

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña
Facultad de Ciencias y Tecnología
Escuela de Informática

Implementación de un Prototipo de Software Destinado a Automatizar los Procesos de
Cálculo Involucrados en la Elaboración de Dietas Nutricionales por el Método de
Intercambio de Alimentos.



Trabajo de Grado presentada por

Sandra Reyes Ruiz

para la obtención del grado Licenciado en Informática

Santo Domingo, D.N.

2023

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la fortaleza de carácter y el enfoque necesario para continuar con este proyecto, a pesar de los obstáculos que han surgido en estos años de pandemia.

A mi padre, Pascual Reyes, fallecido al inicio de la pandemia; pero tu legado no muere.

A mi madre, María Ruiz, "... porque si de algo puedo presumir, es que siempre te he tenido a tí".

A mi esposo, Bernardo Betances, por acompañarme en todos mis proyectos y enseñarme a vivir una vida con propósito.

A mis hijos, Joel y Vida; por elegir el buen camino y darme la paz mental que me permite continuar con mis proyectos personales mientras los veo desarrollarse como personas exitosas.

RESUMEN

Cada día aumentan las demandas de servicios nutricionales haciendo necesaria la utilización de herramientas tecnológicas que permitan dar respuestas más rápidas y precisas. Las dietas por intercambio de alimentos son dietas personalizadas que utilizan un número considerable de fórmulas y cálculos matemáticos en su elaboración. Este proyecto presenta un prototipo de software destinado a automatizar dichos cálculos.

El método de diseño de esta investigación consta de varias etapas: recolección de datos, análisis y diseño del sistema, desarrollo de prototipo y una etapa de evaluación.

En la etapa de recolección de datos se analizaron 44 referencias bibliográficas recuperadas de bases de datos reconocidas y se utilizó el software bibliográfico Mendeley para almacenamiento y organización de textos. Esta investigación se ha utilizado como base para realizar el análisis de requerimientos en cuya elaboración se utilizó la aplicación ReqView.

En la etapa de análisis y diseño se han modelado los procesos de cálculo de indicadores de grasa corporal (IMC, Ccu, ICC), indicadores de obesidad abdominal (CC, ICT, IAV), composición corporal (%G, MLG, complejidad corporal), gasto metabólico (GMB, TA, FA, GMT) y los cálculos de perfiles, repartos e intercambios. Para tales fines se diseñó el diccionario de datos, diagrama de flujo de datos (DFD), flujogramas de procesos, diseño de base de datos, diseño de pantallas. Los software utilizados en esta etapa fueron Microsoft Visio para realizar los diagramas y phpMyadmin para los diseños relacionados a la base de datos.

Como producto de esta investigación se ha desarrollado un prototipo de software utilizando el lenguaje de programación Java 8.0 con la plataforma Netbeans.

En la etapa de evaluación se realizaron 73 pruebas de complejidad ciclomática, 63 pruebas unitarias, 1 pruebas integrada y 3 pruebas de usuario (beta).

Se concluyó que efectivamente, la automatización de los cálculos involucrados en el diseño de dietas por intercambio de alimentos reduce el trabajo del nutricionista, agiliza el diseño de la dieta y brinda mayor precisión a los resultados obtenidos lo cual redundará en el beneficio de los pacientes. Se sugiere que los sistemas nutricionales que se

desarrollen en el futuro sean sistemas sencillos y fáciles de utilizar ya que muchos profesionales de la nutrición poseen conocimientos limitados en el área de la informática.

ABSTRACT

Every day the demands for nutritional services increase, making it necessary to use technological tools that allow faster and more accurate responses. Food exchange diets are personalized diets that use a considerable number of equations and mathematical calculations in their preparation. This project presents a software prototype aimed at automatize these calculations.

The design method of this research consists of several stages: data research, system analysis and design, prototype development and an evaluation.

In the data research stage, 44 bibliographic references retrieved from recognized databases were analyzed and the Mendeley bibliographic software was used for storage and organization of texts. This research has been used as a basis for the analysis of requirements in whose elaboration the ReqView application was used.

In the analysis and design stage, the processes of calculating body fat indicators (BMI, CCU, ICC), indicators of abdominal obesity (CC, ICT, AVI), body composition (%G, MLG, body complexion), metabolic expenditure (GMB, TA, FA, GMT) and the calculations of profiles, distributions and exchanges have been modeled. For these purposes, the data dictionary, data flow diagram (DFD), process flowcharts, database design, screen design were designed. The software used in this stage were Microsoft Visio to make the diagrams and phpMyadmin for the designs related to the database.

As a result of this research, a software prototype has been developed using the Java 8.0 programming language with the Netbeans platform.

In the evaluation stage, 73 cyclomatic complexity tests, 63 unit tests, 1 integrated tests and 3 user tests (beta) were performed.

It was concluded that indeed, the automation of the calculations involved in the design of diets by food exchange reduces the work of the nutritionist, speeds up the design of

the diet and provides greater precision to the results obtained which results in the benefit of patients. It is suggested that nutritional systems to be developed in the future should be simple and easy to use systems since many nutrition professionals have limited knowledge in the area of informatics.

Índice de Tablas

Tabla 1: Tabla de valores de c y m.....	15
Tabla 2: Puntos de Corte Porcentaje Graso	15
Tabla 3: Puntos de Corte para Complejión Corporal	16
Tabla 4: Puntos de Corte para el IMC.....	17
Tabla 5: Puntos de Corte Índice de Cintura Cadera	18
Tabla 6: Puntos de Corte Índice de Adiposidad Visceral	19
Tabla 7: Factor de Actividad	20
Tabla 8: Tabla de Equivalencias	25
Tabla 9: Análisis de Requisitos Características de los Usuarios	33
Tabla 10: Requerimientos Funcionales	36
Tabla 11: Diccionario de Datos Tabla de Pacientes.....	45
Tabla 12: DD/ Flujos de Datos	47
Tabla 13: Entidades y Atributos.....	73
Tabla 14: Relaciones	74
Tabla 15: Claves Primarias	74
Tabla 16: Hallazgo de los casos de prueba de complejidad ciclomatica.....	96
Tabla 17: Hallazgos de la Pruebas Unitarias.....	97
Tabla 18: Hallazgos de las Pruebas Integrales.....	97
Tabla 19: Hallazgos de las Pruebas de Tiempo Estimado de los Cálculos Automatizados	98
Tabla 20: Hallazgo de las Encuestas de Satisfacción de Usuario.....	99

Índice de Figuras

Figura 1: Pruebas de Software	13
Figura 2: Tabla de Intercambios	24
Figura 3: Delimitación del tema.	26
Figura 4: Diseño de la Investigación.	27
Figura 5: antigüedad de la Bibliografía Seleccionada.....	28
Figura 6: Casos de Uso Descripción General del Producto	39
Figura 7: Casos de Uso Registrar Datos Básicos del Paciente	40
Figura 8: Casos de Uso Calcular Antropometría.....	41
Figura 9: Casos de Uso Calcular Gasto Metabólico	42
Figura 10: Casos de Uso Perfil Calórico	43
Figura 11: Casos de Uso Calcular Intercambios.....	44
Figura 12: Diagrama de Contexto.....	50
Figura 13: DFD Nivel 1	51
Figura 14: DFD Nivel 2: Registrar Paciente	52
Figura 15: DFD Nivel 2: Calcular Antropometría	53

Figura 16: DFD Nivel 2: Calcular Gasto Metabólico.....	53
Figura 17: DFD Nivel 2: Calcular Intercambios	54
Figura 18: DFD Nivel 2: Elaborar Tabla de Intercambios.....	55
Figura 19: Porcentaje Graso y Masa Libre de Grasa (Flujograma)	56
Figura 20: Valoración del porcentaje graso (flujograma).....	57
Figura 21: Flujograma de Cálculo de Complejión Corporal	58
Figura 22: Flujograma de Cálculo del IMC.....	59
Figura 23: Flujograma de Cálculo de Circunferencia de Cuello.....	60
Figura 24: Flujograma de Cálculo del ICC	60
Figura 25: Flujograma de cálculo de CC.....	61
Figura 26: Flujograma de Cálculo del ICT	61
Figura 27: Flujograma de Cálculo IAV	62
Figura 28: Flujograma del cálculo del IAV (Continuación)	63
Figura 29: Flujograma de Cálculo del Gasto Metabólico.....	64
Figura 30: Flujograma de Cálculo de perfiles calóricos y Repartos	65
Figura 31: Flujograma de Cálculo de intercambios de Desayuno y Media Mañana	66
Figura 32: Flujograma de Cálculo de Intercambios de Almuerzo y Media Tarde	67
Figura 33: Flujograma de Cálculo de Intercambios de la Cena	68
Figura 34: Entidad Paciente	70
Figura 35: Entidad Mediciones	71
Figura 36: Entidad Gasto Metabólico	71
Figura 37: Entidad Perfiles Calóricos	71
Figura 38: Entidad Repartos Diarios	72
Figura 39: Entidad Intercambios.....	72
Figura 40: Entidad Dieta	73
Figura 41: Modelo Entidad Relación	75
Figura 42: Diseño de Base de Datos Tabla de Pacientes	76
Figura 43: Diseño de Base de Datos Tabla de Mediciones.....	77
Figura 44: Diseño de Base de Datos Tabla de Perfiles.....	78
Figura 45: Diseño de Base de Datos Tabla de Dieta	80
Figura 46: Tabla de Pacientes Vista de PhpMyadmin	82
Figura 47: Tabla de Mediciones Vista de PhpMyadmin	82
Figura 48: Tabla Perfiles Vista PhpMyadmin	83
Figura 49L Tabla Dieta Vista PhpMyadimin.....	84
Figura 50: Diseño de Pantalla de Registro de Pacientes	86
Figura 51: Diseño de Pantalla de Evaluaciones	88
Figura 52: Diseño de Pantalla de Intercambios.....	89
Figura 53: Reporte de Evaluación del Estado Nutricional	91
Figura 54: Reporte de Tabla de Intercambios	92
Figura 55: Prototipo Módulo de Registro de Pacientes	93
Figura 56: Prototipo Módulo de Evaluaciones	94

Figura 57: Prototipo Módulo de Intercambios.....	95
Figura 58: Gráfico de Nivel de Satisfacción de Usuario.....	99

INDICE

CAPÍTULO 1	Introducción.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Objetivos.....	5
1.3	Justificación	6
1.4	Limitaciones.....	7
1.5	Marco teórico	8
1.5.1	El Prototipo de Software Como Parte del Análisis y Diseño de Sistemas ..	8
1.5.1.1	Análisis de Requisitos.....	9
1.5.1.2	Diagramas de Flujo de Datos (DFD).	10
1.5.1.3	Diagramas de Flujo de procesos (flujogramas).	10
1.5.1.4	Diseño de Base de Datos.....	10
1.5.1.5	Diseño de Pantallas.	11
1.5.1.6	Diccionario de Datos.	12
1.5.1.7	Lenguaje de Programación Java en el Desarrollo de Prototipos Funcionales.....	12
1.5.1.8	Evaluación de proyectos de Software.....	12
1.5.2	Dieta por Intercambio y Medidas Antropométricas.	13
1.5.3	Fórmulas para Calcular la Composición Corporal	15
1.5.3.1	Densidad Corporal.....	15
1.5.3.2	El Porcentaje de Masa Grasa (%G).....	15
1.5.3.3	La Masa Libre de Grasa (MLG)	16
1.5.3.4	Complejión Corporal.....	16
1.5.4	Fórmulas para Calcular los Indicadores de Distribución de la Grasa Corporal.....	16
1.5.4.1	El Índice de Masa Corporal (IMC).....	17
1.5.4.2	La Circunferencia de Cuello (Ccu).	17
1.5.4.3	El Índice de Cintura Cadera (ICC).	17
1.5.5	Fórmulas para Calcular los Indicadores de Obesidad Abdominal.....	18
1.5.5.1	Circunferencia de la Cintura.....	18
1.5.5.2	Índice de Cintura Talla.....	18
1.5.5.3	Índice de Adiposidad Visceral.	19
1.5.6	Fórmulas Utilizadas para Calcular el Gasto Metabólico del Paciente.	19
1.5.6.1	El Gasto Metabólico Basal (GMB).	20
1.5.6.2	La Termogénesis de los Alimentos (TA).	20

1.5.6.3	El Factor de Actividad Física. (FA).	20
1.5.6.4	El Gasto Metabólico Total (GMT).	21
1.5.7	Cálculo del Perfil Calórico, Repartos Diarios e Intercambios.	21
1.5.7.1	Cálculos relacionados al tipo de dieta.	22
1.5.7.2	Cálculos de perfil calórico.	22
1.5.7.3	Cálculos de Repartos de ingestas Diarios.	23
1.5.7.4	Cálculo de Intercambios.	23
CAPÍTULO 2	DESARROLLO	26
2.1	Métodos.	26
2.1.1	Tema y delimitación.	26
2.1.2	Diseño de la investigación.	27
2.1.3	Palabras clave.	27
2.1.4	Fuentes de Búsqueda.	28
2.1.5	Antigüedad de la bibliografía seleccionada.	28
2.1.6	Softwares, aplicaciones y herramientas.	29
2.1.7	Evaluación.	29
2.2	Resultados	30
2.2.1	Cumplimiento de objetivos	30
2.2.2	Requerimientos	32
2.2.2.1	Introducción	32
2.2.2.2	Propósito	32
2.2.2.3	Perspectiva del Producto	32
2.2.2.4	Interfaz de Usuario	32
2.2.2.5	Interfaces de Hardware	32
2.2.2.6	Interfaces de Software	33
2.2.2.7	Funciones del Producto	33
2.2.2.8	Características de los Usuarios	33
2.2.2.9	Definiciones	34
2.2.2.10	Acrónimos y Abreviaturas	35
2.2.2.11	Requisitos Funcionales	35
2.2.2.12	Requisitos no Funcionales	37
2.2.2.13	Casos de Uso	39
2.2.3	Diccionario de Datos	45
2.2.3.1	Almacenes y Datos	45
2.2.3.2	Flujos de Datos	47
2.2.3.3	Procesos	48
2.2.4	Diagramas de Flujo de Datos	50
2.2.4.1	Diagrama de Contexto	50
2.2.4.2	Diagrama Nivel 1	51
2.2.4.3	Diagramas de Detalle	52
2.2.5	Diagramas de Flujo (Flujogramas)	56

