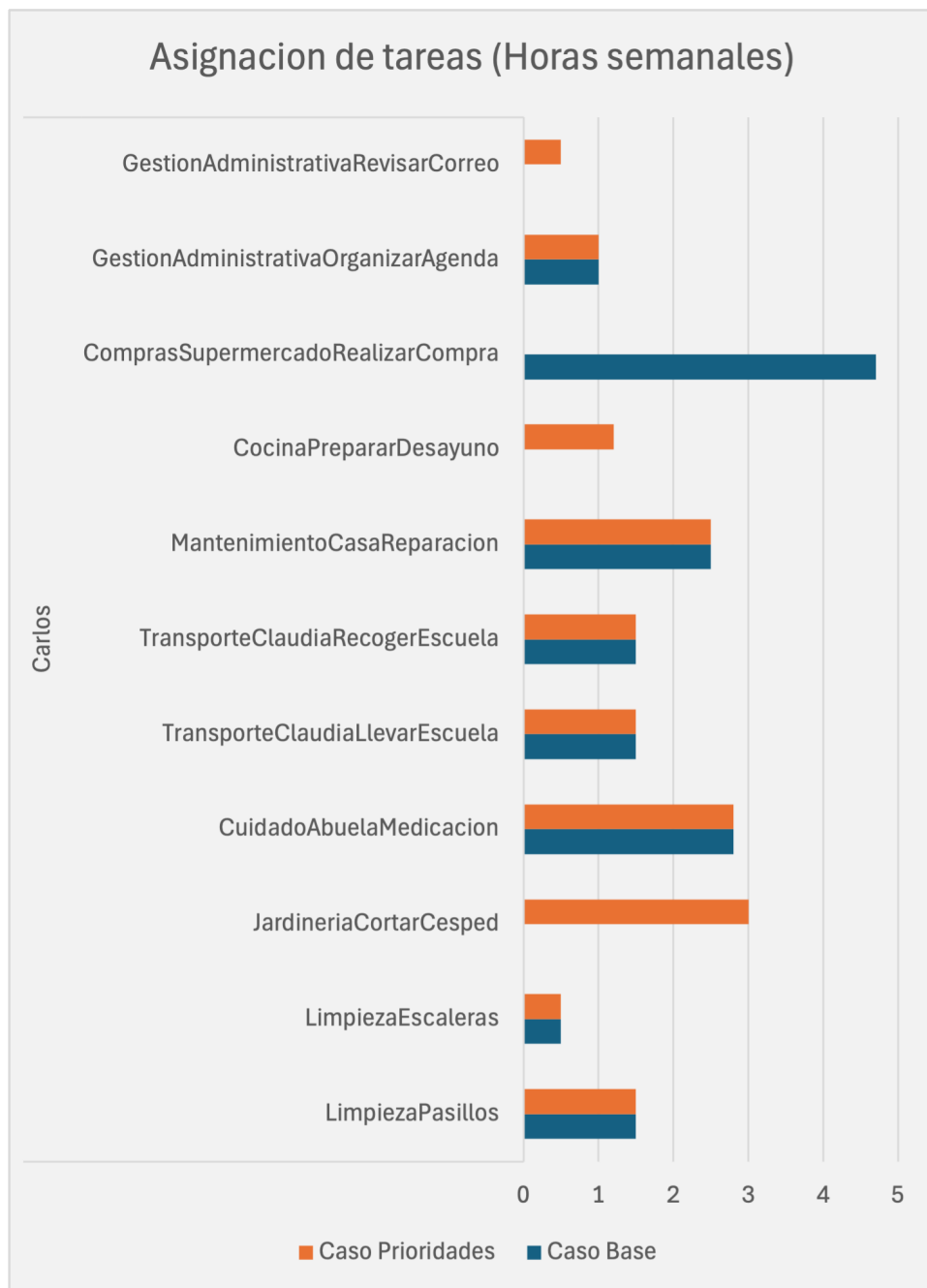


Figura 5.21: Comparación escenario 3 y caso base Carlos.

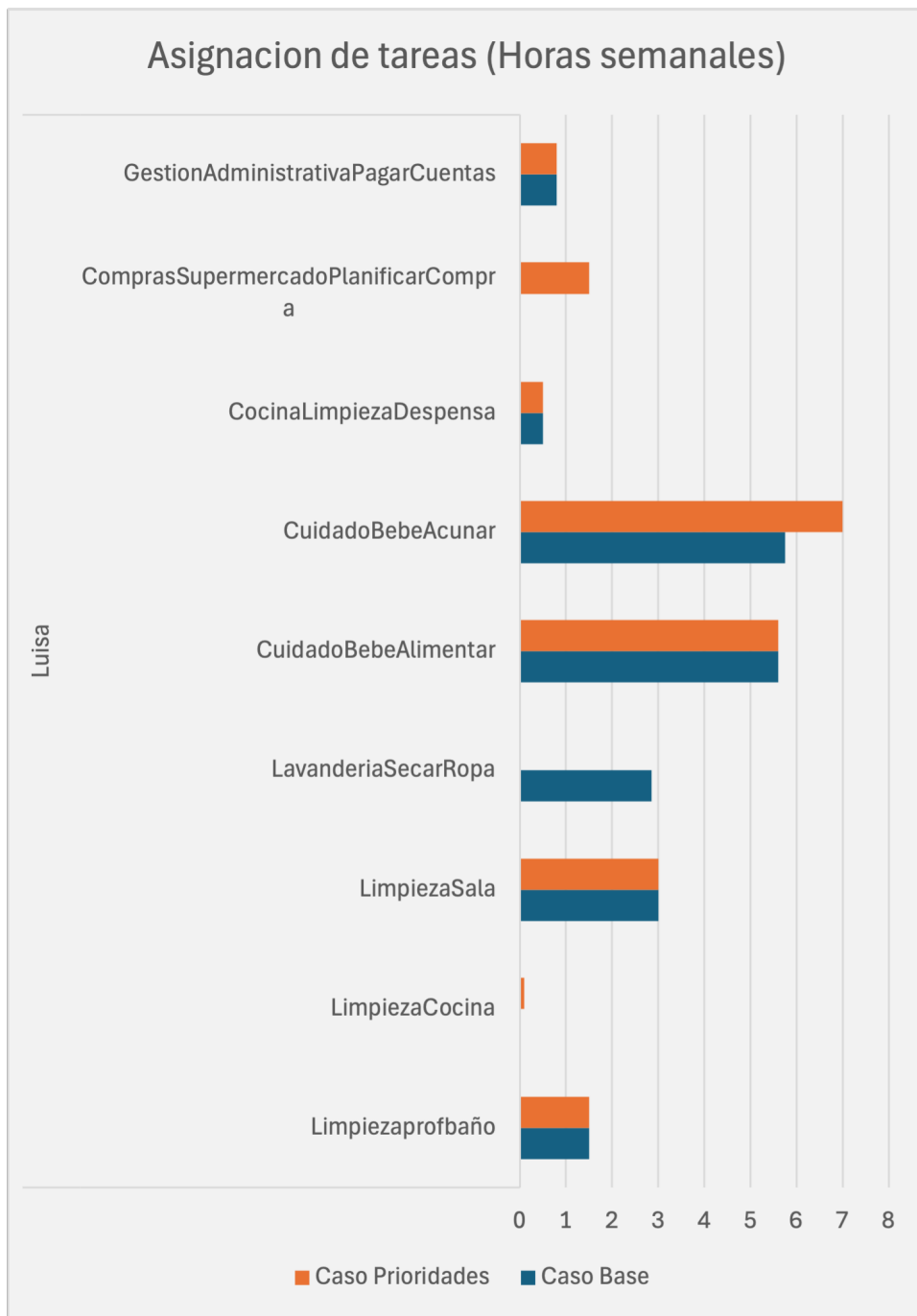


Figura 5.22: Comparación escenario 3 y caso base Luisa.

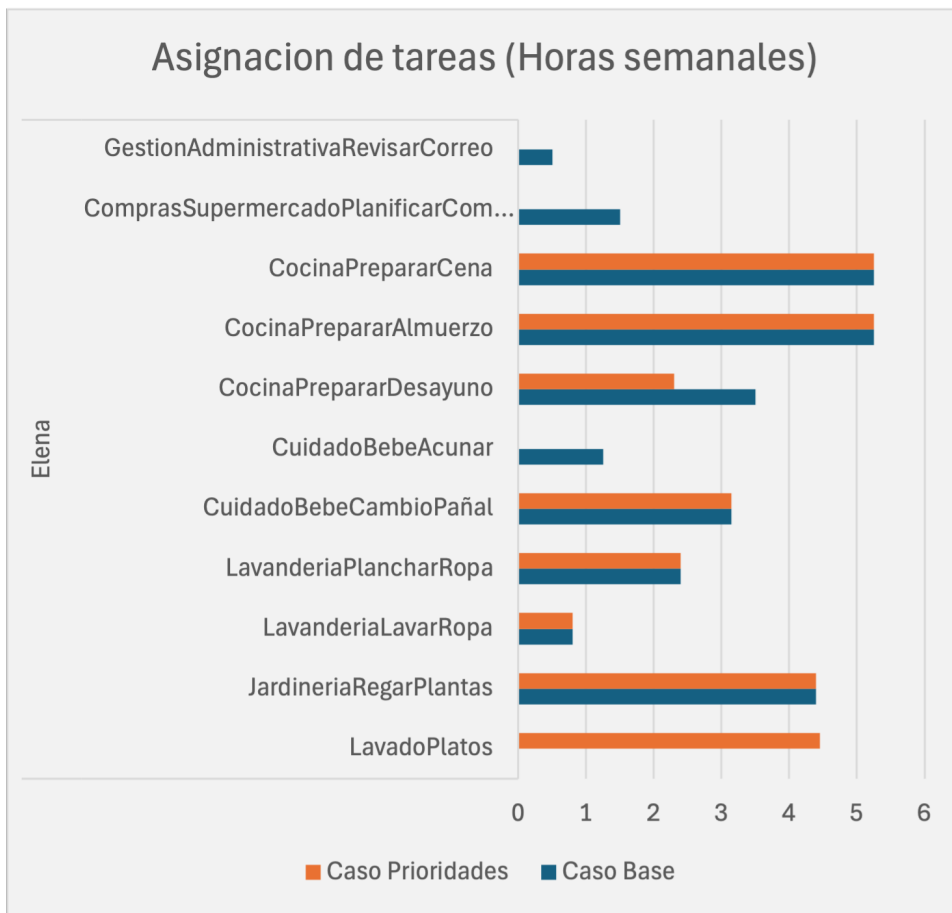


Figura 5.23: Comparación escenario 3 y caso base Elena.