2.2.5.1	Flujogramas de Cálculos Antropométricos	56
2.2.5.2	Flujogramas de Cálculo de Gasto Metabólico.....	64
2.2.5.3	Flujogramas de Cálculo de Perfiles Calóricos y Repartos.....	65
2.2.5.4	Flujogramas de Cálculo de Intercambios	66
2.2.6	Diseño de Base de Datos	69
2.2.6.1	Diseño Conceptual	69
2.2.6.2	Diseño Lógico	76
2.2.6.3	Diseño Físico.....	81
2.2.7	Diseño de Pantallas	85
2.2.7.1	Pantalla de Registro de Pacientes	85
2.2.7.2	Pantalla de evaluaciones.....	86
2.2.7.3	Pantalla de Intercambios.....	89
2.2.8	Diseño de Salidas	91
2.2.9	Prototipo.....	93
2.2.10	Evaluación.....	96
2.3	Discusión.....	100
CAPÍTULO 3 Conclusiones		102
Capitulo 4 referencias.....		103
Anexo A	PRUEBAS DE COMPLEJIDAD CICLOMÁTICA.....	108
Anexo B	PRUEBAS UNITARIAS	120
Anexo C	PRUEBAS INTEGRALES	125
Anexo D	PRUEBAS DE USUARIO	129
Anexo E	ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE USUARIO	131
Anexo F	PRUEBAS DE VELOCIDAD DE LOS CÁLCULOS.....	133
Anexo G	CARTA REMITIDA POR USUARIOS	134
Anexo H	LISTA DE EQUIVALENCIAS.....	136

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

El proyecto que se presenta a continuación tiene como propósito la implementación de un prototipo de software destinado a automatizar los procesos de cálculo involucrados en la elaboración de dietas nutricionales por el método de intercambio de alimentos. En primer lugar, se plasmarán, de manera teórica, las bases científicas que sobre las que se fundamenta el diseño de dietas por intercambios de alimentos, así como las recomendaciones y lineamientos de la OMS, FAO y otras fuentes importantes de relevancia en el tema. Tomando como base el análisis de la información científica pretendemos estructurar de manera ordenada los procesos que intervienen en el diseño de la dieta y presentar propuestas de análisis y diseño para la automatización de las diferentes fórmulas y cálculos utilizados en cada proceso. Esperamos que esta propuesta sea una herramienta de ayuda tanto para programadores como para profesionales de la dietética, facilitándoles la realización su labor y obteniendo resultados óptimos, con rapidez y eficiencia.

1.1 Antecedentes

A través de la historia, la informática ha aportado al campo nutricional un amplio rango de productos y servicios en forma de software, hardware e infraestructura. Estos aportes han revolucionado la nutrición eficientizando la forma de coleccionar, procesar, almacenar e intercambiar datos e informaciones. La nutrición, al igual que la informática, es una disciplina joven cuyo desarrollo comenzó igualmente durante la Segunda Guerra Mundial. Mientras que la informática era utilizada para facilitar las operaciones bélicas, las dietas nutricionales surgieron de la necesidad de mejorar las condiciones fisiológicas de los soldados heridos.

El inicio de la primera generación de computadoras se sitúa entre los años 1940-1952 con la aparición de computadoras de dimensiones colosales como MARK I, UNIVAC y ENIAC. Es exactamente en torno a los años 50 cuando comienzan a aparecer las primeras aplicaciones informáticas en el área de la nutrición. El primer programa informático

diseñado para aplicaciones nutricionales data de 1960 utilizando tarjetas perforadas. (Molero Prieto, 2016; Rodríguez-Pérez et al., 1994)

Desde 1962 se tiene noticias del primer artículo publicado sobre el uso de computadoras en el área de la dietética cuando recién aparecía TRADIC, la primera computadora transistorizada, desarrollada por los laboratorios Bell para la Fuerza Aérea de Estados Unidos. En 1977 la Tandy Corporation comenzó a popularizar el uso de computadoras personales con teclado y monitor incluidos. Dos años después, en 1979, Chalda Malof publica el libro titulado “Computers in Nutrition” evidenciando el impacto que las computadoras estaban alcanzando en este campo biomédico. (Molero Prieto, 2016; Maunder et al., 2014)

En 1970 aparecen las primeras bases de datos relacionales mientras que en área de la nutrición se desarrolla Languag Alimentaria, un tesoro automatizado para la descripción captura y recuperación de datos de alimentos desarrollado en un esfuerzo combinado de profesionales del diseño de sistemas, tecnólogos de alimentos y nutricionistas. Este tesoro provee un lenguaje estandarizado a nivel mundial que favorece el intercambio coherente de datos. (Møller, 2022)

En la década de los 80 se desarrolla el lenguaje de consulta de acceso a bases de datos relacionales SQL (Structure Query Language), facilitando a la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) el desarrollo de INFOODS (International Network Food Data System) que es una guía internacional para la descripción estandarizada de alimentos con la finalidad de “mejorar la calidad, la disponibilidad, la fiabilidad y la utilización de los datos de composición de alimentos”. Estos datos existían en formato papel como un legado de investigaciones de siglos anteriores pero su contenido no se había podido aprovechar de manera óptima por la dificultad que presentaba su manipulación. (FAO, 2022; Pérez Grana, 2013).

En 1990 el desarrollo del World Wide Web (WWW) abrió el Internet al mundo y en 1996 Hsu Hage and Wang utilizaron por primera vez el término “informática Nutricional” para describir las ventajas que el Internet podría aportar a la comunidad internacional de nutricionistas promoviendo de la educación nutricional a un costo muy reducido

pudiendo alcanzar y mantener informado a usuarios en todo el mundo. (Hsu-Hage, 1996; Molero Prieto, 2016)

En 2008, se define oficialmente el término “Informática Nutricional” como: “una rama de la bioinformática que se ocupa de la organización, almacenamiento y optimo uso de informaciones, datos, tecnología y material científico que apoyen la toma de decisiones relacionadas con la alimentación y nutrición”. (Maunder, William, Walton, Ferguson, & Beck, 2014).

Aunque las dietas por intercambio de alimentos se comenzaron a desarrollar desde 1940, el auge de la programación orientada a objetos ha facilitado la automatización de los procesos de cálculo, diseño y gestión de dichas dietas. A continuación, se señalan algunos productos de software similares a los que este proyecto se propone desarrollar:

Nutrimind. (2007). Con más de diez años en el mercado, es un programa de confección de dietas por intercambios en idioma español, basado en el sistema mexicano de equivalencia y los estándares de la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). Cuenta con funciones para récords de pacientes, cálculos de dietas y gráficos comparativos de evolución del paciente. (Nutrimind, 2022)

Nutrium.(2012) Es un software sencillo y completo, creado por el centro de nutrición y dietética español que lleva el mismo nombre. Está disponible en tres idiomas: portugués, inglés y español. Su diseño permite al profesional de la dietética simplificar las tareas de cálculo y confección de dietas. Dentro de sus funciones incluye módulos de nutrición materna e infantil. Ofrece también al nutricionista la posibilidad de crear su propio sitio web. (Ramos, 2019)

Dietowin. Creado desde 1993, es un programa muy utilizado en clínicas, hospitales y centros nutricionales por su gran facilidad para elaborar dietas eficientes con una interfaz muy sencilla. Aunque es uno de los pocos sistemas que no requiere el pago de una cuota mensual, la adquisición de su licencia es muy elevada.(Dietowin, 2022).

Es en este contexto donde surge este proyecto, como un intento de aprovechar el acercamiento que las ciencias nutricionales han mostrado hacia la tecnología y con la

intención de aplicar los conocimientos y herramientas del diseño de sistemas a las clínicas nutricionales y consultorios particulares de nutrición y dietética.

Es una gran oportunidad para el analista de sistemas ya que se pronostica un aumento en el establecimiento de centros de esta índole debido que el 1ro. de abril del 2016 la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó los años del 2016-2025 como el “Decenio de las Naciones Unidas de Acción sobre la Nutrición”. Se ha considerado que el profesional de diseño de sistemas, informática y las ciencias de la computación tiene mucho que aportar en esta área.

1.2 Objetivos

Objetivo General.

Implementación de un prototipo para automatizar los procesos de cálculo involucrados en la elaboración de dietas nutricionales por el método de intercambio de alimentos.

Objetivos específicos.

1.- Realizar una investigación detallada sobre los procedimientos científicos involucrados en el diseño de una dieta nutricional utilizando el método de intercambio de alimentos, consultando fuentes autorizadas y profesionales de experiencia en el área.

2.- Analizar la información obtenida, produciendo un documento que especifique los requisitos del sistema y que permita modelar tanto el flujo de los datos como el flujo de los procesos que transforman los datos en entrada en la información de salida deseada.

3- Desarrollar los siguientes modelos de diseño de acuerdo con los requerimientos definidos:

- Diccionario de Datos
- Diagrama de flujo de datos.
- Flujogramas de procesos
- Diseño de base de datos
- Diseño de pantallas
- Diseño de reporte de evaluación nutricional
- Diseño de reporte de tabla de intercambios

4.- Elaborar un prototipo funcional que modele el funcionamiento de los módulos principales del sistema de acuerdo con el diseño planteado.

5.- Evaluar los resultados mediante pruebas de software que comprueben la exactitud de los cálculos y su consistencia con el análisis realizado, la rapidez y precisión del prototipo desarrollado, su facilidad de uso y el nivel de satisfacción de los usuarios.

1.3 Justificación

Hoy en día la informática, el diseño de sistemas y las ciencias computacionales han demostrado la capacidad que poseen de interactuar con otras disciplinas e integrar conocimientos de manera armoniosa, logrando una gran aceptación en sectores que antes mostraban resistencia. Cada día aumentan las demandas de servicios nutricionales haciendo necesaria la utilización de herramientas tecnológicas que permitan dar respuestas más rápidas, así como conservar las informaciones e historial de pacientes con la finalidad de comprobar la evolución de los tratamientos aplicados.

La aplicación de la tecnología en el estudio de elementos biológicos y la elaboración de dispositivos computarizados destinados a estudiar la composición corporal humana, las propiedades de los alimentos y sus efectos en la alimentación han beneficiado altamente al campo biomédico de la nutrición clínica. Fórmulas antiguas han sido revisadas a través de dispositivos electrónicos de alta tecnología, se han publicado tablas y bases de datos estandarizadas con apoyo científico que están disponibles para facilitar el trabajo del profesional promedio. La estandarización de estos procesos ha creado una relación de mutua conveniencia entre la nutrición y la informática abriendo un mundo de oportunidades a ambas disciplinas.

Este estudio se propone elaborar un proyecto que sirva como material de apoyo y que modele herramientas de análisis y diseño destinadas a añadir rapidez y precisión al desarrollo de sistemas automatizados de elaboración de dietas por intercambio de alimentos. Este proyecto redundará en beneficio de analistas, programadores y profesionales de la nutrición. La comunidad de pacientes que hacen uso de este servicio, personas con problemas de obesidad, desnutrición, diabéticos, hipertensos y otras afecciones cardíacas, también se verán beneficiados recibiendo una atención más eficiente.

El presente análisis pretende presentar una descripción detallada de los procesos de cálculo antropométrico y su consecuente valoración, las fórmulas científicas utilizadas para determinar el gasto metabólico tanto basal como total, las tablas y procesos utilizados para determinar el factor de actividad y la energía utilizada en la termogénesis

alimenticia. Se describe también el proceso de la distribución de calorías entre los diferentes grupos de macronutrientes y su consecutiva conversión a gramos y luego a intercambio de alimentos reales.(Diaz Cordova et al., 2018; Diaz Cordova & Nasanovsky, 2022)

Como se puede ver, se trata de un proceso trabajoso y delicado. El equipo de Programación del Hospital Zona Pediátrica, un equipo independiente que cuenta con reconocimiento mundial en el desarrollo de aplicaciones médicas y de salud en general, en uno de sus escritos declara lo siguiente “La realización manual de los cálculos debe quedar definitivamente descartada, sobre todo porque existe una mayor propensión al error y además el tiempo que exigen esos cálculos es demasiado como para ser práctico”. Aunque la variedad de aplicaciones diseñadas para fines de nutrición y dietética es amplia, los autores declaran que la solución óptima es el diseño de un sistema propio adaptado al entorno y a las necesidades particulares a las que se enfrenta cada profesional de la dietética. (Diaz Cordova et al., 2018; Diaz Cordova & Nasanovsky, 2022)

1.4 Limitaciones

- El proyecto no contempla los cálculos dietéticos para niños ni embarazadas.
- Queda excluido de este proyecto el diseño de platillos y menús específicos.
- El prototipo funcional solo cumple con las funciones básicas de calculo dietético, no se trata de un software terminado.
- El prototipo no posee conexión a la base de datos.

1.5 Marco teórico

En este apartado serán plasmados los aspectos básicos relacionados al desarrollo de sistemas de información automatizados y las principales técnicas y herramientas utilizadas en el diseño de sistemas. Se brindará también la información básica que ayuda a comprender lo que son las dietas por intercambio de alimentos y los cálculos antropométricos, metabólicos y de perfil calórico que están involucrados en el diseño de éstas.

1.5.1 El Prototipo de Software Como Parte del Análisis y Diseño de Sistemas

Un prototipo es un producto parcial y provisional realizado de manera rápida como un modelo intermedio antes de realizar el software definitivo.

El análisis y diseño de sistemas de software conlleva una definición formal de actividades específicas que serán llevadas a cabo de una manera determinada con la finalidad de obtener los resultados propuestos. Teniendo en cuenta que un sistema informático es un producto intangible y abstracto, su desarrollo se convierte en un proceso complejo que requiere un alto grado de creatividad y una intensa actividad intelectual. (Thomas & Hunt, 2020)

Los prototipos son una herramienta excelente para definir requerimientos cuando éstos no son muy claros o cuando no se conoce exactamente cómo desarrollar un producto determinado. El prototipo ofrece visibilidad del producto desde el inicio del proyecto, aunque es conveniente aclarar que la construcción final del producto es un proceso que se tomará tiempo. (Kendall & Kendall, 2020)

Aunque existen muchas metodologías para el desarrollo de sistemas de software, la realidad es que no existe un proceso único que sea efectivo para todos los proyectos sin embargo la implementación de un prototipo podría beneficiar cualquier camino que se decida tomar. (Kendall & Kendall, 2020)

En el libro *El programador Pragmático* Thomas (2020) aclara que “*la talla única no le queda bien a nadie*”. Sin embargo se considera que existen una serie de actividades que han demostrado ser esenciales en el desarrollo de software en torno a las cuales cada vez se desarrollan más herramientas y aplicaciones que facilitan su realización. (Sommerville, 2016; Thomas & Hunt, 2020).

Las actividades específicas que serán realizadas en el desarrollo de este prototipo de software serán el análisis de requisitos, los diagramas de flujo de datos, los diagrama de flujo de procesos, el diseño de base de datos, los diseños de pantallas, el diccionario de datos y la evaluación.

1.5.1.1 Análisis de Requisitos.

Los requerimientos describen lo que el sistema debe hacer y lo que no debe hacer de acuerdo con las especificaciones del usuario.

Los requerimientos funcionales describen la interacción del sistema con los usuarios identificando los actores del sistema, describiendo los diferentes escenarios y representando las actividades en casos de uso. Los requerimientos no funcionales describen características que no están asociadas a las funciones del sistema pero que están asociadas a cualidades emergentes del sistema tales como el lenguaje de implementación, plataforma en que el sistema será implementado, requisitos de interfaces externas, requerimientos de seguridad, etc. Todo esto debe ser expresado en términos que el cliente pueda entender. (Kendall & Kendall, 2020)

Varias organizaciones han diseñado plantillas que guíen el modelado del documento de requerimientos. Una de las más importantes es el estándar ISO/IEC/IEE 29148:2018.

Plantilla de especificación de requisitos ReqView. En el mercado existen herramientas y aplicaciones que facilitan la realización del documento de requisitos. En este proyecto se utilizó la herramienta ReqView para la elaboración del documento de requisitos. Esta herramienta permite trabajar de forma organizada y facilita la visualización y adaptación del estándar 29148:2008 de acuerdo las necesidades del proyecto. Ofrece además la facilidad de exportar a Word, pdf y otros formatos. (eccam, 2022)

1.5.1.2 Diagramas de Flujo de Datos (DFD).

Los diagramas de flujo de datos permiten al analista comprender el movimiento de los datos a través del sistema. Los DFD proporcionan una descripción ilustrada de los requerimientos de un sistema al presentar una vista gráfica del movimiento de los datos, así como los diferentes procesos a los que son sometidos y la transformación que experimentan hasta convertirse en las salidas deseadas. (Kendall & Kendall, 2020).

1.5.1.3 Diagramas de Flujo de procesos (flujogramas).

Mientras el DFD representa el flujo de datos, el diagrama de flujo de procesos o flujograma representa la secuencia de pasos para resolver un problema describiendo la lógica que rige la toma de decisión en el sistema y las fórmulas que transforman los datos de entrada en información de salida. (Kendall & Kendall, 2020)

Microsoft Visio. Es un software que facilita el diseño de una amplia gama de gráficos y diagramas incluyendo diagramas de flujo de datos, flujogramas y diagramas de casos entre otros. Este software fue lanzado por primera vez al mercado en el 2003 por la compañía Microsoft y desde entonces se ha venido renovando hasta llegar a incorporar una amplia biblioteca de símbolos y conectores para diagramas. Para los diagramas de este proyecto se ha utilizado Visio LTSC Professional 2021.(TutorialsPoint, 2017)

1.5.1.4 Diseño de Base de Datos.

El diseño de base de datos es el proceso por el cual se define la forma en que los datos serán organizados, almacenados, recuperados y analizados en un sistema de software. Un diseño apropiado de base de datos permite ahorrar espacio de almacenamiento, preserva la precisión e integridad de los datos y agiliza el acceso y procesamiento de los datos. Las tres etapas fundamentales en el diseño de base de datos son: el diseño conceptual, el diseño lógico y el diseño físico.(Hogan, 2018)

El diseño conceptual. El diseño conceptual presenta una descripción detallada de la base de datos independientemente del sistema de gestión de datos que se utilizará. (Hogan, 2018)

El diseño lógico. En esta fase se traduce el diseño conceptual a un modelo relacional (MR). En esta etapa se diseñan las tablas, con sus filas, columnas y relaciones de acuerdo con el sistema gestor de base de datos que será utilizado.(Hogan, 2018)

Diseño físico. En esta etapa se concreta el diseño implementándolo en un sistema gestor de base de datos. Un gestor de base de datos un software que sirve para crear, gestionar y administrar la información contenida en una base de datos.(Hogan, 2018)

El modelo de entidad relación es la herramienta de modelado de datos más apropiada para esta etapa. El modelo de Entidad-Relación es un modelo que facilita el diseño de la base de datos ya que permite la representación esquemática de la estructura conceptual de la misma utilizando sus tres conceptos básicos: entidades, relaciones y atributos.(Hogan, 2018)

PhpMyadmin. Existen diferentes herramientas para gestionar las bases de datos. En este proyecto utilizaremos phpMyadmin que es una de las más populares. Con esta herramienta se creará el diseño lógico relacional, así como la estructura física. (phpMyadmin, 2023).

En este punto conviene aclarar que, aunque se realizarán todos los diseños de bases de datos, la misma no estará operando como parte del prototipo.

1.5.1.5 Diseño de Pantallas.

El diseño de pantallas en su conjunto es la definición de la forma, utilidad, función, ergonomía y la imagen al exterior de un proyecto de software. La pantalla, como interfaz del sistema, facilita la interacción entre el software y el usuario de modo que este último pueda llevar a cabo sus tareas con la mayor facilidad posible. “Una interfaz de usuario debe ser atractiva y agradable a la vista. Pero también debe resultar intuitiva y cómoda de utilizar procurando siempre que exista un equilibrio entre la estética y la usabilidad.” (García, 2021; Tilley, 2019)

1.5.1.6 Diccionario de Datos.

Un diccionario de datos (DD) es un documento que recopila de manera organizada la de los datos utilizados por el sistema. El diccionario de datos proporciona una descripción clara de los datos, sus flujos y almacenes; esta descripción constituye una herramienta clave ya que estandariza los datos facilitando su manejo durante el análisis y diseño del sistema.(Kendall & Kendall, 2020) .

1.5.1.7 Lenguaje de Programación Java en el Desarrollo de Prototipos Funcionales

Existen diversas opciones para la elaboración prototipo de softwares y no necesariamente tienen que ser lenguajes de programación propiamente dichos, no obstante a ello, el lenguaje de programación Java es una excelente opción para desarrollar prototipos funcionales que no serán desechables sino que sus funcionalidades se irán completando a través del tiempo.

El lenguaje de programación Java fue desarrollado por la compañía Sun Microsystems en 1995 y su rasgo distintivo ha sido la portabilidad: “Write Once, Run Anywhere” (programe una vez y ejecútelo en cualquier plataforma). La portabilidad de Java se debe su máquina virtual llamada Java Runtime Environment (JRE). Java compila sus programas en un lenguaje intermedio llamado Bytecode. JRE es un entorno intermedio entre el código Bytecode y los diferentes sistemas operativos existentes en el mercado.(Pino et al., 2020)

Para desarrollar aplicaciones en Java existen diferentes entornos de trabajo llamados Integrated Development Envirnment (IDE) que facilitan al programador el proceso de desarrollo.En este proyecto utilizaremos Java en el entorno de Netbeans IDE para el desarrollo del prototipo planteado.

1.5.1.8 Evaluación de proyectos de Software.

Aunque en el diseño de software es imposible entregar un producto completamente libre de defectos, sin embargo esto no debe ser una licencia para la irresponsabilidad.

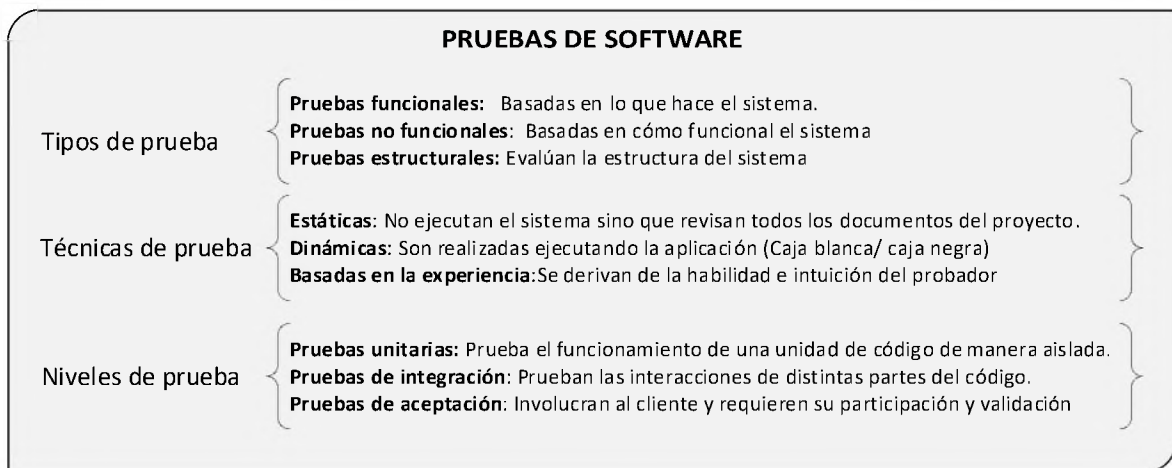
En informática existe una diferencia entre error, defecto y falla. Aunque son términos relacionados, el grado de evaluación los hace diferentes. Un error es una acción humana

que produce un resultado incorrecto mientras que el defecto es la manifestación de ese error en el código. Un defecto no detectado durante la etapa de evaluación se convertirá en una falla al utilizar el sistema. (Sanchez Peño, 2015)

La evaluación posee dos componentes parecidos pero diferentes que son la validación y verificación. La verificación responde a la pregunta ¿se está construyendo el software correctamente? Mientras que la validación responde a la pregunta ¿se está construyendo el software que el usuario quiere?(Sanchez Peño, 2015)

De la misma forma en que existen actividades para el desarrollo del software, también existen actividades para su evaluación como lo refleja la figura siguiente:

Figura 1: Pruebas de Software



Fuente:(Sanchez Peño, 2015)

De los innumerables tipos de pruebas disponibles, este proyecto utilizará en su evaluación las pruebas de complejidad ciclomática (técnica dinámica de caja blanca), las pruebas unitarias, las pruebas integrales y pruebas de aceptación.

1.5.2 Dieta por Intercambio y Medidas Antropométricas.

La dieta por intercambio es una dieta personalizada confeccionada a la medida por lo tanto su diseño está basado en las medidas antropométricas y el gasto metabólico del paciente. La evaluación antropométrica determinará el tipo de alimento a incluirse en

la dieta de acuerdo a la condición del paciente, mientras que el gasto metabólico determinará las calorías de la misma. (Cáceres et al., 2020; Fistera, 2006; Quirónsalud, 2018).

Se le llama dieta por intercambios porque su diseño flexible permite la sustitución o intercambio de alimentos equivalentes de acuerdo a la preferencia del paciente.

La antropometría es el estudio de las medidas del ser humano. Las medidas antropométricas son muchas, pero en este proyecto se utilizarán las siguientes:

- **Peso y talla:** medidas imprescindibles que participan en casi todas las formulas antropométricas.
- **perímetro o circunferencia del cuello:** Indicador de obesidad cervical.
- **Circunferencias de cintura y cadera:** Participan en fórmulas para calcular obesidad abdominal.
- **Circunferencia de la muñeca:** útil para calcular la complexión corporal.
- **Pliegues cutáneos de bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco:** Necesarios para calcular la composición corporal.
- **Análisis químico de colesterol HDL y triglicéridos:** necesarios para calcular la adiposidad visceral.(Palafox Lopez & Ledesma Solano, 2021; Salas-Salvadó et al., 2019)

Fórmulas antropométricas: Los métodos de laboratorio para evaluar la composición corporal son de alto costo y difícil transporte. La formulas antropométrica son el método más utilizado por resultar económico, practico y de precisión demostrada. Las diversas formulas están dirigidas a determinar la composición corporal, la distribución de la grasa y el nivel de riesgo del paciente. (Montes, 2021; Palafox Lopez & Ledesma Solano, 2021)

Puntos de corte y riesgo. Son tablas estandarizadas que permiten valorar el resultado de las fórmulas antropométricas y determinar la presencia o el riesgo de ciertas afecciones, como obesidad, diabetes o colesterol alto, artritis, etc.(Cuevas & Ryan, 2022; Ross Watson, 2019; Salas-Salvadó et al., 2019).