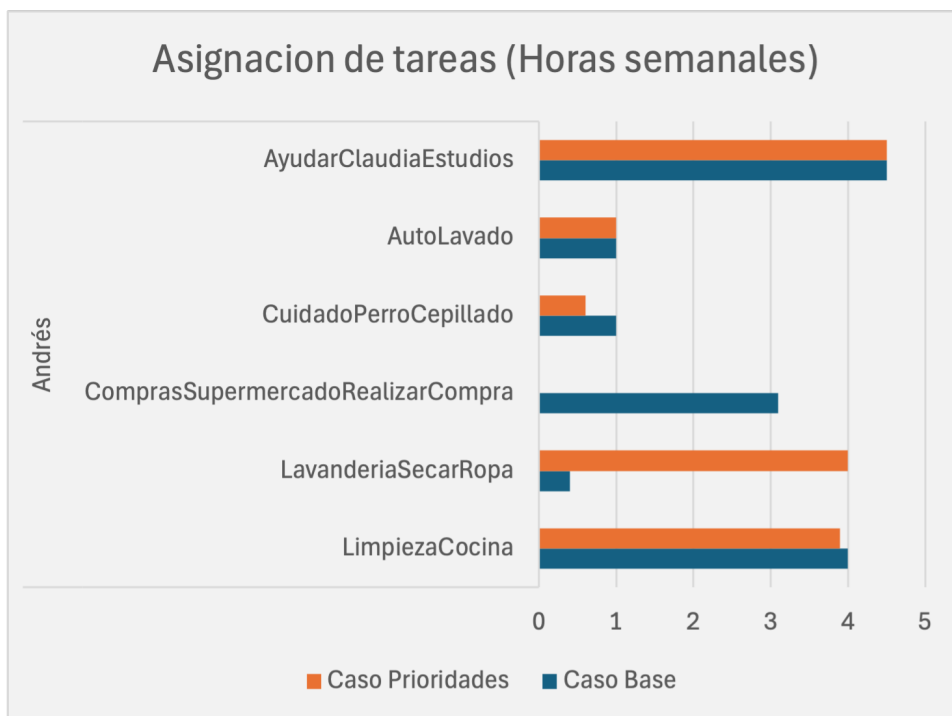


Figura 5.24: Comparación escenario 3 y caso base Andrés.

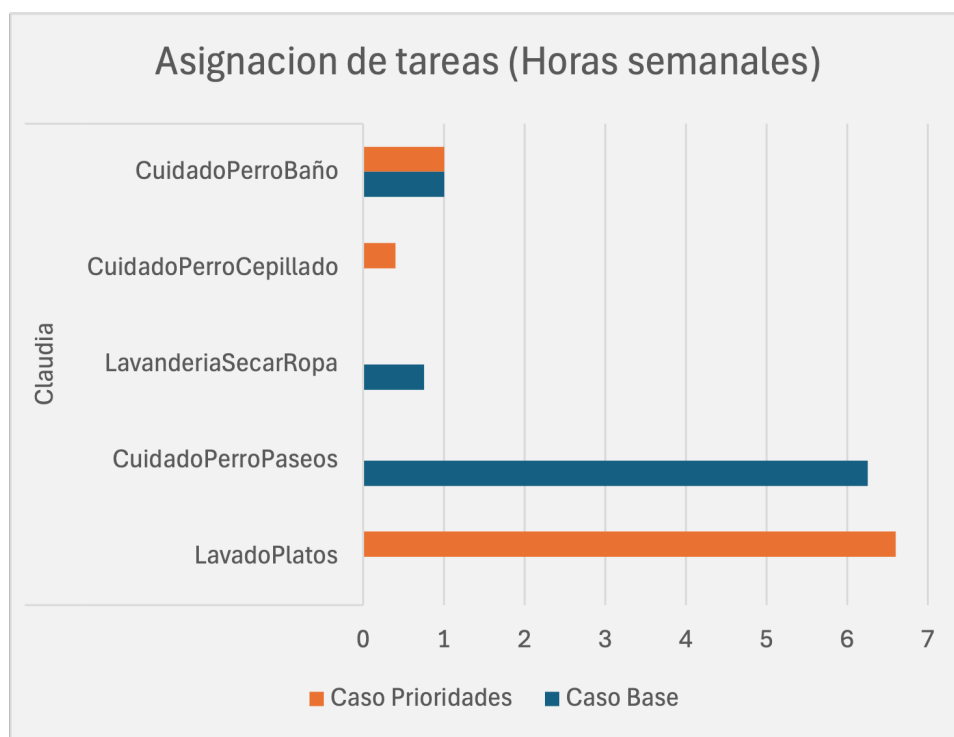


Figura 5.25: Comparación escenario 3 y caso base Claudia.

En términos generales, los resultados muestran que el sistema responde de manera altamente sensible y coherente al ajuste de prioridades, reorganizando las horas asignadas por integrante para maximizar la función objetivo según la nueva ponderación. Se observa un desplazamiento efectivo de tareas entre personas, así como variaciones en la completitud de ciertas actividades en función del nuevo orden relativo de importancia.

Sin embargo, aun cuando la reasignación es clara y la estructura interna del modelo se reconfigura para reflejar la nueva jerarquización, la completitud global apenas varía, pasando de 81,76 % a 82,75 %. Este comportamiento evidencia que, al modificar únicamente las prioridades sin alterar tiempos disponibles ni preferencias, no existe un efecto proporcional ni directamente predecible sobre la completitud global. El sistema optimiza la distribución de esfuerzos hacia las tareas más relevantes, pero opera bajo las mismas restricciones, por lo tanto, el impacto principal del escenario no reside en un incremento sustancial de la completitud, sino en su capacidad para adaptar la composición y la rotación de tareas sin comprometer la coherencia del modelo ni su lógica de asignación.

Análisis de la redistribución de tareas por integrante

A continuación se detalla cómo cambió la asignación para cada miembro del hogar, comparando explícitamente qué tareas realizaban en el caso base y qué movimientos se producen tras el ajuste de prioridades.

Carlos. En el caso base, Carlos asumía principalmente actividades logísticas y administrativas (organizar agenda, revisar correo, realizar compras, mantenimiento, transporte escolar), complementadas con tareas menores de limpieza y cuidado ocasional de la abuela. Tras la modificación, se observan los siguientes movimientos:

- Las tareas de transporte escolar, aunque disminuyen su prioridad (10 a 2), siguen siendo realizadas por él debido a su corta duración y buena preferencia.
- Reduce su participación en Realizar compra, ya que su larga duración y menor prioridad hace que la asignación de horas a esa actividad tenga menor contribución al valor de la función objetivo en comparación con otras actividades.

- Mantiene actividades administrativas de corta duración y que presentan mayor contribución a la función objetivo por unidad de tiempo.
- Capta parcialmente tareas de cocina diaria, coherente con el aumento de prioridad de la cocina.
- Retoma parte de Cortar el césped, cuya prioridad aumenta drásticamente (2 a 9), alineándose con su preferencia elevada (1,0).

En síntesis, Carlos rota desde actividades logísticas prolongadas hacia tareas operativas de cocina y limpieza de mayor prioridad semanal.

Luisa. Concentraba la mayor parte de las tareas operativas de limpieza, cocina y cuidado. Tras los cambios:

- Aumenta significativamente su participación en tareas que incrementaron prioridad, como limpieza profunda, cocina diaria y lavado de platos.
- Reduce su aporte en Secado de ropa, dando lugar a tareas priorizadas como *Planificar compras*.
- Mantiene su rol en el cuidado del bebé, aunque con ligeras variaciones en Acunar.

El modelo la reorienta hacia actividades de mayor prioridad, manteniéndola como agente clave del funcionamiento doméstico.

Elena. En el caso base dividía su tiempo entre cocina, lavandería, cuidado del bebé y jardinería liviana. Tras el ajuste:

- Aumenta su participación en Lavado de platos, cuya prioridad sube de 7 a 9.
- Reduce su contribución en Regar plantas (5 a 3), aunque aún completa la tarea.
- Deja de realizar la tarea de Acunar bebé, priorizando tareas operativas más eficientes.
- Mantiene tareas de cocina debido al aumento de prioridad.

Elena rota hacia actividades de mayor impacto relativo.

Andrés. Combinaba tareas operativas con apoyo escolar y cuidado animal. Tras la modificación:

- Deja de realizar Realizar compra (prioridad 9 a 3).
- Reduce parte de Limpieza de cocina por reasignación hacia integrantes con mayor preferencia.
- Mantiene Ayuda en estudios, de prioridad alta.
- Capta horas en Lavandería secar ropa, desplazada desde Luisa.

Claudia. Tenía un conjunto reducido de tareas. Con el ajuste:

- Deja de realizar Secar ropa.
- Pierde Paseo del perro, aun cuando su prioridad disminuye levemente.
- Capta Lavado de platos, gracias al aumento de prioridad y a su mejor eficiencia relativa.

Los resultados evidencian que el modelo actúa de manera sólida y coherente ante la modificación de prioridades. La función objetivo reorganiza la asignación de tareas para maximizar la completitud considerando la nueva jerarquía, generando una rotación efectiva entre los integrantes y una reconfiguración completa del mapa de responsabilidades.

Se observa que:

- Las tareas cuya prioridad aumenta son captadas por integrantes con mayor preferencia y disponibilidad relativa.
- Las actividades cuyo peso se reduce pierden participación o disminuyen su completitud.
- Se priorizan tareas de alta frecuencia y corta duración cuando su prioridad aumenta, por su aporte rápido a la función objetivo.
- Tareas extensas o de baja prioridad pierden espacio incluso si eran realizadas anteriormente.

Este escenario refleja situaciones reales donde la prioridad de las tareas domésticas cambia dinámicamente semana a semana.

5.8.4. Escenario 4: Efecto de la capacitación de los integrantes

El cuarto escenario de análisis de sensibilidad tiene como propósito evaluar el impacto que tendría un proceso de capacitación doméstica dentro del hogar, elevando las competencias individuales para la realización de un conjunto amplio de tareas. En términos operativos, se incrementaron todas las preferencias con valores inferiores a 0,7 hasta dicho umbral, manteniendo sin modificaciones aquellas que ya lo superaban. Este ajuste simula un contexto en el cual los integrantes adquieren habilidades equivalentes para desempeñar tareas que anteriormente realizaban con menor destreza o seguridad, reduciendo la especialización extrema y generando un entorno de mayor polivalencia operativa.

Desde una perspectiva conceptual, este escenario busca representar procesos de aprendizaje doméstico tales como la práctica compartida, la delegación progresiva o la capacitación básica en tareas de limpieza, cocina, mantenimiento o cuidado. Tal como se fundamenta en el marco teórico, la distribución desigual de habilidades dentro del hogar reproduce patrones tradicionales de género y especialización que limitan la equidad y dificultan la redistribución del trabajo ante contingencias. Por ello, elevar las preferencias mínimas a un mismo piso operativo permite analizar si la nivelación de habilidades contribuye a una mejor cobertura de tareas y a un sistema con mayor flexibilidad ante ausencias clave.

El resto de los parámetros del modelo (prioridades, frecuencias, tiempos disponibles y duraciones) se mantuvo constante respecto del caso base. De este modo se aísla el efecto exclusivo de la capacitación sobre la asignación óptima de tareas y sobre la completitud global del modelo.