1.5.3 Fórmulas para Calcular la Composición Corporal

La composición corporal determina los porcentajes de grasa y musculo del paciente. Para calcular la composición corporal es necesario calcular la densidad corporal previamente. (Ballesta Purroy, 2021; Palafox Lopez & Ledesma Solano, 2021).

1.5.3.1 Densidad Corporal

La Densidad Corporal (DC) es la relación entre el peso y el volumen y es un dato intermedio que necesita ser conocido previamente. Existen varios métodos para calcular la densidad corporal, pero uno de los más utilizados es la fórmula de Durnim & Womersley. (Ballesta Purroy, 2021; Montes, 2021; Palafox Lopez & Ledesma Solano, 2021)

$$DC = c - [m \times \log (\text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescaputar} + \text{suprailíaco})]$$

Tabla 1: Tabla de valores de c y m

Tabla de Durnim & Womersley para Valores de "c" y "m"				
Edad	HOMBRES		MUJERES	
	c	m	c	m
16-19	1.1620	0.0630	1.1549	0.0678
20-29	1.1631	0.0632	1.1599	0.0717
30-39	1.1422	0.0544	1.1423	0.0632
40-49	1.1620	0.0700	1.1333	0.0612
50 +	1.1715	0.0779	1.1339	0.0645

Fuente:(Palafox Lopez & Ledesma Solano, 2021)

1.5.3.2 El Porcentaje de Masa Grasa (%G)

$$(\%G) = [(4.95/DC) - 4.5] \times 100$$

Los puntos de corte para evaluar el porcentaje de masa grasa están contenidos en la siguiente tabla:

Tabla 2: Puntos de Corte Porcentaje Graso

Puntos de Corte para el %G		
HOMBRES	MUJERES	VALORACION

≤ 8%	≤ 15%	Delgado
≥ 8.1 ≤ 15.9%	≥15.1 ≤ 20.9%	Optimo
≥16 ≤ 20.9%	≥ 21.0 ≤25.9%	Ligero Sobrepeso
≥ 21 ≤ 24.9%	≥26.0 ≤31.9%	Sobrepeso
≥ 25%	≥ 32%	Obesidad

Fuente:(Montes, 2021; Palafox López & Ledesma Solano, 2021).

1.5.3.3 La Masa Libre de Grasa (MLG)

La masa libre de grasa (MLG) se deduce a partir del %G: $MLG = 100 - (\%G)$

1.5.3.4 Complejión Corporal.

La estructura o complejión corporal ayuda a la clasificación del tamaño de la estructura del esquelética, es decir, el ancho de los huesos. Fórmula:

$$ComplexC = \frac{Talla (cm)}{Perímetro de la muñeca(cm)}$$

Los puntos de corte para evaluar la complejión corporal están contenidos en la siguiente tabla:

Tabla 3: Puntos de Corte para Complejión Corporal

Puntos de Corte para la Complejión Corporal		
HOMBRES	MUJERES	VALORACION
<9.6	<10.1	Grande
≥9.6 ≤10.4	≥10.1 ≤11	Mediana
>10.4	>11	Pequeña

Fuente: (Montes, 2021; Palafox López & Ledesma Solano, 2021)

1.5.4 Fórmulas para Calcular los Indicadores de Distribución de la Grasa Corporal

Estos índices brindan información sobre la grasa total del paciente y cómo está distribuida en el cuerpo de manera general.

1.5.4.1 El Índice de Masa Corporal (IMC).

El Índice de Masa Corporal (IMC). Este índice evalúa lo saludable o no saludable del peso de un individuo con relación a su talla, aunque no discrimina entre grasa y musculo. La fórmula para calcular el IMC es la siguiente:(Palafox Lopez & Ledesma Solano, 2021; Salvadó et al., 2019).

$$IMC = peso (Kg) \div Talla^2(m)$$

La tabla de valoración del IMC publicada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se presenta en la siguiente figura:

Tabla 4: Puntos de Corte para el IMC

PUNTOS DE CORTE IMC	
Insuficiencia Ponderal	<18.5
Intervalo Normal	18.5-24.9
Sobrepeso	≥ 25.
Obesidad 1	30-34.9
Obesidad 2	35-39.9
Obesidad 3	≥ 40

Fuente: (OMS, 2021; WHO, 2010)

1.5.4.2 La Circunferencia de Cuello (Ccu).

Evalúa la grasa acumulada alrededor del cuello midiendo dicho perímetro en unidades de centímetros. Un valor por encima de 32.8 en mujeres y 37.8 en hombres es un indicador de riesgo cardiovascular. (Gonzalez Ramirez et al., 2018; Leonardo et al., 2020)

1.5.4.3 El Índice de Cintura Cadera (ICC).

Evalúa el tipo de obesidad que puede ser androide o ginecoide. En la obesidad androide la grasa se concentra en la parte superior del cuerpo dándole forma de manzana. Se relaciona de forma especial con la diabetes mellitus tipo dos, aterosclerosis, hipertensión arterial y aumento de riesgo cardiovascular. En la obesidad ginecoide la grasa se localiza mayormente en los muslos, glúteos y caderas adquiriendo el cuerpo una forma de pera. Se asocia a un mayor riesgo de padecer problemas osteoarticulares

y várices. (Ballesta Purroy, 2021; Carbajal Azcona, 2020; Palafox Lopez & Ledesma Solano, 2021)

$$ICC = \frac{\text{perímetro de la cintura}}{\text{perímetro de la cadera}}$$

Tabla 5: Puntos de Corte Índice de Cintura Cadera

Puntos de Corte del Índice de Cintura Cadera (ICC)		
HOMBRES	MUJERES	RIESGO
≥ 1	≥0.8	Obesidad Androide
<1	<0.8	Obesidad Ginecoide

Fuente: (Palafox Lopez & Ledesma Solano, 2021)

1.5.5 Fórmulas para Calcular los Indicadores de Obesidad Abdominal.

Estos índices evalúan la grasa ubicada en la zona central del cuerpo, la grasa subcutánea del área abdominal y la grasa intra-abdominal contenida dentro de la cavidad abdominal y alrededor de los órganos. (Ballesta Purroy, 2021; Cuevas & Ryan, 2022)

1.5.5.1 Circunferencia de la Cintura.

Esta circunferencia evalúa el volumen de la grasa acumulada alrededor de la cintura. Un perímetro mayor de 88 en mujeres y 102 en hombres es considerado como obesidad central que no es más que un depósito excesivo de grasa en la mitad del cuerpo. Además de ser un marcador de distribución anormal de la grasa, es también un factor de riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, metabólicas y diabetes tipo dos. (Ballesta Purroy, 2021; Carbajal Azcona, 2020; Montes, 2021; Palafox Lopez & Ledesma Solano, 2021)

1.5.5.2 Índice de Cintura Talla

Evalúa el grado de obesidad abdominal aun en pacientes que no muestren signos visibles de obesidad como sucede en el llamado síndrome del falso delgado. Este índice establece la proporción existente ente la talla del paciente y su circunferencia

abdominal. Un cociente mayor a 0.5 es aceptado como un punto de corte universal para predecir obesidad abdominal y riesgo cardiovascular. (Ballesta Purroy, 2021; Jayedi et al., 2020; Ugalde et al., 2020)

$$ICT = \frac{\text{perímetro de la cintura}}{\text{talla}}$$

1.5.5.3 Índice de Adiposidad Visceral.

Evalúa la cantidad de grasa en el interior de la cavidad abdominal. Determina la grasa que rodea las vísceras incluyendo la grasa epicárdica que rodea al musculo cardiaco.(Amato & Giordano, 2014).

$$\text{Hombres: } IAV = \left(\frac{CC}{39.68+(1.88 \times IMC)} \right) \times \left(\frac{\text{triglicéridos}}{1.03} \right) \times \left(\frac{1.31}{\text{colesterol HDL}} \right)$$

$$\text{Mujeres: } IAV = \left(\frac{CC}{36.58+(1.89 \times IMC)} \right) \times \left(\frac{\text{triglicéridos}}{0.81} \right) \times \left(\frac{1.52}{\text{colesterol HDL}} \right)$$

Tabla 6: Puntos de Corte Índice de Adiposidad Visceral

Puntos de Corte del Índice de Adiposidad Visceral				
Edad	Ausente	Baja	Moderada	Severa
< 30	≤2.52	2.53-2.58	2.59-2.73	>2.73
≥30<42	≤2.23	2.24-2.53	2.54-3.12	>3.12
≥42<52	≤1.92	1.93-2.16	2.17-2.77	>2.77
≥52<66	≤1.93	1.94-2.32	2.33-3.25	>3.25
≥66	≤2	2.01-2.41	2.42-3.17	>3.17

Fuente:(Amato & Giordano, 2014)

1.5.6 Fórmulas Utilizadas para Calcular el Gasto Metabólico del Paciente.

El Gasto Metabólico es la cantidad de energía que consume cada persona y está determinado por el Gasto Metabólico basal (GMB), la Termogénesis Alimentaria (TA) y el Factor de Actividad (FA). (Salvadó, Sanjaume, Casañas, Solá, & Peláez, 2019).

1.5.6.1 El Gasto Metabólico Basal (GMB).

El Gasto Metabólico Basal (GMB). Es la cantidad de energía consumida por los órganos y sistemas del cuerpo humano en la realización de sus actividades vitales. El GMB varía de una persona a otra constituyendo entre el 60-70% del gasto energético diario. Existen varios métodos para calcular el GMB, pero en este proyecto utilizaremos específicamente las fórmulas de Harris and Benedict para calcular el GMB. (Salvadó, Sanjaume, Casañas, Solá, & Peláez, 2019).

$$GMB \text{ hombres} = 66.4 + (13.7 \times \text{peso}(Kg)) + (5 \times \text{altura}(cm)) - (6.8 \times \text{edad})$$

$$GMB \text{ mujeres} = 655 + (9.6 \times \text{peso}(Kg)) + (1.8 \times \text{altura}(cm)) - (4.7 \times \text{edad})$$

1.5.6.2 La Termogénesis de los Alimentos (TA).

La Termogénesis Alimentaria se refiere a la cantidad de energía que el organismo invierte para realizar los procesos digestivos, absorción, transporte, transformación, almacenamiento de nutrientes, secreción de enzimas y todos los procesos relacionados. Se estima que la Termogénesis alimenticia consume un aproximado de 10-15% de las necesidades energéticas basales. (Salvadó, Sanjaume, Casañas, Solá, & Peláez, 2019). En este proyecto estimaremos la termogénesis en un 10%.

$$TA = GMB \times 10\%$$

1.5.6.3 El Factor de Actividad Física. (FA).

El Factor de Actividad física (FA) se refiere a la cantidad de energía consumida por el organismo en la realización de las actividades cotidianas e incluye toda actividad física que eleva el gasto energético por encima de los niveles basales. El FA corresponde aproximadamente a un 15-30% del gasto total de energía, aunque en realidad puede ser muy variable. (Salvadó, Sanjaume, Casañas, Solá, & Peláez, 2019).

Tabla 7: Factor de Actividad

FACTOR DE ACTIVIDAD	
ACTIVIDAD	VALOR

Sedentaria	1.0
Ligera	1.2
Moderada	1.5
Vigorosa	1.8

Fuente: (Salvadó, Sanjaume, Casañas, Solá, & Peláez, 2019)

1.5.6.4 El Gasto Metabólico Total (GMT).

La fórmula para calcular el Gasto Metabólico Total (GMT) es la siguiente:

$$\text{GMT} = (\text{GMB} + \text{TA}) \times \text{FA}$$

1.5.7 Cálculo del Perfil Calórico, Repartos Diarios e Intercambios.

El Gasto Metabólico Total (GMT) proporciona la necesidad energética del paciente sobre la cual se trabajará la dieta. En el proceso de diseño de la misma es necesario realizar diversos cálculos:

Los cálculos relacionados al tipo de dieta determinan la cantidad de calorías que contendrá la dieta.

Los cálculos de perfil calórico son cálculos porcentuales que determinan la proporción en que las calorías de la dieta se reparten entre los tres grupos de macronutrientes.

Los cálculos de repartos diarios determinan la proporción en que las calorías de la dieta serán distribuidas entre las cinco ingestas diarias.

Los cálculos relacionados a los intercambios son dos conversiones, primero se convierten las calorías a gramos, luego se convierten los gramos a intercambios. (Carbajal Azcona, 2018; Fistera, 2006)

La tabla de intercambios representa de manera organizada los intercambios de los diferentes grupos de alimentos correspondientes a cada ingesta. La tabla de equivalencia contendrá los alimentos reales y su equivalencia en términos de intercambios.

1.5.7.1 Cálculos relacionados al tipo de dieta.

Atendiendo a los resultados de la evaluación antropométrica del paciente existen tres opciones de dieta a diseñar y sus ecuaciones son las siguientes (Carbajal Azcona, 2018):

- Dieta normo calórica = GMT
- Dieta hipocalórica = GMT – 500
- Dieta hipercalórica = GMT + 500

1.5.7.2 Cálculos de perfil calórico.

El perfil calórico de la dieta se calcula distribuyendo las calorías de la dieta entre los tres macronutrientes: carbohidratos, proteínas y grasas. Se les llama macronutrientes porque el organismo las utiliza en grandes cantidades constituyendo su fuente principal de energía. Los porcentajes de distribución son los siguientes (Carbajal Azcona, 2018; Fistera, 2006; Salas-Salvadó et al., 2019):

- Carbohidratos: 50-55%
- Lípidos: 30-35%
- Proteínas: 10-15%.

Los carbohidratos a su vez se subdividen en cuatro categorías: lácteos, frutas, verduras y farináceos. Esta subdivisión, junto a las proteínas y la grasas, da origen a los seis grupos de alimentos principales utilizados en la dieta por intercambio de alimentos (Carbajal Azcona, 2018; Fistera, 2006; Salas-Salvadó et al., 2019).

- Lácteos: 10%
 - Frutas: 20%
 - Verduras: 10%
 - Farináceos: 60%
- Carbohidratos =

1.5.7.3 Cálculos de Repartos de ingestas Diarios.

El número de ingestas diarias recomendadas se sitúa entre 4-6 ingestas diarias. En este proyecto se utilizarán repartos de cinco comidas diarias (Carbajal Azcona, 2018; Fistera, 2006):

- Desayuno: 20-25%
- Colación de Media mañana: 10%
- Almuerzo: 30-35%
- Colación de Media Tarde: 10%
- Cena: 20-30%.

1.5.7.4 Cálculo de Intercambios.

La conversión de calorías a gramos: Se realiza utilizando el factor de conversión de Atwater que establece las equivalencias calóricas de cada macronutriente (Carbajal Azcona, 2018; Fistera, 2006):

- 1 gramo de carbohidratos = 4 calorías
- 1 gramo de proteínas = 4 calorías
- 1 gramo de grasa = 9 calorías

Las calorías se dividen entre los gramos correspondientes de acuerdo al macronutriente principal de dicho grupo de alimento (Carbajal Azcona, 2018; Fistera, 2006):

- Gramos de Lácteos = $calorías \div 4$
- Gramos de Frutas = $calorías \div 4$
- Gramos de Verduras = $calorías \div 4$
- Gramos de Proteínas = $calorías \div 4$
- Gramos de Grasas = $calorías \div 9$

La conversión de gramos a intercambios se realiza dividiendo la equivalencia de los intercambios donde un intercambio corresponde a diez gramos de cualquier macronutriente (Carbajal Azcona, 2018; Fistera, 2006).

- Intercambios de Lácteos = $Gramos\ de\ lacteos \div 10$
- Intercambios de Frutas = $Gramos\ de\ frutas \div 10$
- Intercambios de Verduras = $Gramos\ de\ verduras \div 10$

- Intercambios de Farináceos = $\text{Gramos de farináceos} \div 10$

Para calcular los intercambios de proteínas hay que tomar en cuenta las proteínas contenidas en los lácteos y farináceos.

- $\text{Intercambios de Proteínas} = [\text{Gramos de proteínas} - ((\text{intercambio de lacteos} \times 6) + (\text{intercambio de farinaceos} \times 1.5))] \div 10$

Para calcular los intercambios de grasas hay que tomar en cuenta las grasas contenidas en los lácteos y proteínas.

- $\text{Intercambios de Grasas} = [\text{Gramos de grasas} - ((\text{intercambio de lacteos} \times 6) + (\text{intercambio de proteínas} \times 5))] \div 10$

Los intercambios de cada grupo de alimento son representados en una tabla de intercambio parecida a la siguiente ilustración:

Figura 2: Tabla de Intercambios

Tomar	Lácteos	Alimentos proteicos	Verduras	Alimentos hidrocarbon.	Frutas	Grasa añadida
Desayuno	1			2	1	0,5
Media mañana	1	1		1		
Comida		2	1	6	2	2
Merienda	1			2	1	0,5
Cena		2	1	6	2	2

Fuente: (Fisterra, 2006)

Las listas de equivalencia: Son una herramienta fundamental en el sistema de intercambio de alimentos ya que permiten la comparación de alimentos entre sí desde un punto de vista nutricional facilitando la diversificación y personalización de los menús. Las tablas o listas de equivalencia agrupan a alimentos unificados en términos de un único nutriente, considerando como equivalentes los alimentos en que predomina el mismo macronutriente y brindan el mismo aporte energético. Esto facilita la selección de alimentos y permite intercambiar un alimento por otro del mismo valor energético dando a un paciente debidamente entrenado la libertad de confeccionar sus propios menús. (Cáceres et al., 2020; Carbajal Azcona, 2018; Fisterra, 2006; Salas-Salvadó et al., 2019). En el anexo H de este proyecto se ha colocado un ejemplo de una tabla de

equivalencias. La tabla de Equivalencias utilizada en este proyecto se detalla a continuación.

Tabla 8: Tabla de Equivalencias

TABLA DE EQUIVALENCIAS					
Grupo	Carb.	Proteína	Grasa	Cal.	Ejemplos de Porciones Intercambiables
Lácteos	10g	6g	6g	120cal	200ml de leche 1 taza de Yogur
Frutas	10g	0g	0g	40cal	150g melón, sandía, fresas, pomelo 100g naranja, pera, limón, ciruela, piña, kiwi, manzana 50g plátano, uva, cereza, higos, nísperos, chirimoya
Verduras	10g	0g	0g	40cal	300g lechuga, endivias, acelgas, Espinacas, setas, espárragos, Pepinos, tomates, pimientos, Col, berenjena, coliflor, Calabacín, judías verdes 150g zanahorias, alcachofa, cebolla Remolacha, coles de brucas
Farináceos	10g	0g	0g	40cal	60g guisantes, habas 50g patatas, boniatos 20g legumbres, pan, castañas 15g arroz, pasta, cereales
Proteínas	0g	10g	5g	85cal	50g res, cerdo, pollo, pavo 75g pescados y mariscos 40g embutidos y quesos 1 huevo
Grasas	0g	0g	10g	90cal	1 cucharada aceite o mayonesa 10g de mantequilla o margarina 40g de aceitunas 30g nata o crema de leche 15g frutos secos

Fuente: (Aragon, 2019; Carbajal Azcona, 2018; Fistera, 2006)

CAPÍTULO 2 DESARROLLO

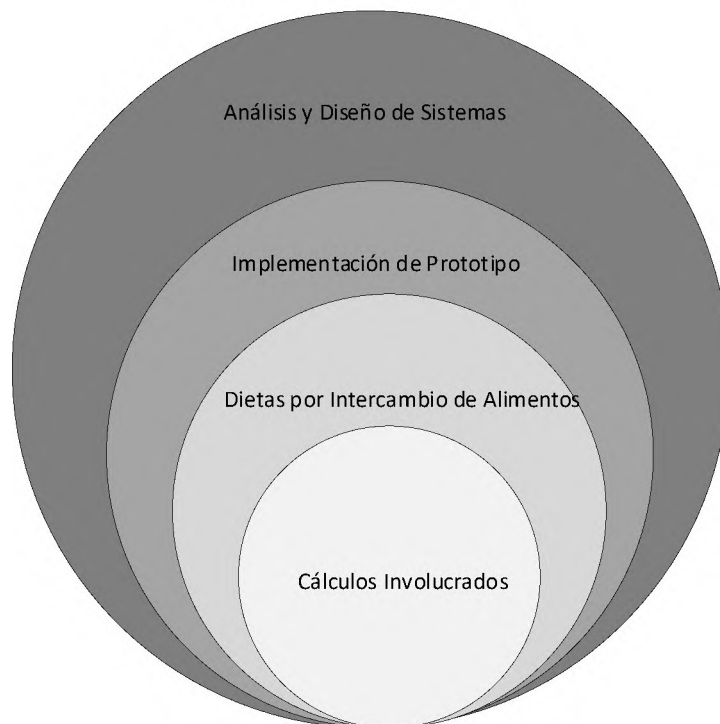
2.1 Métodos

2.1.1 Tema y delimitación.

En este proyecto, el tema de análisis y diseño de sistemas informáticos se ha aplicado de manera intencional al campo de la nutrición.

Dentro de los diferentes procesos de análisis y diseño de sistemas se ha seleccionado la implementación del prototipo mientras que por el lado de la nutrición se ha seleccionado el tema de diseño de dietas. Dentro de los diferentes tipos de dietas se ha seleccionado la dieta por intercambio de alimento y de manera específica esta investigación se enfoca en agilizar los procesos de cálculo involucrados en la elaboración de dicha dieta.

Figura 3: Delimitación del tema.

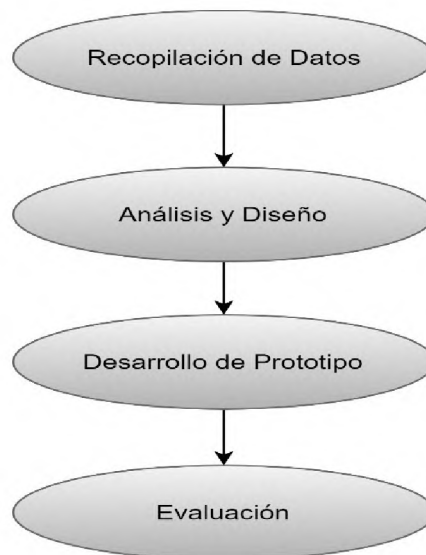


Fuente Propia de la Investigación

2.1.2 Diseño de la investigación.

Se ha diseñado una investigación aplicada en la que intervienen dos disciplinas que son la informática y la nutrición. En este proyecto se aplican las herramientas del análisis y diseño de sistemas a los procesos de cálculo de dietas nutricionales por intercambio. La investigación consta de varias etapas: Una etapa de recopilación de datos donde se obtiene la información necesaria para la segunda etapa que es la de análisis y diseño. En la etapa siguiente se elabora un prototipo que servirá como instrumento de medición para concluir con la etapa de evaluación del prototipo creado.

Figura 4: Diseño de la Investigación.



Fuente Propia de la Investigación

2.1.3 Palabras clave.

1. **Informática aplicada a la nutrición:** En este renglón se seleccionan temas introductorios que indiquen relación entre ambas disciplinas.
2. **Desarrollo de Prototipos de Software.** En este renglón se eligen los tópicos enfocados en actividades prácticas de desarrollo de prototipos y desarrollo de software (documento de requisitos, diagramas de flujo de datos, flujogramas, diccionario de datos, diseño de base de datos y diseño de pantalla .
3. **Dieta por intercambio:** Se seleccionan los tópicos relacionados al cálculo dietético (cálculo antropométrico, calculo metabólico, cálculo de intercambios).

2.1.4 Fuentes de Búsqueda.

Libros. Se utilizaron doce libros y/o ebooks correspondientes a las editoriales Elsevier, McGraw Hill, Pearson, Taylor & Francis, Cengage y World Obesity Federation.

Artículos científicos: Se utilizaron ocho artículos científicos de las bases de datos electrónicas Scielo, PubMed y Zona pediátrica.

Artículos universitarios. Se accedió a once documentos pertenecientes a los archivos de la Universidad Autónoma de Yucatán (México), Universidad de Caldas (Manizales, Colombia), Universidad de Catalunya (Barcelona), Universidad Complutense (Madrid), Universidad de Navarra (España), Universidad de Wollongong (Australia), Universitat Politècnica de Valencia y la Escuela Superior de Diseño de Barcelona. Se incluyen en esta categoría los artículos publicados por los Hospitales Universitarios españoles Quirón salud y Ramón y Cajal.

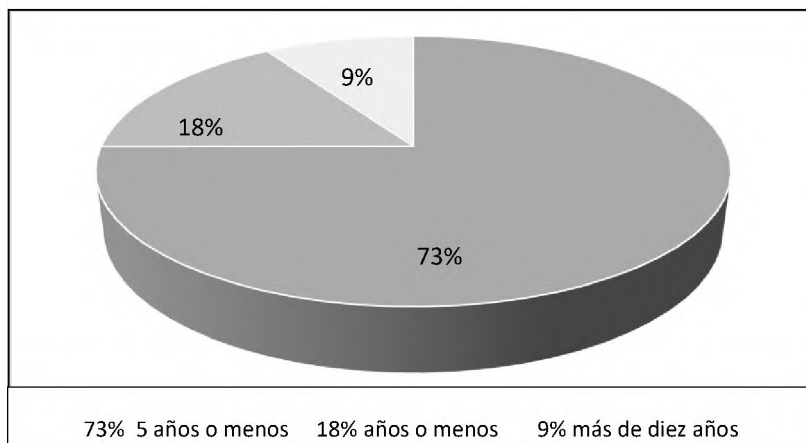
Artículos de instituciones oficiales y organizaciones internacionales. Siete artículos corresponden respectivamente a la Organización Mundial de la Salud (OMS), FAO, LanguaL, ISO/IEC/IEEE y el Gobierno de Aragón.

Manuales. Fueron consultados y referenciados seis manuales de usuario de los softwares Nutrimind, Nutrium, Dietowin, Mendeley, ReqView, MS-Visio y phpMyadmin.

2.1.5 Antigüedad de la bibliografía seleccionada.

Se prefirieron los artículos más recientes dentro de lo posible resultando en un 73% de artículos con antigüedad de cinco años o menos, 18% de artículos de antigüedad de diez años o menos y 9% de artículos de más de diez años.