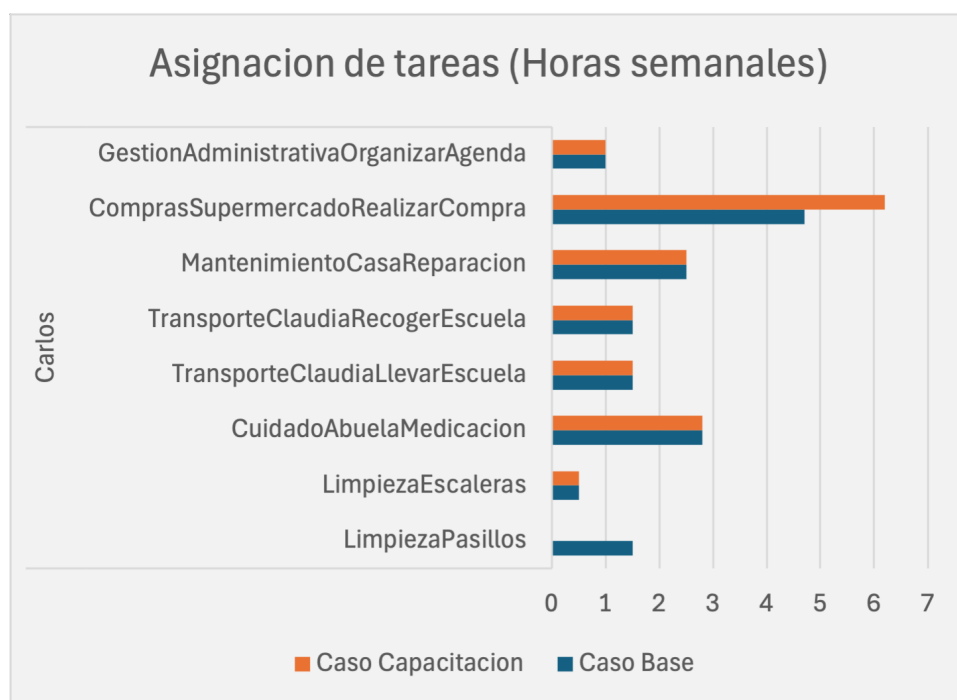


Figura 5.26: Comparación escenario 4 y caso base Carlos.

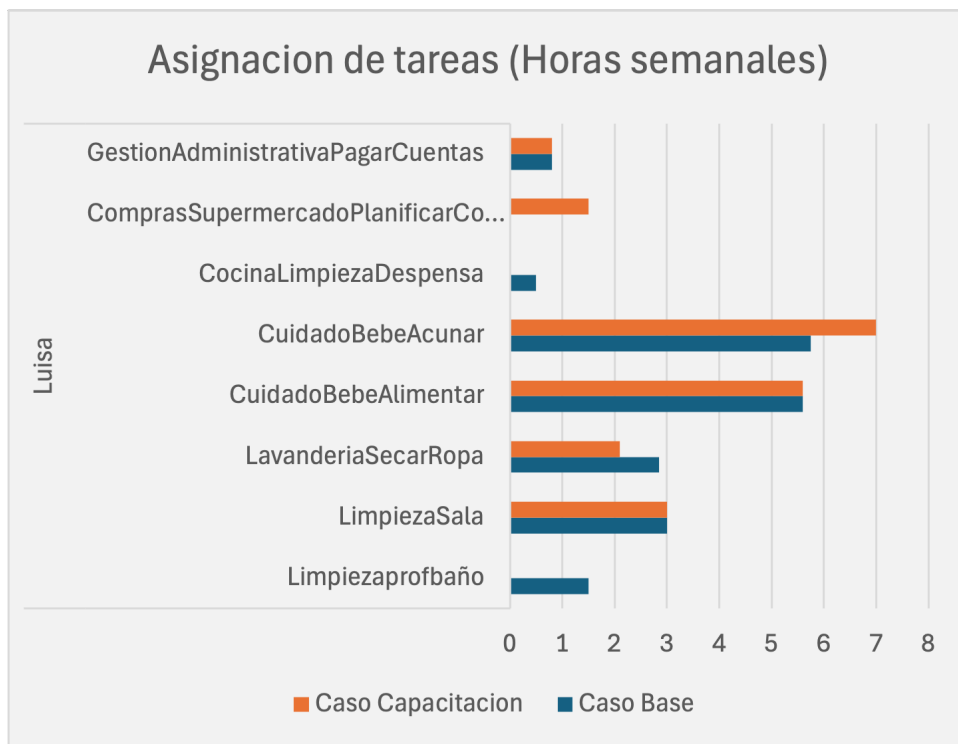


Figura 5.27: Comparación escenario 4 y caso base Luisa.

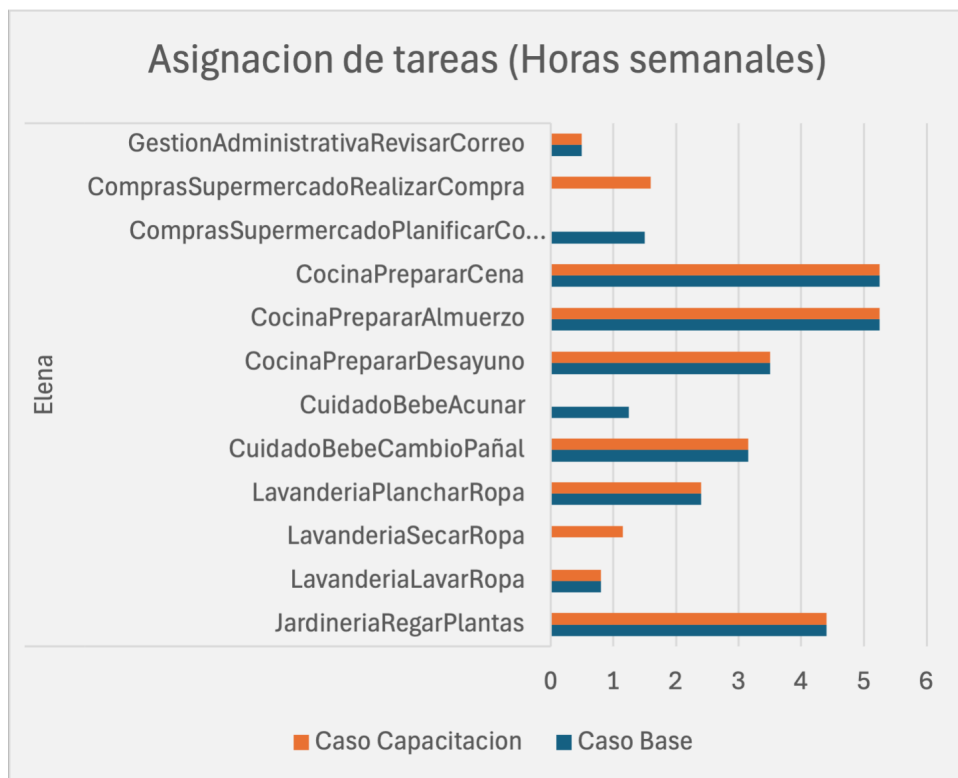


Figura 5.28: Comparación escenario 4 y caso base Elena.

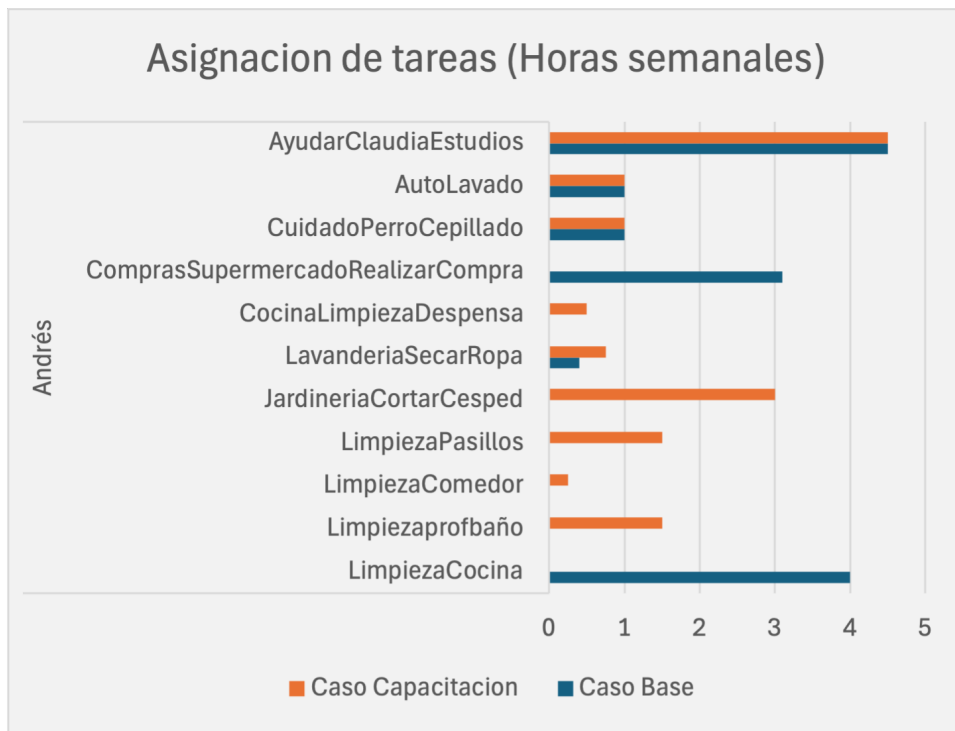


Figura 5.29: Comparación escenario 4 y caso base Andrés.

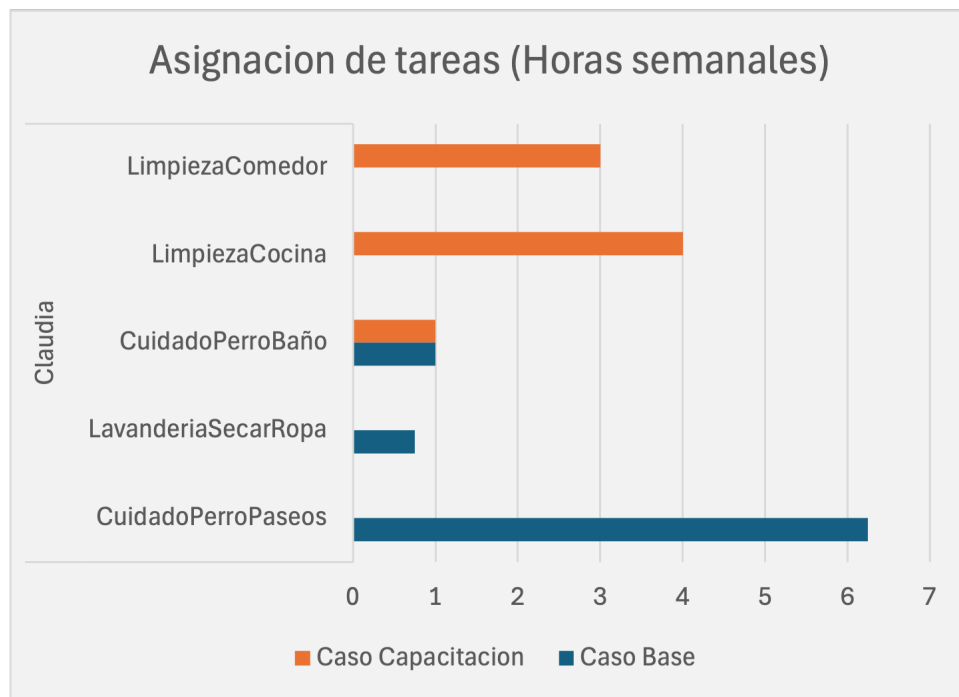


Figura 5.30: Comparación escenario 4 y caso base Claudia.