Figura 5: antigüedad de la Bibliografía Seleccionada



2.1.6 Softwares, aplicaciones y herramientas.

Los documentos fueron almacenados y organizados utilizando la herramienta bibliográfica Mendeley Reference Manager.

El análisis de requerimientos se realizó utilizando la herramienta ReqView Requirements Management Tool y tomando como base el estándar IEEE/ANSI 830.

Los diagramas de flujo de datos y de proceso se realizaron utilizando el software Microsoft Visio LTSC Professional 2021.

Los diseños de bases de datos y diccionario de datos se realizaron en phpMyadmin.

Los diseños de pantalla se realizaron utilizando draw.io.

El prototipo de software se realizó utilizando el lenguaje de programación Java versión 8.0 en el entorno de desarrollo NetBeans IDE 8.2.

2.1.7 Evaluación.

a) Pruebas de Software.

En la etapa de evaluación se realizaron once pruebas de complejidad ciclomática que generaron 73 casos de prueba, se realizaron además 63 pruebas unitarias, 1 pruebas integrada, 3 pruebas de usuario, 30 pruebas de velocidad de realización de los cálculos automatizados. Estas pruebas están detalladas en los anexos A, B , C y F de este proyecto.

b) Pruebas de Usuario.

Las pruebas de usuario se realizaron mediante un trabajo de campo efectuado durante el período diciembre 2022 a Mayo del 2023. La evaluación fue realizada en dos instituciones diferentes: Trinity Medical Centre y Antigua and Barbuda Defense Force. Estos lugares fueron seleccionadas de acuerdo a la facilidad de acceso y la disponibilidad de los mismos. Como resultado se elaboró un documento de retroalimentación expuesto en la sección correspondiente a la evaluación. Las particularidades de estas pruebas de usuario están detalladas en el anexo D.

c) Encuesta de Satisfacción de Usuario.

Se realizó una encuesta dirigida al personal de los centros en los que se realizaron las pruebas de usuario. Se diseñó el formulario de *“Encuesta de Satisfacción de Usuario*. Referencia: Anexo E y Anexo G.

2.2 Resultados

En este apartado se presentarán los resultados de este proyecto. Se iniciará explicando la forma en que se cumplieron los objetivos que fueron propuestos en el inicio del proyecto. Se mostrará el análisis de los requisitos del sistema, la descripción del sistema propuesto, el diseño de base de datos, diseño de pantallas y prototipo.

2.2.1 Cumplimiento de objetivos

Objetivo #1.

Se ha realizado una investigación sobre el análisis y diseño de sistema informáticos y las técnicas y herramientas más utilizadas en el diseño de softwares. Se ha realizado una investigación sobre los procesos de cálculo involucrados en la elaboración de dietas nutricionales por intercambio de alimentos.

El diseño de la investigación realizada, así como los métodos y herramientas utilizadas están detallados en el apartado 2.1 de esta investigación correspondiente a *“Métodos”*. El contenido teórico resultante de la investigación efectuada ha quedado plasmado en el apartado correspondiente al marco teórico de este proyecto. Las fuentes consultadas se encuentran debidamente detalladas en capítulo correspondiente a la bibliografía.

Objetivo #2.

Se ha analizado la información obtenida produciendo los siguientes documentos:

- Documento de análisis de requisitos. Refleja los requerimientos del sistema.
- Diagramas de flujo de datos. Muestra el flujo de los datos a través del sistema.
- Diagramas de flujo de procesos. Muestran los procesos que transforman los datos de entrada en información de salida.

Objetivo #3.

De acuerdo con los requerimientos especificados se han desarrollado los siguientes diseños:

- Diccionario de Datos
- Diagrama de flujo de datos
- Diseño de base de datos
- Diseño de pantallas
- Diseño de reporte de evaluación nutricional
- Diseño de reporte de tabla de intercambios

Objetivo #4.

Se ha elaborado un prototipo funcional de lo que sería el programa terminado, que modela el funcionamiento de los módulos principales del sistema de acuerdo con el diseño planteado. Este prototipo se ha desarrollado en el lenguaje de programación Java 8.0 y utilizando el Ide NetBeans IDE 8.2.

Objetivo #5.

Los resultados han sido evaluados mediante pruebas de complejidad ciclomática que comprueban la exactitud de los cálculos y su consistencia con el análisis realizado, pruebas unitarias, pruebas integradas y pruebas de velocidad que comprueban la rapidez y precisión del prototipo desarrollado. Se realizaron además pruebas de usuario y encuestas que verifican su facilidad de uso y el nivel de satisfacción de los usuarios. Todas estas pruebas están documentadas en el apartado correspondiente a la evaluación.

.

2.2.2 Requerimientos

2.2.2.1 Introducción

El presente sistema será utilizado por profesionales de la nutrición y dietética para facilitar los cálculos involucrados en las diferentes etapas de elaboración de dietas nutricionales por el método de intercambio de alimentos.

2.2.2.2 Propósito

El propósito de este documento es definir las especificaciones funcionales, no funcionales que permitirán automatizar los cálculos que se realizan al diseñar una dieta por intercambio de alimentos.

2.2.2.3 Perspectiva del Producto

El presente sistema es una aplicación de escritorio independiente y autónomo que opera con los datos antropométricos y de gastos metabólicos del paciente.

2.2.2.4 Interfaz de Usuario

La interfaz con el usuario estará compuesta de tres pantallas principales con las opciones correspondientes al sistema propuesto.

Interfaz de registro de pacientes. Permite el registro, consulta y edición de los datos del paciente.

Interfaz de evaluaciones. Permite el registro de los datos antropométricos y metabólicos y muestra los resultados de los cálculos correspondientes.

Interfaz de intercambios. Permite el registro de los porcentajes de distribución de calorías y muestra los resultados de las distribuciones y conversiones.

2.2.2.5 Interfaces de Hardware

Los dispositivos necesarios para establecer contacto entre el usuario y el sistema son los dispositivos básicos y comúnmente utilizados: Teclado, ratón y pantalla visualizadora e impresora.

2.2.2.6 Interfaces de Software

Sistema operativo Windows XP o superior, Java 8.0.

2.2.2.7 Funciones del Producto

Las funciones principales del sistema serán las siguientes:

1. Registrar paciente
2. Calcular antropometría
3. Calcular gasto metabólico
4. Calcular perfil calórico de la dieta
5. Calcular repartos diarios e intercambios
6. Elaborar tabla de intercambios

2.2.2.8 Características de los Usuarios

El sistema puede ser operado por los perfiles de usuarios descritos a continuación.

Tabla 9: Análisis de Requisitos Características de los Usuarios

Usuario #1:	Recepcionista
Formación	Secretarial
Actividades:	Registrar Paciente: Capturar datos para mantener actualizado el récord de pacientes.
Usuario #2:	Nutricionista
Formación	Profesional en nutrición y dietética o en su defecto cualquier otro miembro del personal sanitario entrenado para vigilar la alimentación de los pacientes. (Médicos, enfermeras, auxiliares, etc.)
Actividades:	a) Calcular la antropometría del paciente. b) Calcular el gasto metabólico del paciente. c) Establecer el perfil calórico de la dieta. d) Establecer el perfil calórico de los repartos diarios. e) Calcular los intercambios de alimentos. f) Elaborar la tabla de intercambios.

Fuente Propia de la Investigación

2.2.2.9 Definiciones

1. **Antropometría:** Cálculos operados con medidas corporales.
2. **Caloría:** Unidad de valor energético de los alimentos.
3. **CH (Carbohidrato):** Alimentos con mayor contenido en carbohidratos en su composición. Lácteos, harina, pan, cereales, legumbres, vegetales, frutas y verduras.
4. **Colación:** Comida ligera de la media mañana y la media tarde.
5. **Equivalencia:** El concepto alimento equivalente se define como aquella porción o ración de alimento cuyo aporte nutrimental es similar a los de su mismo grupo en calidad y en cantidad, lo que permite que puedan ser intercambiables entre sí.
6. **Farináceos:** Grupo de alimento al que pertenecen los cereales, harina, pan, patatas, legumbres y otros carbohidratos con almidón.
7. **Gasto metabólico:** Es la energía que necesita el organismo para realizar sus funciones. El gasto metabólico basal es la energía requerida por los órganos, tejidos y sistemas para realizar sus funciones vitales.
8. **Grasas:** Grupo de alimentos con mayor contenido graso en su composición: aceites, margarinas, aceitunas, mayonesa, frutos secos.
9. **Indicadores antropométricos:** Valores numéricos resultantes al calcular IMC, ICC, ICT, IAV, %G, MLG, Complexión corporal.
10. **Intercambio:** Un porción de alimento en cuya composición contiene de diez gramos a quince gramos (10-15g) de un determinado macronutriente.
11. **Lácteos:** Grupo de alimentos perteneciente a los carbohidratos compuestos por derivados de la leche básicamente yogurt y leche. El queso no se incluye en este grupo ya que al ser procesado su contenido en proteínas aumenta superando el contenido de carbohidratos.
12. **Macronutriente:** Nutrientes energéticos: Carbohidratos, proteínas y grasas.
13. **Medidas Antropométricas:** Corresponden al peso, talla, cintura, cadera, muñeca, cuello, bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco.
14. **Metabolismo:** Reacciones químicas que se producen en las células del cuerpo para convertir los alimentos en energía.

15. **Perfil calórico:** El perfil calórico de una dieta está relacionado con el rango aceptable de distribución de los macronutrientes en dicha dieta.
16. **Perfil lipídico:** resultado de las analíticas de colesterol HDL y triglicéridos.
17. **Proteínas:** Grupo de alimentos con mayor contenido en proteínas en su composición: Carne, huevos, pescado, queso.
18. **Puntos de Corte:** Estándares utilizados para identificar el nivel de obesidad y riesgo metabólico.
19. **Reparto:** El reparto calórico es la proporción en que las calorías de la dieta se distribuyen entre las diferentes comidas a lo largo del día.
20. **Termogénesis:** Energía que el organismo requiere para digerir, absorber y metabolizar los nutrientes.

2.2.2.10 Acrónimos y Abreviaturas

- **CC:** Circunferencia de la cintura
- **CCu:** Circunferencia del Cuello
- **DC:** Densidad corporal.
- **FA:** Factor de Actividad.
- **GMB:** Gasto Metabólico Basal.
- **GMT:** Gasto metabólico total.
- **HDL:** Colesterol de alta densidad.
- **IAV:** Índice de Adiposidad Visceral.
- **IMC:** Índice de Masa Corporal.
- **ICC:** Índice de cintura cadera.
- **ICT:** Índice de cintura talla.
- **MLG:** Masa libre de grasa.
- **RF:** Requisito funcional.
- **TA:** Termogénesis alimentaria.
- **(%G):** Porcentaje de masa grasa.

2.2.2.11 Requisitos Funcionales

Tabla 10: Requerimientos Funcionales

[SRS-11] Número del requisito	RF1
Nombre	Registrar Paciente
Descripción	El sistema permitirá al recepcionista introducir los datos generales del paciente al sistema. El sistema permitirá la registración de nuevos pacientes, así como la consulta y/o modificación de registros ya existentes guardando los datos en el archivo maestro de pacientes.
Número del requisito	RF2
Nombre	Calcular Antropometría
Descripción	<p>a) El sistema permitirá, de manera fácil e intuitiva, el registro de las medidas antropométricas del paciente que serán introducidas por el nutricionista. Las medidas serán: peso, talla, circunferencias de cuello, muñeca, cintura; las medidas de los pliegues cutáneos bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco y las analíticas de colesterol HDL y triglicéridos.</p> <p>b) El sistema automatizará con minuciosa exactitud las fórmulas indicadas en el marco teórico de este proyecto para calcular los siguientes indicadores antropométricos : %G, MLG, Complejión corporal, IMC, ICC, ICT, IAV. Los cálculos deben ejecutarse siguiendo a pie de la letra la lógica matemática reflejada en estas fórmulas.</p> <p>c) El sistema tendrá la capacidad de manejar las diferentes tablas de puntos de corte plasmadas en este proyecto para valorar con exactitud los resultados de las medidas y cálculos antropométricos realizados.</p>
Número del requisito	RF3
Nombre	Calcular Gasto Metabólico
Descripción	<p>El sistema implementará el siguiente proceso para calcular el gasto metabólico total del paciente (GMT) :</p> <p>a) Utilizará la fórmula de Harris and Benedict para calcular el gasto metabólico basal (GMB) del paciente.</p> $GMB \text{ hombres} = 66,4 + (13,7 \times \text{peso en kg}) + (5 \times \text{altura en cm}) - (6,8 \times \text{edad})$ $GMB \text{ mujeres} = 655 + (9,6 \times \text{peso en kg}) + (1,8 \times \text{altura en cm}) - (4,7 \times \text{edad})$ <p>b) Calculará la termogénesis alimentaria (TA) equivalente a un 10% del GMB.</p> <p>c) Permitirá al nutricionista registrar el factor de actividad (FA).</p> <p>d) El sistema calculará el gasto metabólico total (GMT) implementando la siguiente fórmula:</p> $GMT = (GMB + TA) \times FA$
Número del requisito	RF4
Nombre	Calcular el Perfil Calórico de la dieta
Descripción	<p>Para calcular el perfil calórico de la dieta, el sistema permitirá al nutricionista la selección del tipo de dieta y la selección de los porcentajes de macronutrientes en los rangos siguientes:</p> <p>Carbohidratos: 50-60%</p> <p>Proteínas :10-15%</p>

	<p>Grasas: 30-35%</p> <p>En base a la selección del nutricionista el sistema realizará las siguientes operaciones:</p> <p>a) Calculará las calorías de la dieta utilizando la siguiente fórmula: Para dieta hipocalórica: Calorías = (GMT- 500) Dieta normo calórica: Calorías = GMT Dieta hipercalórica: Calorías = GMT+500</p> <p>El nutricionista tendrá la opción de modificar las calorías mostradas por el sistema de acuerdo con sus criterios.</p> <p>b) Calculará las calorías correspondientes a cada macronutriente: Carbohidratos: 50-60% Proteínas :10-15% Grasas: 30-35%</p> <p>c) Redistribuirá las calorías de los carbohidratos entre sus cuatro subdivisiones de acuerdo con los siguientes estándares: Lácteos = 10% Frutas = 20% Verduras= 10% Farináceos = 60%</p>
Número del requisito	RF5
Nombre	Calcular los repartos diarios e Intercambios
Descripción	<p>El sistema permitirá al nutricionista la selección de los porcentajes de reparto de las ingestas diarias dentro de los rangos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Repartos del desayuno: 20-25% • Repartos media mañana 10% • Repartos almuerzo 35-40% • Repartos media tarde 10% • Repartos cena 20-25% <p>El sistema tendrá la capacidad de utilizar los porcentajes introducidos por el nutricionista para realizar las siguientes operaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribuir las calorías totales entre las cinco ingestas. • Distribuir las calorías de cada ingesta entre los seis grupos de alimentos. • Convertir las calorías a intercambios.
Número del Requisito	RF6
Nombre	Elaborar Tabla de Intercambios y organizar la dieta
Descripción	<p>El sistema permitirá al nutricionista verificar y corregir si es necesario los intercambios calculados por el sistemas.</p> <p>El sistema producirá la tabla de intercambios que el nutricionista entregará al paciente para ser utilizada con la tabla de equivalencias de alimentos reales.</p>

Fuente Propia de la Investigación

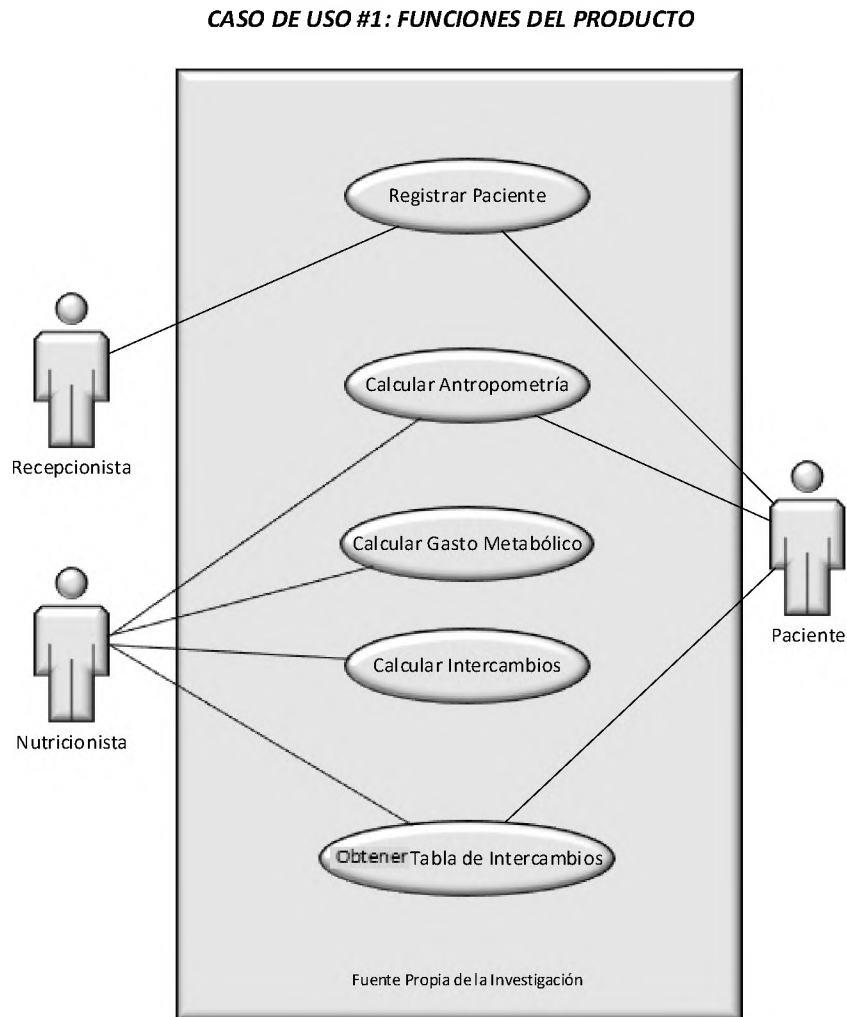
2.2.2.12 Requisitos no Funcionales

- **Fiabilidad:** La interfaz de uso del sistema deberá ser sencilla y contener el lenguaje característico de la nutrición para facilitar la comprensión del usuario.

- **Disponibilidad:** El sistema deberá estar disponible las 24 horas del día los 7 días de la semana.
- **Seguridad:** El sistema deberá tener controles que permitan el acceso a la información al personal autorizado.
- **Mantenimiento:** El sistema deberá permitir la actualización de la información de manera fácil y con el menor esfuerzo posible.

2.2.2.13 Casos de Uso

Figura 6: Casos de Uso Descripción General del Producto



Identificador: CU#1

Caso de Uso: Funciones del Producto

Actores:

Paciente: Solicita una cita.

Recepcionista: Registra los datos del paciente en el sistema.

Nutricionista: Realiza los calculos antropométricos, metabólicos, perfiles calóricos e intercambios.

Referencia: Análisis de Requisitos/Funciones del Producto.

Precondición: El paciente solicita una cita.

Poscondición: El paciente obtiene una dieta.

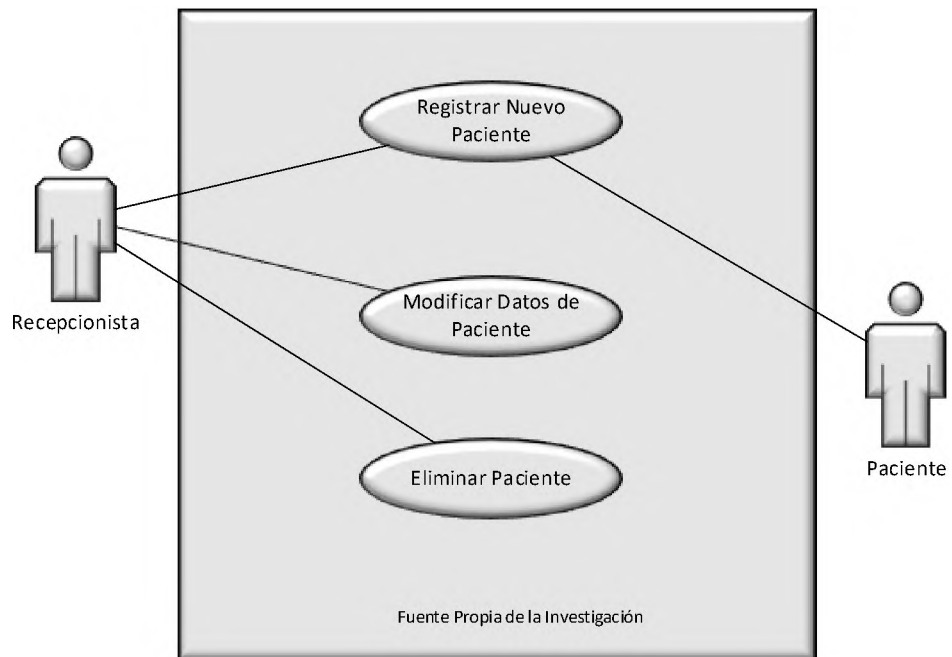
Propósito: Mostrar el funcionamiento general del sistema.

Resúmen: El paciente solicita una cita, el recepcionista registra los datos generales del paciente en el sistema, el nutricionista realiza los cálculos involucrados en la realización de la dieta utilizando las facilidades del sistema.

Nota: Se ha considerado incluir al paciente en este diagrama de casos de uso debido a la facilidad brindada por el sistema propuesto. Se propone un sistema amigable y flexible, en el que el paciente pueda introducir por sí mismo sus datos en caso de que sea necesario..

Figura 7: Casos de Uso Registrar Datos Básicos del Paciente

CASO DE USO #2: REGISTRAR DATOS BÁSICOS DEL PACIENTE



Identificador: CU#2
Caso de Uso: Registrar Paciente
Actores:

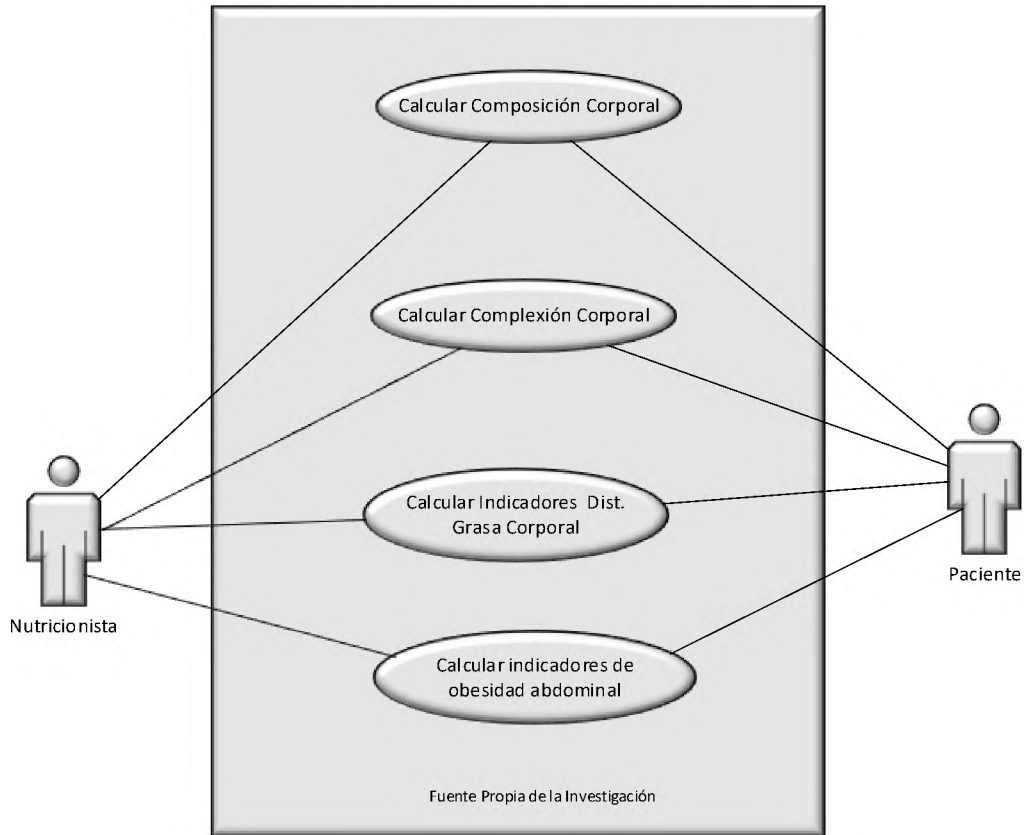
*Paciente: Solicita una cita y proporciona sus datos generales.
Recepcionista: Registra los datos del paciente en el sistema.*

Referencia: Requisito Funcional #1.
Precondición: El paciente solicita una cita y proporciona sus datos
Poscondición: Tomar medidas antropométricas..
Propósito: Descripción de alto nivel del flujo básico de registro de pacientes..
Resúmen: El paciente solicita una cita, el recepcionista registra los datos generales del paciente en el sistema, el realiza los cálculos involucrados en la realización de la dieta.

Nota: Se ha considerado incluir al paciente en este diagrama de casos de uso debido a la facilidad brindada por el sistema propuesto. Se propone un sistema amigable y flexible, en el que el paciente pueda introducir por sí mismo sus datos en caso de que sea necesario..

Figura 8: Casos de Uso Calcular Antropometría

CASO DE USO#3: CALCULAR ANTROPOMETRIA



Identificador:

CU#3

Caso de Uso:

Calcular Antropometría

Actores:

Paciente: Proporciona sus medidas antropométricas..

Nutricionista: Toma las medidas antropométricas al paciente y las registra en el sistema.

Referencia:

Requisito Funcional #2.

Precondición:

Registrar al paciente.

Poscondición:

El sistema calculará los indicadores antropométricos y sus puntos de corte.que brindarán información al nutricionista para determinar el tipo de dieta a realizar.

Propósito:

Descripción de alto nivel del flujo básico del proceso de cálculos antropométricos.