Como resultado cuantitativo inicial, la completitud global asciende de 81,76% a 84,41%, lo que implica una mejora de 2,65 puntos porcentuales. Este incremento constituye una mejora significativa considerando que no se agregan horas disponibles ni se altera la estructura de prioridades.

De acuerdo con el análisis realizado, esta condición se da debido a un aumento al alza en las preferencias y a una mayor homogeneidad en las mismas, lo cual contribuye de dos formas.

Por un lado, la homogeneidad permite ganar grados de libertad en el modelo de asignación. En efecto, si se considerara este parámetro como una restricción dentro de la función objetivo, esta condición la reduciría, mientras que su relajación permite que el modelo disponga de más opciones de

elección, lo cual puede interpretarse como un aumento de su flexibilidad.

Por otro lado, la preferencia se interpreta como una medida de asignabilidad, es decir, como un indicador de cuán apta o preparada se encuentra una persona para ejecutar una determinada actividad. Desde esta perspectiva, valores más altos de preferencia pueden asociarse conceptualmente a mayores niveles de capacitación, experiencia o familiaridad con la tarea, lo que incrementa la probabilidad de que el modelo asigne dicha actividad a ese integrante.

En este sentido, al simular un escenario de capacitación desde un punto de vista conceptual, se buscaría que estas preferencias aumenten y no disminuyan. Sin embargo, este aporte no condiciona directamente el valor de completitud obtenido, sino que incide en el peso relativo de la tarea dentro de la función objetivo, otorgándole mayor relevancia y aumentando su probabilidad de ser seleccionada.

A efectos ilustrativos, se presenta la tabla 5.8, en donde se considera un caso de ejemplo que no corresponde a los parámetros del caso analizado en el presente escenario.

Tabla 5.8: Ejemplo de tareas y su peso en la función objetivo de acuerdo a la preferencia

Tarea	Prio.	$D_t F_t$	Pref. alta	Aporte FO	Pref. baja	Aporte FO
Cocinar	10	14 h	0,8	8	0,3	3
Limpiar baño	8	4 h	0,8	6,4	0,3	2,4
Lavar ropa	6	5 h	0,8	4,8	0,3	1,8
Jardinería	3	3 h	0,8	2,4	0,3	0,9

Las preferencias son interpretadas en este análisis como una medida de asignabilidad o capacidad de los integrantes para realizar determinadas tareas. Este comportamiento sugiere que las preferencias bajas actúan como una restricción que puede generar cuellos de botella en ciertas actividades, especialmente en aquellas intensivas en tiempo.

En la tabla 5.8 se observa claramente que una “des-capacitación” implica una pérdida de aporte significativo en la función objetivo, generando que la tarea en cuestión pueda ser reemplazada por otra con mayor aporte bajo las mismas condiciones.

Estos cambios en la preferencia no inciden directamente en la completitud, tal como fue construida en el modelo, ya que podría observarse un alto nivel de completitud acompañado de bajas preferencias en una tarea. Sin embargo, sí generan una incidencia indirecta, dado que el sistema gana grados de libertad, aumentando su flexibilidad y reduciendo la heterogeneidad en las preferencias.

En este sentido, la heterogeneidad en las preferencias puede actuar como una restricción que limita la disponibilidad de soluciones que maximicen la función objetivo. No obstante, en términos de la construcción del modelo y de los conceptos establecidos, este no sería el objetivo deseado para el grupo familiar.

La revisión detallada de los resultados del Escenario 4 permite observar cómo la nivelación de las preferencias mínimas a un valor umbral de 0,7 genera ajustes moderados en algunos integrantes del hogar y cambios más sustantivos en otros, en función del perfil base de habilidades de cada persona. En general, los movimientos son coherentes con la lógica del modelo, los integrantes con competencias originalmente más bajas amplían de manera significativa su espectro de tareas posibles, mientras que quienes ya poseían niveles altos de preferencia experimentan variaciones menores o marginales.

Las nuevas preferencias le permiten captar tareas como realizar compras, secar ropa y otras actividades operativas que anteriormente quedaban fuera de su alcance. A su vez, deja de lado la planificación de compras y acunar al bebé, lo cual resulta razonable dado que ahora hay más integrantes con condiciones equiparables para ejecutar dichas tareas. En conjunto, su perfil muestra una redistribución moderada y lógica, reflejando una mayor polivalencia aunque sin un giro drástico en la composición general de su carga semanal.

Es en Andrés donde el impacto del escenario se vuelve especialmente evidente. Sus preferencias iniciales se encontraban en rangos medios o bajos para una porción relevante de tareas, y el aumento al umbral de 0,7 expande significativamente su espectro de actividades posibles. En consecuencia, el modelo reasigna una parte importante de tareas hacia él. Andrés cede algunas tareas, pero gana pro-

tagonismo en otras. El patrón es claro: tareas que anteriormente podían requerir mayor habilidad o generar una barrera para su ejecución ahora se vuelven accesibles, lo que permite al sistema absorber parte de la carga que tradicionalmente recaía en los adultos del hogar con mayor experiencia. Este comportamiento constituye una demostración precisa del objetivo del escenario, la capacitación habilita redistribuciones más equilibradas y reduce la dependencia sobre ciertos integrantes. Andrés pasa de ocupar un rol auxiliar a convertirse en un actor operativo mucho más relevante.

Finalmente, Claudia muestra un efecto similar al observado en Andrés, aunque con menor intensidad relativa. La nivelación de sus preferencias amplía su capacidad para asumir tareas que antes realizaba con menor eficiencia. Se observa que deja de lado actividades como paseo de perros y secar ropa que en el caso base se encontraban dentro de su zona de confort relativa y pasa a captar tareas como limpieza de comedor y limpieza de cocina. Esto evidencia que la capacitación le permite insertarse en el circuito general de tareas operativas, reduciendo su aislamiento relativo dentro del sistema y habilitando una participación más diversificada. La reasignación es coherente con su nuevo perfil y contribuye a una distribución más aleatoria entre todos los integrantes.

Esta lógica es análoga a lo que ocurre en líneas de producción cuando se capacita a operarios para operar múltiples estaciones, disminuyendo tiempos ociosos y aumentando la productividad.

Otro aporte relevante surge desde la perspectiva de la mejora continua (*Kaizen*). El escenario demuestra que pequeños incrementos de competencia en tareas básicas tienen un impacto positivo y acumulativo en la completitud y en la equidad del sistema. En lugar de depender de intervenciones externas o recursos adicionales, la mejora proviene de un ajuste interno y sostenible de capacidades, lo que se alinea con principios de bajo costo y alto retorno característicos de los enfoques de mejora continua.

5.8.5. Escenario 5: Diferenciación y redistribución por género

El quinto escenario de análisis busca evaluar el impacto que tiene la eliminación de los sesgos tradicionales de género en la asignación óptima de las tareas domésticas. Para ello, se modificaron las preferencias asociadas a un conjunto de actividades comúnmente categorizadas como “femeninas” (limpieza, cocina, lavandería, cuidado del bebé) o “masculinas” (mantenimiento, gestión, jardinería, transporte, automóviles), intercambiando los valores de preferencia entre los dos integrantes adultos del hogar. Este ajuste simula un contexto en el cual tanto Carlos como Luisa poseen habilidades equivalentes para realizar tareas históricamente asociadas a uno u otro género, permitiendo analizar si el modelo mantiene patrones tradicionales o si redistribuye de manera equitativa en función de la eficiencia y la preferencia técnica.

Es importante destacar que los parámetros del sistema fueron preestablecidos como supuestos considerando la bibliografía analizada, teniendo en cuenta factores preferenciales en bloques de tareas para hombres y mujeres, según sesgos de género. El resto de los parámetros (tiempos disponibles, prioridades, duraciones y frecuencias) se mantuvo constante respecto al caso base. Por tanto, cualquier variación observada en la asignación corresponde exclusivamente al efecto de la igualación de preferencias. En aquellas tareas donde uno de los adultos tenía una preferencia baja y el otro una más alta, el valor se igualó al mayor. Esto permite aislar el impacto de la eliminación del sesgo de género sobre el funcionamiento del modelo.

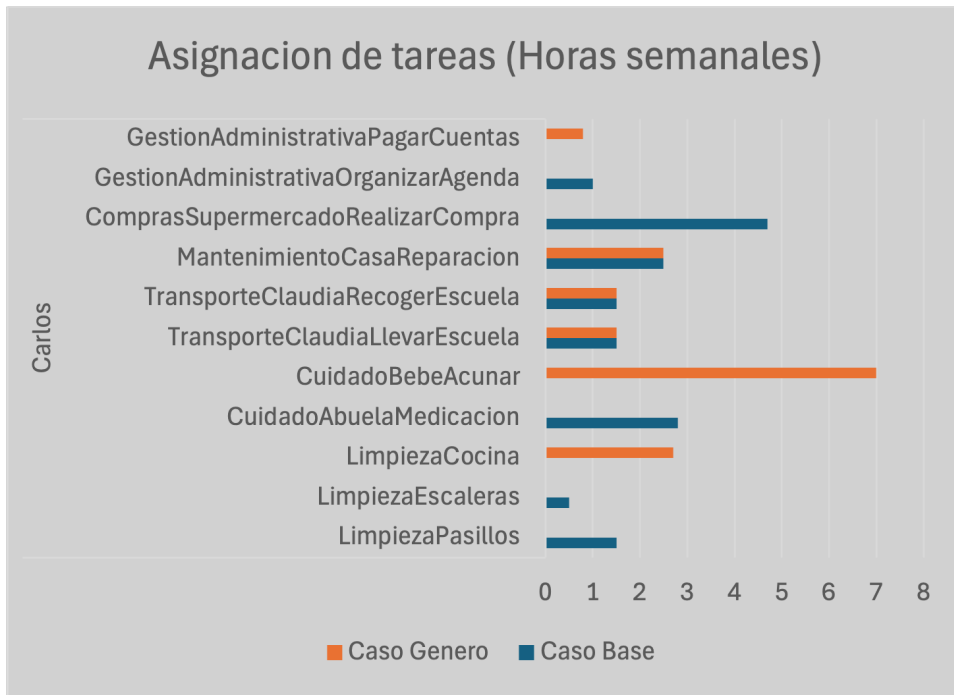


Figura 5.31: Comparación escenario 5 y caso base Carlos.

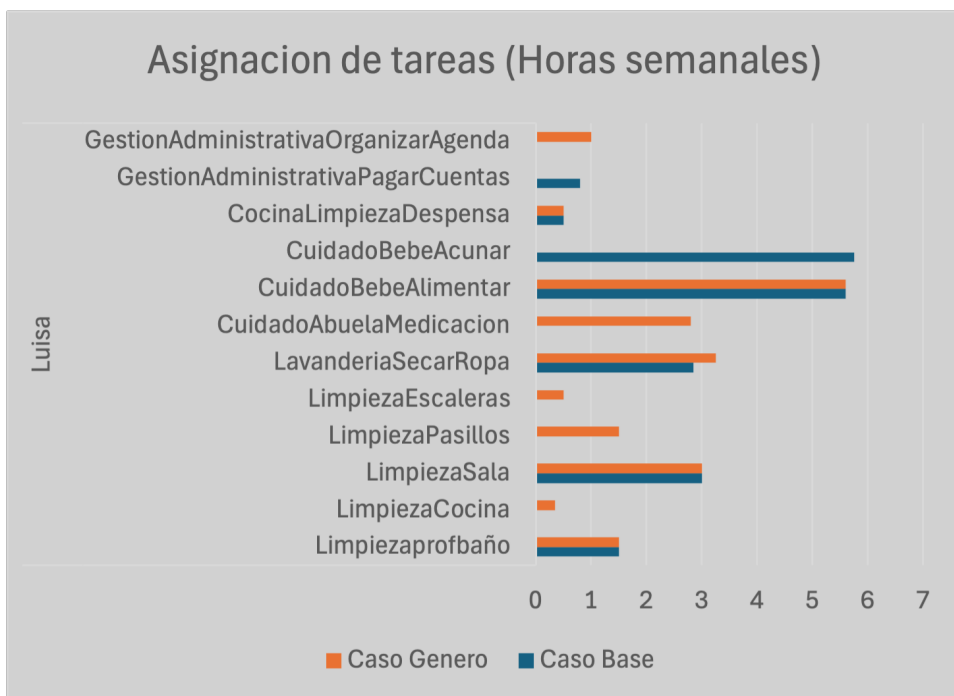


Figura 5.32: Comparación escenario 5 y caso base Luisa.

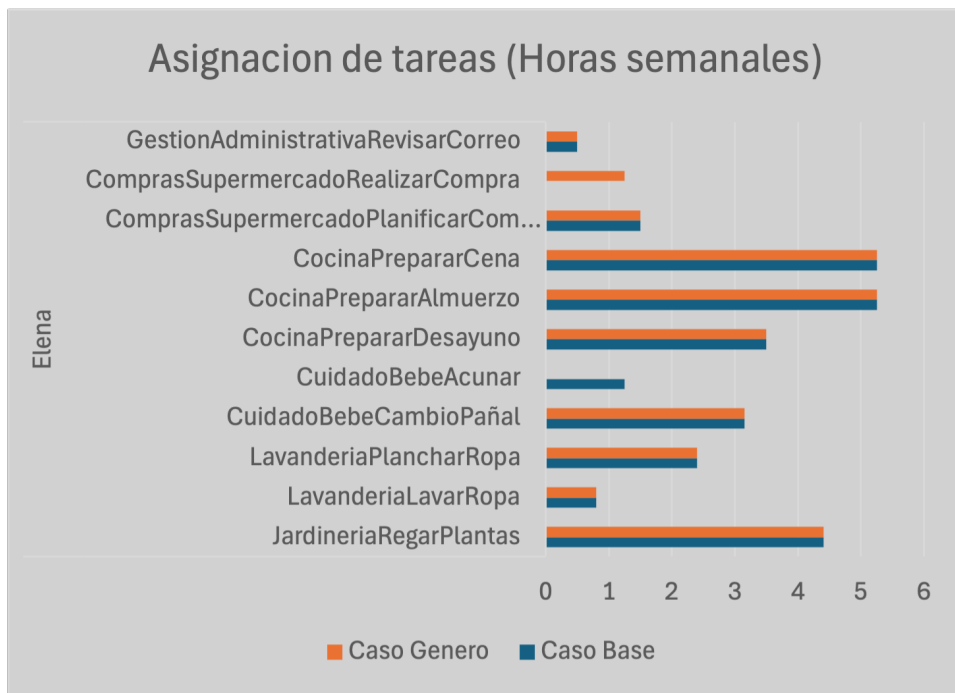


Figura 5.33: Comparación escenario 5 y caso base Elena.

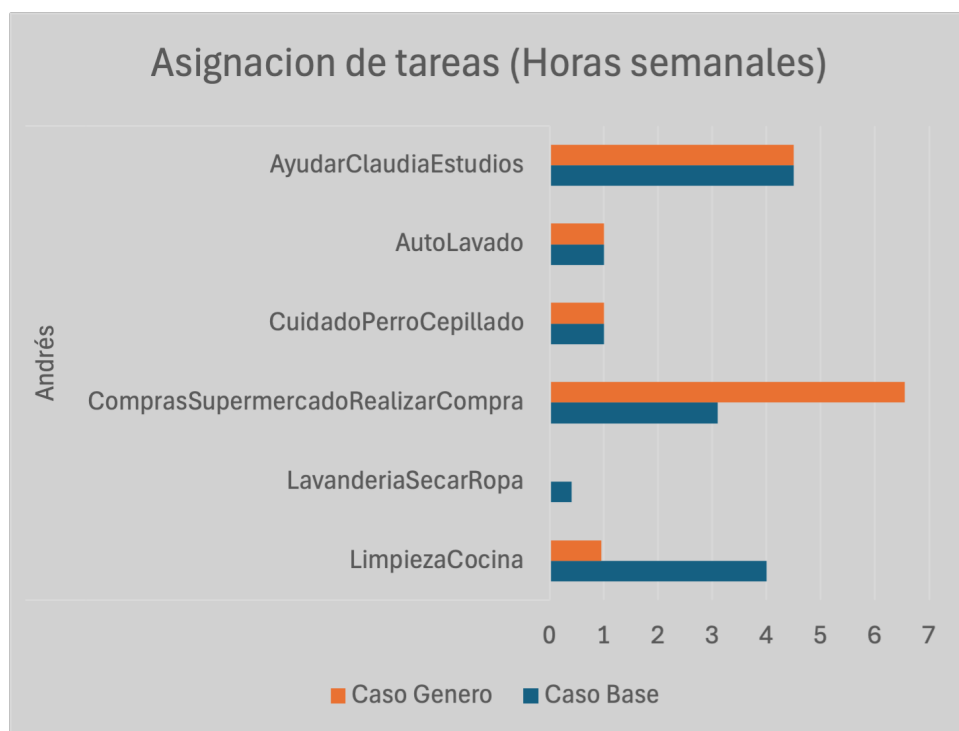


Figura 5.34: Comparación escenario 5 y caso base Andrés.

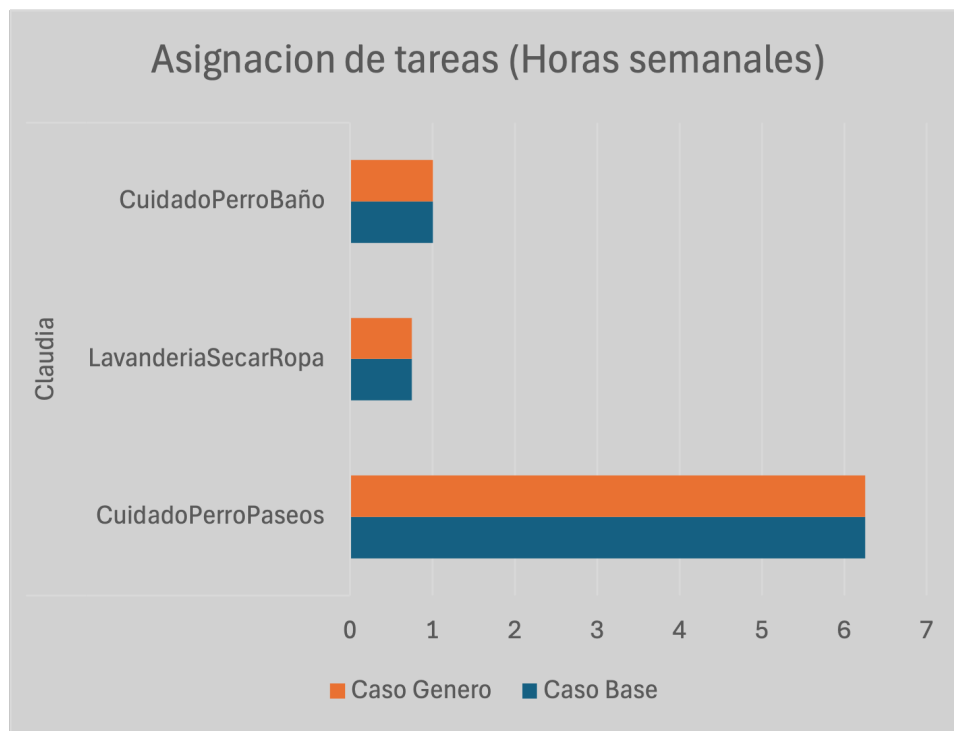


Figura 5.35: Comparación escenario 5 y caso base Claudia.

En relación con la redistribución específica de este escenario, se observa que Carlos deja de realizar tareas como organizar agenda, realizar compras, dar medicación a la abuela, así como limpieza de escaleras y limpieza de pasillos. En su lugar, pasa a asumir nuevas actividades como pagar cuentas, acunar al bebé y limpieza de cocina. Paralelamente, Luisa reduce su participación en pagar cuentas y acunar al bebé, y en su lugar capta tareas como organizar agenda, administrar la medicación de la abuela, limpieza de escaleras, limpieza de pasillos y parte de la limpieza de cocina.

En ambos casos emerge un patrón claro, al nivelar las preferencias en aquellas tareas donde existía una brecha tradicional por género, el modelo deja de asociar automáticamente determinadas actividades a uno u otro integrante y comienza a seleccionar en función estricta de las capacidades expresadas matemáticamente. Este “intercambio” de tareas confirma que el modelo es “ciego” al género en la asignación y responde únicamente a la estructura de preferencias, prioridades y tiempos disponibles. Así, cuando Carlos y Luisa presentan perfiles equivalentes de habilidad, el sistema los considera igualmente elegibles para las mismas tareas, desmontando la lógica tradicional de la división de género del trabajo.

Cabe destacar que los parámetros fueron impuestos, por lo que el modelo no calcula los mismos basado en el género de acuerdo a una construcción matemática que sea un modelado de un comportamiento de los mismos, por lo que un análisis de sensibilidad para este caso sería más rico. Con este caso, se pueden sentar bases para estudios futuros vinculados a ampliación del modelo, considerando una formulación y un estudio analítico que plasme esto en el modelo.

Si se observa al resto de los integrantes, se perciben ajustes puntuales pero consistentes con la lógica del escenario. Elena deja de acunar al bebé, actividad que tras la modificación es asumida parcialmente por Carlos, y reorienta parte de su tiempo hacia realizar compras, donde su preferencia relativa mejora dentro del nuevo equilibrio general. Andrés deja de secar ropa y reduce su participación en limpieza de cocina, dedicando más horas a realizar compras, coherente con su perfil de preferencias y con las nuevas combinaciones viables que emergen tras el ajuste en los adultos. Claudia, por su parte, prácticamente no presenta variaciones en la asignación, lo cual es esperable al no haberse modificado sus preferencias ni su rol dentro de las restricciones del modelo.

Es importante destacar que los únicos parámetros modificados fueron los de Carlos y Luisa, quienes además constituyen los integrantes con mayor impacto en la estructura operativa del hogar debido a su nivel de preferencia global y disponibilidad relativa. Por ello, la redistribución observada responde

principalmente a la interacción entre estos dos perfiles. Asimismo, dado que el resto de los parámetros del sistema se mantuvo estable (prioridades, tiempos disponibles, duraciones), la reasignación no altera la función objetivo ni los límites de completitud, sino únicamente la forma en que se reparte el trabajo entre ellos.

Esto a simple vista no resulta esperable ya que sus tiempos disponibles difieren, pero considerando que son similares tiene sentido que así sea sumado a que las tareas que intercambian en la sumatoria de la duración semanal se compensan unas con otras por lo que allí el resultado se vuelve esperable. Analizando términos del modelado tiene también sentido ya que considerando un tiempo disponible total sin variación, duraciones establecidas semanales ya fijadas, solo se trata de un simple cambio de asignación que el modelo reconoce como igualmente productivo o elegible a uno que a otro dado que tienen las mismas preferencias.

Un aspecto relevante es que, pese al intercambio de preferencias en tareas que tradicionalmente se perciben como “femeninas” (limpieza, cocina, cuidado) o “masculinas” (mantenimiento, jardinería, transporte), el modelo no genera cambios drásticos en el resto de los adultos, dado que muchas de estas tareas se encuentran fuertemente condicionadas por la prioridad o por su duración semanal. No obstante, sí se observa una señal concreta: Carlos capta parte de las tareas de cuidado, particularmente acunar al bebé. Esto es un indicio de que, una vez eliminadas las diferencias de preferencia, el sistema habilita la participación masculina en actividades tradicionalmente feminizadas sin restricciones ni sesgos.

En cuanto al desempeño global, un aspecto particularmente relevante del Escenario 6 es que la completitud se mantiene exactamente igual que en el caso base (81,76 %). La inalterancia en la completitud se explica porque ninguno de los parámetros estructurales del sistema se vio alterado. El tiempo disponible, las duraciones, las prioridades y las frecuencias de las tareas se mantuvieron constantes, y estos elementos son los que determinan en última instancia el nivel máximo alcanzable de completitud bajo las restricciones vigentes.

En otros términos, el “techo” operativo del hogar no cambió, lo único que se modificó fue qué integrante está en mejores condiciones de realizar cada tarea, pero no cuántas tareas puede completar el sistema en su conjunto. Si bien se observó una redistribución interna de tareas entre Carlos y Luisa, esta rotación no altera el desempeño global porque ambos adultos ya eran capaces, en conjunto, de cubrir todas las tareas priorizadas. Lo que cambia en este escenario no es la capacidad agregada del sistema, sino la identidad de quien ejecuta cada actividad.

Debido a que no existían cuellos de botella estrictamente vinculados a preferencias como sí ocurría con valores muy bajos en escenarios anteriores, igualar las preferencias no libera tareas bloqueadas ni habilita nuevas combinaciones que el modelo no pudiera considerar previamente. Así, el escenario demuestra que la igualación de capacidades mejora la equidad interna y la flexibilidad asignativa, pero no incrementa la eficiencia agregada cuando el conjunto de recursos y demandas permanece constante.

5.8.6. Escenario 6: Comportamiento de la restricción de equidad

El sexto escenario tiene como propósito analizar el efecto de modificar el parámetro asociado a la restricción de equidad, que en el caso base limita a un 25 % la diferencia permitida en el porcentaje de uso del tiempo disponible entre los integrantes del hogar. Para evaluar el impacto de esta condición, se redujo dicho umbral a un 5 %, lo que obliga al modelo a igualar de manera casi perfecta la proporción de horas efectivamente utilizadas por cada integrante. Este análisis resulta relevante en contextos donde existe tiempo disponible en exceso (la prueba se ejecuta asignando a Luisa y Carlos 56 horas disponibles, situación que podría simular una licencia laboral conjunta de ambas partes), en los cuales la restricción de equidad tiende a volverse la condición activa que determina la asignación final.

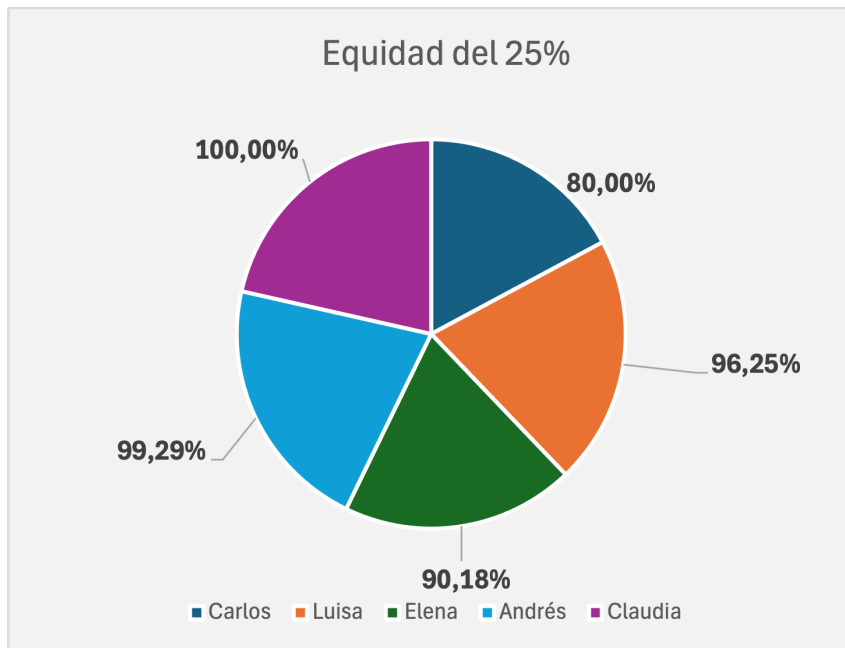


Figura 5.36: Tiempo ocupado por integrante con Equidad del 25 %

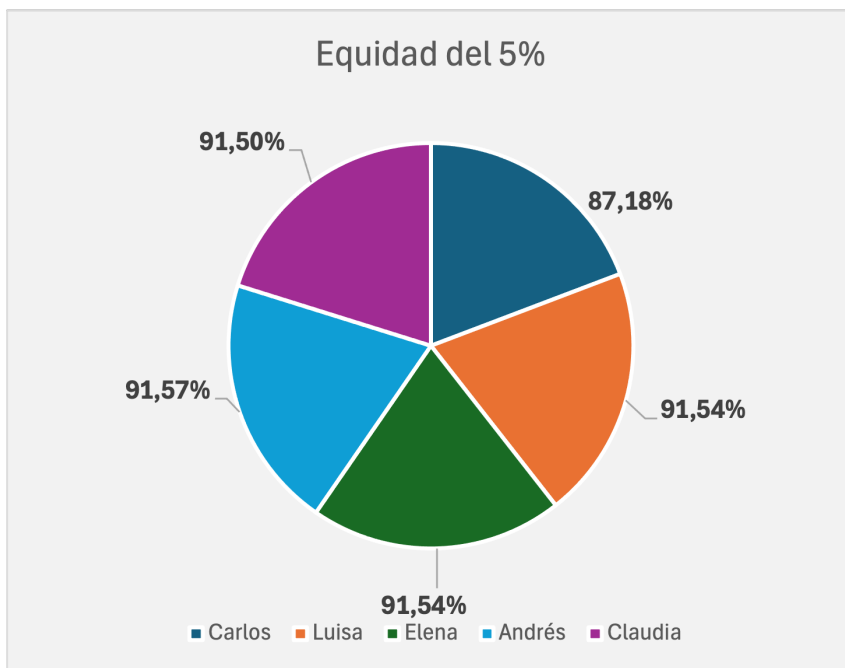


Figura 5.37: Tiempo ocupado por integrante con Equidad del 5 %

Los resultados muestran una diferencia sustancial en la forma en que el sistema distribuye las horas entre los integrantes cuando la equidad es más estricta. En el escenario con equidad del 25 % (ver figura 5.36), la distribución refleja una lógica más orientada a la eficiencia, quienes poseen mayores preferencias o mayor grado de libertad operativo (Luisa, Andrés y Claudia) absorben un porcentaje más alto de su tiempo disponible, mientras que otros integrantes (Carlos y Elena) se mantienen por debajo de esos niveles sin comprometer la completitud global, que al disponer de tiempo por encima del tiempo requerido para completar el total de tareas, alcanza el 100 %. No obstante, aun con esta variabilidad, el sistema permanece dentro del margen permitido por la restricción del 25 %, ya que el porcentaje mínimo registrado es 80 %.

En contraste, con un umbral de equidad del 5 %, (ver figura 5.37) el modelo se ve obligado a homogeneizar la carga, y se observa que todos los integrantes convergen a un porcentaje de uso

prácticamente idéntico, cercano al 91,5 %. Esta convergencia forzada reduce la especialización y obliga a redistribuir tareas que, en la situación con equidad del 25 %, se asignaban a quienes presentaban mayor afinidad o preferencia por eficiencia. Sin embargo, dado que el hogar posee tiempo sobrante, esta redistribución estricta no penaliza la completitud, como se comentó anteriormente.

Se observa que, respecto a un escenario con una equidad del 25 %, al pasar a una equidad del 5 % aumentan los tiempos destinados a tareas de Carlos y Elena y disminuyen los de Luisa, Andrés y Claudia. Los resultados obtenidos en este escenario permiten observar que el modelo asigna las tareas priorizando a aquellos integrantes que generan un mayor aporte marginal a la función objetivo. Sin embargo, al comparar los valores obtenidos para distintos niveles del parámetro analizado, se evidencia que la función objetivo presenta una variación prácticamente nula (207,94 para el caso del 25 % frente a 207,80 para el caso del 5 %). Esto sugiere que el modelo presenta un comportamiento robusto frente a estas variaciones, encontrando configuraciones de asignación alternativas que, si bien difieren en la distribución del trabajo entre los integrantes, resultan prácticamente equivalentes en términos de valor global. En este sentido, se pone de manifiesto la existencia de múltiples soluciones cercanas al óptimo, donde el sistema prioriza el aporte marginal de cada integrante sin generar cambios significativos en la completitud total.

En un contexto con tiempo limitado, un umbral tan rígido podría reducir la completitud al impedir que personas con mayor competencia o disponibilidad absorban tareas adicionales. De este modo, el escenario ilustra claramente la tensión entre equidad y eficiencia, donde una mayor igualdad en la distribución del tiempo no siempre se traduce en un mejor desempeño operativo.

Asimismo, resalta la importancia de definir umbrales de equidad coherentes con el contexto operativo del hogar, un margen moderado (25 %) favorece la eficiencia y permite aprovechar las diferencias de preferencia, mientras que un margen muy estricto (5 %) promueve una distribución más justa, pero a costa de limitar la flexibilidad del hogar.

Apartado: Análisis de carga mental por caso

Además de evaluar la completitud de tareas, la distribución del tiempo y la reasignación operativa en cada uno de los escenarios de sensibilidad, resulta pertinente incorporar carga mental (definida en el Capítulo 3).

A continuación se presenta el análisis correspondiente.

Escenarios Base y ± 25 % de tiempo disponible. En el escenario base, todos los integrantes presentan carga mental Baja, lo cual es consistente con una distribución relativamente equilibrada del trabajo y con una completitud del 81,76 %. La restricción de equidad también contribuye a evitar que uno solo de los integrantes quede sobreexigido. Al aumentar el tiempo disponible (+25 %), la carga mental se mantiene en niveles Bajos para toda la familia. Con más horas disponibles y mayor margen operativo, el modelo puede ampliar la cobertura de tareas sin saturar a ningún integrante. En contraste, al reducir el tiempo disponible un veinticinco por ciento, se observa un incremento en la carga mental de Carlos y Luisa, quienes pasan a nivel Medio, mientras que el resto permanece en Baja. Esta situación refleja el mecanismo interno del modelo: ante menor disponibilidad de horas, las tareas críticas se concentran en quienes poseen mejores preferencias globales y mayor capacidad de absorción. La presión del sistema recae en estas dos figuras adultas, lo que resulta coherente con la caída de completitud (74,48 %) y aumento de carga mental.

Escenario con auxiliar doméstico. En el escenario con auxiliar, la carga mental permanece en niveles Bajos tanto para los integrantes originales como para el auxiliar. La presencia del nuevo recurso permite redistribuir las tareas operativas de alta frecuencia y reducir la presión cognitiva y emocional sobre el resto del hogar. La mayor completitud (90,96 %) se logra sin incrementar los niveles de carga individual.

Escenario de capacitación. En este escenario, solo Claudia presenta carga mental Media, mientras que el resto permanece en Baja. Esto es coherente con el aumento de tareas que Claudia pasa a absorber

tras la nivelación de preferencias, lo que incrementa su esfuerzo subjetivo aunque no compromete la completitud global.

Escenario de preferencias equiparadas por género. Aquí, Carlos y Luisa presentan carga Mental Media, mientras el resto permanece en Baja. La igualación de preferencias conduce a una corresponsabilidad real en tareas críticas del hogar. Ambos adultos pasan a desempeñar una mayor variedad de actividades, lo que incrementa su percepción de esfuerzo sin afectar la completitud.

Escenarios de equidad (25 % y 5 %). En ambos casos, todos los integrantes permanecen en carga mental Baja. La restricción obliga a mantener distribuciones proporcionales del tiempo utilizado y evita sobrecargas puntuales. No obstante, es debatible si esta métrica refleja adecuadamente el esfuerzo real, considerando que Luisa y Carlos siguen siendo quienes más tiempo aportan al sistema.

Capítulo 6

Conclusiones

El modelo de optimización lineal propuesto no solo permitió resolver un caso base de distribución de tareas domésticas en una familia tipo, sino que también hizo posible explorar variaciones y analizar la sensibilidad del sistema frente a distintos escenarios. Este capítulo integra las principales conclusiones derivadas de la implementación, señalando tanto las ventajas como las limitaciones del enfoque, para finalmente esbozar una reflexión general sobre la utilidad práctica y académica de los resultados obtenidos.

6.1. Ventajas del modelo

El desarrollo del modelo permitió constatar diversas ventajas asociadas a su aplicación. En primer lugar, se comprobó que la herramienta es capaz de generar asignaciones factibles y coherentes, incluso en situaciones de alta complejidad en cuanto al número de tareas, restricciones y disponibilidad de los integrantes. La formulación matemática logra integrar dimensiones diversas como la preferencia, el tiempo disponible, la carga mental y la prioridad de las tareas, construyendo un marco flexible y adaptable a diferentes contextos familiares.

Asimismo, se destaca que el modelo promueve una distribución más equitativa de las tareas, en particular cuando se imponen restricciones de equidad. Esta característica resulta central si se considera la literatura revisada, donde se remarca que la desigualdad en la distribución doméstica suele reproducirse de manera estructural si no existen mecanismos externos que la corrijan. El modelo, en este sentido, no reproduce el status quo de manera automática, sino que ofrece un instrumento para repensar y reorganizar la lógica de reparto de actividades.

Otro aspecto positivo es la capacidad del modelo para adaptarse a contingencias. En los escenarios de sensibilidad, por ejemplo, se observó cómo el sistema responde a variaciones en la disponibilidad horaria o a la incorporación de personal auxiliar. En todos los casos, el modelo mantuvo su coherencia interna y produjo soluciones óptimas, mostrando robustez ante cambios en las condiciones iniciales. Esto lo convierte en una herramienta no solo de planificación, sino también de simulación y exploración de alternativas.

Finalmente, cabe mencionar la facilidad para interpretar los resultados. Si bien la optimización matemática puede resultar compleja en su formulación, el producto final de la asignación de tareas es claro, visualizable y directamente utilizable. Esta traducción del lenguaje técnico al plano cotidiano constituye una ventaja práctica de gran valor, pues permite que familias o instituciones interesadas puedan apropiarse de los resultados sin necesidad de conocimientos avanzados en programación o investigación operativa.

6.2. Limitaciones del enfoque

A pesar de los beneficios señalados, también se identificaron limitaciones inherentes al enfoque. Una de las principales reside en la calidad de los datos de entrada. El modelo depende de la precisión con la que se definen preferencias, disponibilidades horarias, cargas mentales y prioridades de

tareas. En contextos reales, estos valores pueden ser difíciles de cuantificar, ya que involucran dimensiones subjetivas y dinámicas, sujetas a negociación e interpretación. Esto plantea un desafío en la implementación práctica, donde la recogida de información puede introducir sesgos o imprecisiones.

Otra limitación está asociada a la simplificación necesaria para llevar el problema al plano matemático. Aunque el modelo considera múltiples factores, existen aspectos de la vida doméstica que quedan fuera del alcance de la presente formulación. Variables como la motivación personal, la negociación entre integrantes o los imprevistos cotidianos no se encuentran explícitamente modeladas, y podrían requerir enfoques más complejos o extensiones del modelo para su incorporación. Por lo tanto, los resultados deben entenderse como aproximaciones que orientan la organización, más que como prescripciones rígidas.

Del mismo modo, la equidad garantizada por las restricciones del modelo no asegura automáticamente una percepción subjetiva de justicia entre los integrantes del hogar. Si bien el modelo incorpora esta dimensión a través del establecimiento de preferencias, que buscan reflejar afinidades, capacidades o predisposiciones individuales hacia las tareas, pueden persistir diferencias entre la equidad objetiva y la percepción individual. En particular, es posible que, aun cuando las cargas se distribuyan de manera equilibrada en términos cuantitativos, algunos integrantes perciban una mayor exigencia o una falta de reconocimiento de sus esfuerzos. En este sentido, la percepción subjetiva constituye una limitación relevante del enfoque, ya que remite a aspectos culturales, emocionales y relacionales del trabajo doméstico que no son completamente capturados por la formulación del modelo.

Finalmente, debe subrayarse que el modelo se aplicó a un caso base de familia en específico. Aunque los escenarios adicionales mostraron cierta versatilidad, su escalabilidad a contextos más amplios, como hogares con un número mayor de integrantes o comunidades compartidas, requerirá ajustes metodológicos y un mayor poder computacional. No obstante, estas limitaciones no anulan el aporte realizado, sino que marcan las fronteras actuales del alcance del estudio.

6.3. Conclusiones Finales

El trabajo desarrollado permitió comprobar la utilidad del modelo de optimización lineal como herramienta para la asignación de tareas domésticas de manera organizada y consistente. Los resultados evidencian que una distribución más equilibrada de las tareas no surge de forma espontánea, sino que requiere de una planificación explícita y de la incorporación de restricciones en la formulación.

Asimismo, se observó que la heterogeneidad en las preferencias y capacidades de los integrantes actúa como una limitación en el proceso de asignación, pudiendo generar concentraciones de tareas en determinados miembros del hogar. En este sentido, estrategias como la capacitación o la redistribución de responsabilidades permiten ampliar el conjunto de asignaciones posibles y mejorar el nivel de cumplimiento de las tareas.

El modelo no solo constituye una herramienta de asignación, sino también de análisis, ya que permite identificar desequilibrios, simular escenarios alternativos y evaluar el impacto de distintas decisiones en la organización del hogar. En este sentido, su valor radica tanto en la estructuración del problema como en su potencial para acompañar procesos de reflexión y toma de decisiones del hogar.

No obstante, su efectividad depende de una adecuada definición de los parámetros de entrada y de su actualización periódica, dado que las condiciones del hogar son dinámicas. Por ello, el modelo debe entenderse como una herramienta de apoyo a la decisión, más que como un mecanismo prescriptivo.

Finalmente, si bien el modelo fue aplicado a un caso base representativo, su estructura permite ser adaptada a distintos contextos, constituyendo una base para desarrollos futuros orientados a incorporar nuevas dimensiones y mejorar su aplicabilidad en entornos reales.

6.3.1. Trabajos futuros

El desarrollo del modelo abre múltiples líneas de trabajo que permiten ampliar su alcance, robustecer su marco teórico y mejorar su aplicabilidad práctica. Si bien los resultados obtenidos demuestran que la herramienta es funcional y capaz de capturar fenómenos relevantes como la equidad en el uso del tiempo, la priorización de tareas y la visualización de la carga mental, aún existen dimensiones que pueden ser profundizadas en futuras investigaciones.

Una línea de trabajo futuro consiste en incorporar mecanismos que permitan representar de manera más realista la variabilidad inherente a la dinámica doméstica. En este sentido, podrían integrarse enfoques de programación estocástica o de optimización robusta, considerando escenarios de variación en parámetros como la disponibilidad horaria o la duración de las tareas. Complementariamente, la utilización de métodos no determinísticos de resolución como algoritmos genéticos, optimización por colonia de hormigas o técnicas de “swarm optimization” permitiría explorar múltiples soluciones cercanas al óptimo, incorporando criterios de diversidad en la asignación. La combinación de ambos enfoques posibilitaría no solo capturar la incertidumbre en los datos, sino también ampliar el conjunto de soluciones analizadas, ofreciendo alternativas más representativas de la complejidad del entorno doméstico.

Asimismo, una línea de trabajo relevante consiste en avanzar hacia modelos de optimización multiobjetivo. La formulación actual se centra en maximizar la completitud global ponderada por preferencias y prioridades; sin embargo, podrían incorporarse objetivos adicionales que permitan analizar distintos criterios de asignación de manera simultánea. Esto permitiría explorar compromisos entre diferentes soluciones y evaluar alternativas en función de múltiples dimensiones, ampliando el alcance del modelo como herramienta de análisis.

Otra posible expansión consiste en adaptar el modelo a diferentes configuraciones de hogares, tomando como referencia la diversidad planteada en el marco teórico. Hogares monoparentales, hogares extendidos o residencias compartidas presentan dinámicas internas particulares que podrían analizarse mediante formulaciones específicas. La extensión del modelo a estos contextos permitiría evaluar su versatilidad y aportar evidencia comparada sobre la equidad en el reparto de tareas bajo distintas estructuras familiares.

Desde una perspectiva aplicada, este proyecto habilita el desarrollo de una herramienta tecnológica, como una interfaz web o una aplicación móvil, que permita a los hogares utilizar el modelo de forma práctica. La implementación de un sistema interactivo para el ingreso de preferencias, tiempos disponibles y prioridades, junto con la visualización automática de la solución óptima, facilitaría la apropiación del modelo por parte de usuarios no especializados. Además, la integración de funcionalidades como recordatorios automáticos, recomendaciones dinámicas o módulos educativos orientados a la corresponsabilidad podría reforzar su impacto social.

Finalmente, una línea de desarrollo de alto potencial es la aplicación del modelo al diseño y evaluación de políticas públicas, particularmente en el marco del Sistema Nacional Integrado de Cuidados y otras iniciativas orientadas a la igualdad de género. El modelo podría utilizarse como herramienta de diagnóstico para estimar cargas domésticas bajo distintos escenarios o para evaluar el impacto potencial de medidas como la ampliación de licencias, los subsidios para cuidados, la extensión de horarios educativos o la implementación de programas de apoyo a las familias. En este sentido, la integración del modelo con datos poblacionales como encuestas de uso del tiempo o estadísticas sobre organización del cuidado permitiría simular distintos escenarios y analizar el impacto potencial de políticas públicas. Esto posibilitaría generar evidencia cuantitativa para el diseño, monitoreo y evaluación de intervenciones orientadas a la redistribución de las tareas domésticas y de cuidado.

En conjunto, estas líneas de trabajo proyectan el presente proyecto más allá de su alcance original, consolidándolo como una herramienta metodológica y conceptual con potencial para contribuir tanto a la investigación académica como a la transformación social. El modelo desarrollado constituye una base sólida para futuras innovaciones en el análisis del trabajo doméstico no remunerado y en el diseño de sistemas más equitativos de organización cotidiana dentro de los hogares.

Bibliografía

- [1] Becker, G. (1981). *A Treatise on the Family*. Harvard University Press.
- [2] Benería, L. (2003). *Gender, Development, and Globalization*. Routledge.
- [3] Bem, S. (1993). *The Lenses of Gender*. Yale University Press.
- [4] Blood, R. O., & Wolfe, D. M. (1960). *Husbands and Wives: The Dynamics of Married Living*. Free Press.
- [5] Bourdieu, P. (2000). *La dominación masculina*. Anagrama.
- [6] Connell, R. W. (2002). *Gender*. Polity Press.
- [7] Coppock, G. (2010). *Children and Domestic Responsibilities*. Routledge.
- [8] Craig, L. (2006). Does father care mean fathers share? *Gender & Society*, 20(2), 259–281.
- [9] Craig, L., & Brown, J. (2017). Feeling rushed: Cognitive labor and time pressure in the contemporary household. *Social Indicators Research*, 131(1), 255–269.
- [10] Daminger, A. (2019). *The Cognitive Dimension of Household Labor*. American Sociological Review. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0003122419859007>
- [11] Domínguez Folgueras, M. (2020). *El trabajo doméstico no remunerado en España*. Observatorio Social de La Caixa.
- [12] England, P., & Farkas, G. (1986). *Households, Employment, and Gender: A Social, Economic, and Demographic View*. Aldine.
- [13] Escot, L., Fernández Cornejo, J., & García Román, J. (2013). *Permisos parentales y corresponsabilidad*. Fundación Alternativas.
- [14] Esquivel, V. (2011). The care economy in Latin America: A gender perspective. *International Labour Review*, 150(3), 341–357.
- [15] Eurostat. (2019). *Time Use Surveys in Europe*. Eurostat.
- [16] Flaquer, L. (2004). La articulación entre política familiar y política laboral. *Papers*, 74, 9–27.
- [17] Folbre, N. (2001). *The Invisible Heart: Economics and Family Values*. New Press.
- [18] Gershuny, J. (2000). *Changing Times: Work and Leisure in Postindustrial Society*. Oxford University Press.
- [19] Haicault, M. (1984). La gestión mental doméstica. *Nouvelles Questions Féministes*, 5(1), 37–45.
- [20] Hochschild, A., & Machung, A. (1989). *The Second Shift*. Viking.
- [21] Instituto Nacional de Estadística (INE). (2013). *Encuesta de Uso del Tiempo*. Uruguay. Recuperado de <https://www.ine.gub.uy/> (Último acceso: junio de 2025).

- [22] Lundberg, S., & Pollak, R. A. (1993). Separate spheres bargaining and the marriage market. *Journal of Political Economy*, 101(6), 988–1010.
- [23] Lundberg, S., & Pollak, R. A. (1996). Bargaining and distribution in marriage. *Journal of Economic Perspectives*, 10(4), 139–158.
- [24] OECD. (2020). *How's Life? Measuring Well-Being*. OECD Publishing.
- [25] ONU Mujeres. (2018). *El progreso de las mujeres en el mundo: Familias en un mundo cambiante*. ONU Mujeres.
- [26] Ott, N. (1992). *Intrafamily Bargaining and Household Decisions*. Springer.
- [27] Risman, B. (2004). Gender as a social structure: Theory wrestling with activism. *Gender & Society*, 18(4), 429–450.
- [28] Rodríguez, N. (2016). *Cuidar: Una dimensión clave de la organización social*. CEPAL.
- [29] Rodríguez Enríquez, C. (2015). Economía del cuidado y políticas públicas. CEPAL.
- [30] Shelton, B. A., & John, D. (1996). The division of household labor. *Annual Review of Sociology*, 22, 299–322.
- [31] Sullivan, O. (2013). What do we learn about gender by analyzing housework separately? *Journal of Family Theory & Review*, 5(2), 72–82.
- [32] UN Statistics Division. (2015). *Guide to Producing Statistics on Time Use*. Naciones Unidas.
- [33] Ward, R., & Spitze, G. (2018). *Family Care Across the Life Course*. Routledge.
- [34] West, C., & Fenstermaker, S. (1993). Doing difference. *Gender & Society*, 7(1), 8–37.
- [35] West, C., & Zimmerman, D. (1987). Doing gender. *Gender & Society*, 1(2), 125–151.
- [36] Bianchi, S. M., Sayer, L. C., Milkie, M. A., & Robinson, J. P. (2012). *Housework: Who Did, Does or Will Do It, and How Much Does It Matter?* National Institutes of Health. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4242525/>
- [37] Cerrato, J., & Cifre, E. (2018). *Gender Inequality in Household Chores and Work-Family Conflict*. Frontiers in Psychology. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2018.01330/full>
- [38] Gallo, A. (2024). *Trabajo no remunerado, vejez y género: un estudio sobre el uso del tiempo de las personas mayores*. Banco de Previsión Social. Disponible en: <https://www.bps.gub.uy/bps/file/21859/1/113.-trabajo-no-remunerado-vejez-y-genero.-un-estudio-sobre-el-uso-del-tiempo-de-las-personas-mayores.-soc.-a.-gallo.pdf>
- [39] Dean, L., Churchill, B., & Ruppner, L. (2021). *The mental load: building a deeper theoretical understanding of how cognitive and emotional labor overload women and mothers*. Journal of Family Studies. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13668803.2021.2002813>
- [40] Offer, S. (2014). *Time With Children and Employed Parents' Emotional Well-Being*. Social Science Research. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2013.10.003>
- [41] Offer, S. (2016). *The Costs of Thinking About Work and Family: Mental Labor, Work-Family Spillover, and Gender Inequality*. Sociological Forum. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/socf.12239>

Capítulo 7

Anexos

En el presente capítulo se incluyen materiales complementarios, tales como códigos fuente, resultados de ejecuciones computacionales y documentación asociada a los distintos escenarios analizados. Estos anexos permiten respaldar el modelo propuesto y profundizar en los aspectos técnicos que, por su extensión, no fueron incorporados en el cuerpo principal del informe.

7.1. Anexo 1: Modelo y casos del piloto

Modelo matemático del caso piloto base

Documento con la formulación matemática correspondiente al caso piloto base: <https://docs.google.com/document/d/1MLGVZdQx0mh0iLT6-TE9hgBmPxXpM8bqgg0bXZwGIao/edit>

Casos y ejecuciones del piloto

Carpeta con los distintos escenarios, códigos y resultados asociados al caso piloto: <https://drive.google.com/drive/folders/1BV71samDdRVCFVG6nGs537GkyLgDe7b0>

7.2. Anexo 2: Caso base familia

Código del caso base familia

<https://drive.google.com/file/d/1olk702ZBRgulIuu6wkpI6Nj4MQXb5VJU>

Resultados del caso base familia

https://drive.google.com/file/d/1TpDICyNDD9cRe8Rgeja_ry1_ok8U2BBP

7.3. Anexo 3: Obtención de tres soluciones óptimas

7.4. Anexo 4: Análisis de sensibilidad del modelo

Variación del tiempo disponible (+25 %)

<https://drive.google.com/file/d/1soQRuHHAfzU8t8H5aHCWKTNRSyR3eVUd>
<https://drive.google.com/file/d/1m6jjWV2YDhbOwIx6Gm32PUNXCnF0WvN->

Variación del tiempo disponible (-25 %)

<https://drive.google.com/file/d/1soQRuHHAfzU8t8H5aHCWKTNRSyR3eVUd>
https://drive.google.com/file/d/1a_YcUNJgvGMHKjiejqsN4xh08EaB5Xcz3

Incorporación de personal doméstico

<https://drive.google.com/file/d/13x391NIBylXbgRqEAN8s6nj5SyLjFG9e>
https://drive.google.com/file/d/1dUHX70aEhmX_pM0qvqWVb5pmEMjtdkdb

Escenarios de ausencia

Ausencia de Luisa https://drive.google.com/file/d/1_zPSt_ogAqu8eLvoDdWUw94xkrqQIX6N
https://drive.google.com/file/d/1zRSj9fwNt_9ueFV54FIcuqab6dC8ND0I
Ausencia de Carlos <https://drive.google.com/file/d/1dDfAR02JykVFOPbUNH1zEmsRkiZ8IhLz>
<https://drive.google.com/file/d/1IYKixNB8DQN06vNEN56mUa03ZTb0Siqs>

Cambios estructurales

Cambio de prioridades <https://drive.google.com/file/d/1W9j-9sF2muZaCWUSP8HQ-C9yvVF8Y0eX>
https://drive.google.com/file/d/1qMIE2QTRFoJdKKM8EpIz9UEwGaggu_PY
Capacitación <https://drive.google.com/file/d/1uC9Px-NePq4950eG1KUUcQzQkzZ1Ycnn>
https://drive.google.com/file/d/1r3bt6plj00J8xPKW_rMkyK9ChMA07vGe

Escenarios distributivos

Caso género https://drive.google.com/file/d/1gap7HU9KUlXKE2_OQL00c5ze8N6qW81i
https://drive.google.com/file/d/1uiwyUdtB85b0-btBYjT0-aT_VEZ13sCI
Restricción de equidad al 25 % https://drive.google.com/file/d/1ZP9zafw1Wx5k61np55IhIw_SD_4n1jQZ
https://drive.google.com/file/d/1NYJGusRnp_NrJI6muHXLndH87kfI50V4
Restricción de equidad al 5 % https://drive.google.com/file/d/16-uIDA_JYyII5WV2wCMdiReiF8EVKY0j
<https://drive.google.com/file/d/1Ucg0ss4LX5zk0Fg7D-lyahBYj3hADcAa>

7.5. Anexo 5: Código auxiliar

Código utilizado para la lectura aleatoria de parámetros del modelo: https://drive.google.com/file/d/1DosBac45hT6a8JluVqygCz8ZAP1C_BHY