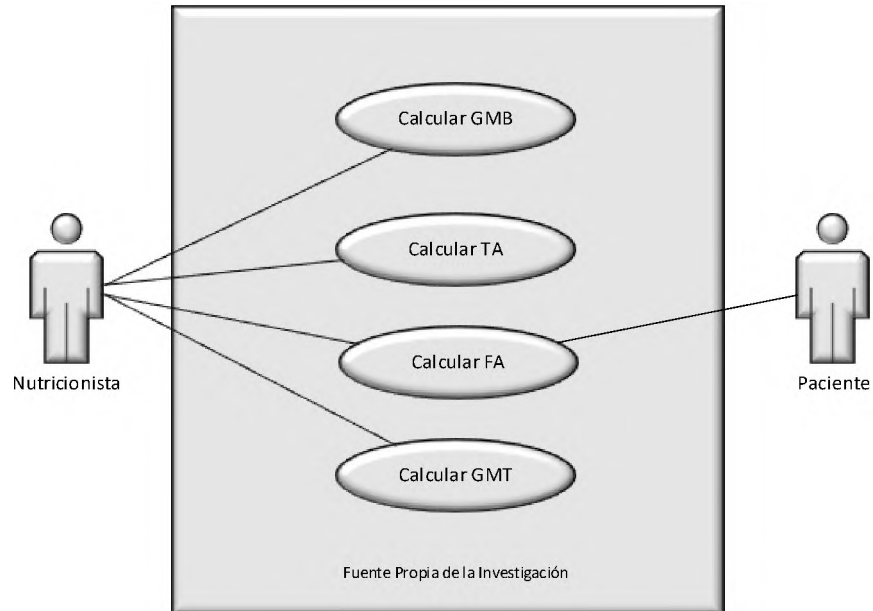
Resumen:

El nutricionista toma las medidas antropométricas del paciente y las registra en el sistema el cual realiza los cálculos antropométricos y sus puntos de corte.

Nota: Se ha considerado incluir al paciente en este diagrama de casos de uso debido a la facilidad brindada por el sistema propuesto. Se propone un sistema amigable y flexible, en el que el paciente pueda introducir por sí mismo sus datos en caso de que sea necesario..

Figura 9: Casos de Uso Calcular Gasto Metabólico

CASO DE USO#4: CALCULAR GASTO METABOLICO



Identificador:

CU#4

Caso de Uso:

Calcular Gasto Metabólico

Actores:

Paciente: Proporciona información sobre su FA.

Nutricionista: Determina el FA y lo introduce al sistema.

Referencia:

Requisito Funcional #3.

Precondición:

Registrar datos generales del paciente y medidas antropométricas.

Poscondición:

El sistema calculará el GMB, TA y GMT. El GMT se utiliza como base para determinar las calorías de la dieta.

Propósito:

Descripción de alto nivel del flujo básico del proceso de cálculo del gasto metabólico..

Resumen:

El nutricionista determina el factor de actividad del paciente y lo registra en el sistema el cual realiza los cálculos metabólicos.

Abreviaciones:

GMB: Gasto metabólico basal.

FA: Factor de actividad.

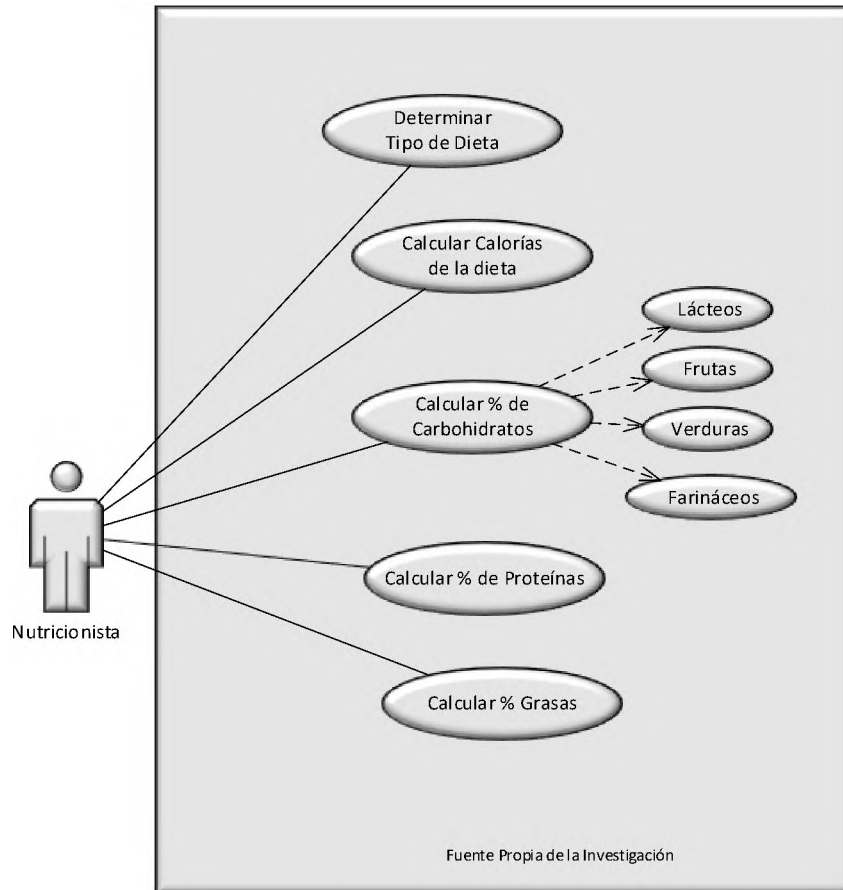
TA: Termogénesis alimentaria.

GMT: Gasto metabólico total.

Nota: Se ha considerado incluir al paciente en este diagrama de casos de uso debido a la facilidad brindada por el sistema propuesto. Se propone un sistema amigable y flexible, en el que el paciente pueda introducir por sí mismo sus datos en caso de que sea necesario..

Figura 10: Casos de Uso Perfil Calórico

CASO DE USO#5: CALCULAR PERFIL CALORICO



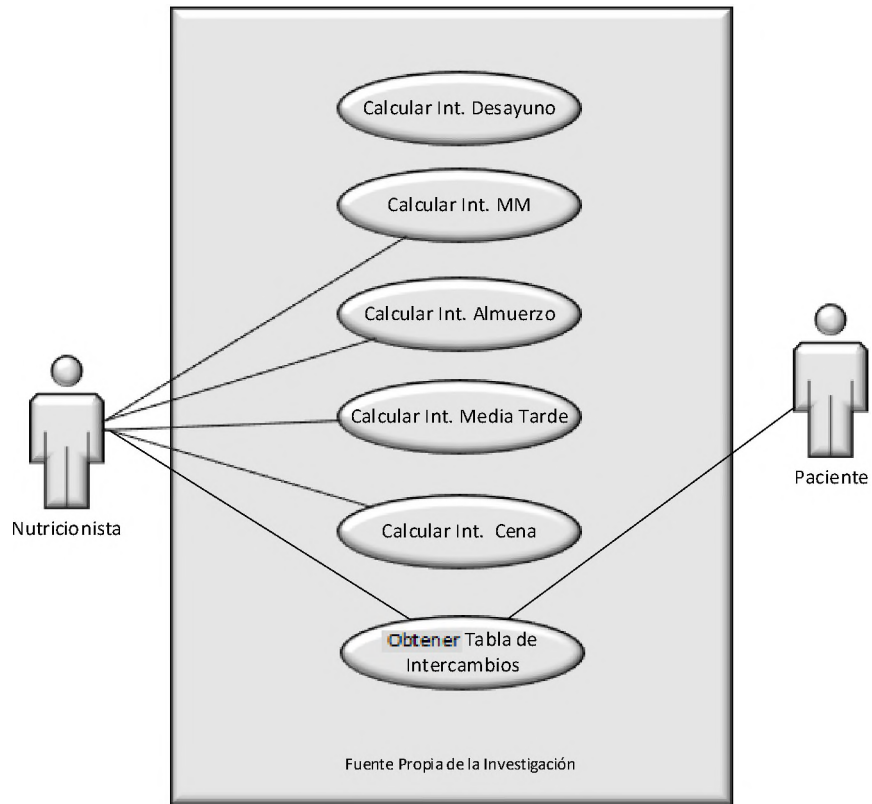
Identificador: CU#5
Caso de Uso: Calcular Perfil Calórico
Actores:

Nutricionista: Selecciona el tipo de dieta y lo introduce al sistema
Valida y corrige las calorías de la dieta calculadas por el sistema.
Introduce los porcentajes de macronutrientes.

Referencia: Requisito Funcional #4..
Precondición: Calcular antropometría (CU#3) y calcular gasto metabólico CU#4).
Poscondición: Cálculo de intercambios.
Propósito: Descripción de alto nivel del flujo básico del proceso de calculo perfiles calóricos de la dieta.
Resúmen: El nutricionista selecciona el tipo de dieta, el sistema calcula las calorías de la dieta. El nutricionista valida y corrige las calorías de la dieta. El nutricionista introduce los porcentajes de macronutrientes. El sistema distribuye las calorías de la dieta entre los diferentes grupos de alimentos de acuerdo a los porcentajes introducidos por el nutricionista.

Figura 11: Casos de Uso Calcular Intercambios

CASO DE USO#6: CALCULAR INTERCAMBIOS



Identificador: CU#6
Caso de Uso: Calcular Intercambios.
Actores:

*Nutricionista: Introduce los porcentajes de las diferentes ingestas.
El nutricionista valida y corrige la tabla de intercambios.*

Referencia: Requisito Funcional #5 y #6
Precondición: Perfil calórico de la dieta (CU#5)
Poscondición: Producción de la dieta
Propósito: Descripción de alto nivel del flujo básico del proceso de cálculo de los intercambios de la dieta.
Resumen: El nutricionista introduce los porcentajes de las diferentes ingestas.
El sistema distribuye las calorías de la dieta entre las diferentes ingestas.
El sistema divide las calorías de cada ingesta entre los diferentes grupos de alimento de acuerdo a los porcentajes establecidos.
El sistema convierte a intercambios las calorías de cada grupo de alimento perteneciente a cada una de las ingestas.

2.2.3 Diccionario de Datos

Esta sección contendrá una descripción de los datos utilizados en el sistema así como los flujos de datos, los procesos y los almacenes de datos.

2.2.3.1 Almacenes y Datos

Tabla 11: Diccionario de Datos Tabla de Pacientes

Tabla: Paciente				
Almacena los datos generales de los pacientes.				
CAMPO	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCIÓN	NULO
<i>id_paciente</i>	<i>int</i>	4	<i>Campo clave</i>	<i>no</i>
<i>fecha_reg</i>	<i>date</i>	8	<i>Fecha de registro</i>	<i>no</i>
<i>nombre</i>	<i>varchar</i>	45	<i>Nombres y apellidos del paciente</i>	<i>no</i>
<i>direccion</i>	<i>varchar</i>	45	<i>Dirección completa del paciente</i>	<i>no</i>
<i>telefono</i>	<i>varchar</i>	14	<i>Teléfono</i>	<i>no</i>
<i>genero</i>	<i>char</i>	1	<i>"M" o "F"</i>	<i>no</i>
<i>fecha_nacimiento</i>	<i>date</i>	8	<i>Fecha de nacimiento del paciente</i>	<i>no</i>
Tabla: Medidas				
Almacena las medidas del paciente y el factor de actividad				
CAMPO	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCIÓN	NULO
<i>id_mediciones</i>	<i>int</i>	4	<i>Campo clave</i>	<i>no</i>
<i>Fecha</i>	<i>date</i>	8	<i>Fecha de las mediciones</i>	<i>no</i>
<i>Peso</i>	<i>float</i>	7	<i>Peso en kilogramos</i>	<i>no</i>
<i>Talla</i>	<i>float</i>	7	<i>Talla en centímetros</i>	<i>no</i>
<i>Cuello</i>	<i>float</i>	7	<i>Perímetro del cuello en cent.</i>	<i>no</i>
<i>Cintura</i>	<i>float</i>	7	<i>Perímetro de la cintura en cent.</i>	<i>no</i>
<i>cadera</i>	<i>float</i>	7	<i>Perímetro de la cadera en cent.</i>	<i>no</i>
<i>muñeca</i>	<i>float</i>	7	<i>Perímetro de la muñeca en cent.</i>	<i>no</i>
<i>biceps</i>	<i>float</i>	7	<i>Pliegue cutáneo de biceps en mm</i>	<i>no</i>
<i>triceps</i>	<i>float</i>	7	<i>Pliegue cutáneo triceps en mm</i>	<i>no</i>
<i>subescapular</i>	<i>float</i>	7	<i>Pliegue subescapular en mm</i>	<i>no</i>
<i>suprailiaco</i>	<i>float</i>	7	<i>Pliegue suprailiaco en mm</i>	<i>no</i>
<i>colesterol</i>	<i>float</i>	7	<i>Analítica de colesterol HDL</i>	<i>no</i>
<i>trigliceridos</i>	<i>float</i>	7	<i>Analítica de triglicéridos</i>	<i>no</i>
<i>FA</i>	<i>float</i>	7	<i>Factor de actividad</i>	<i>no</i>
<i>id_paciente</i>	<i>int</i>	4	<i>Clave secundaria</i>	<i>no</i>
Tabla: Perfiles				
Almacena el tipo de dieta, las calorías totales y los porcentajes calóricos de macronutrientes e ingestas diarias.				

CAMPO	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCIÓN	NULO
<i>id_perfil</i>	<i>int</i>	4	<i>Campo clave</i>	<i>no</i>
<i>fecha</i>	<i>date</i>	8	<i>Fecha actual de perfiles</i>	<i>no</i>
<i>calorias</i>	<i>float</i>	7	<i>Calorías de la dieta</i>	<i>no</i>
<i>tipo</i>	<i>varchar</i>	10	<i>Tipo de dieta</i>	<i>no</i>
<i>carbos</i>	<i>float</i>	7	<i>Calorías de carbohidratos</i>	<i>no</i>
<i>proteinas</i>	<i>float</i>	7	<i>Calorías de proteínas</i>	<i>no</i>
<i>grasas</i>	<i>float</i>	7	<i>Calorías de grasas</i>	<i>no</i>
<i>desayuno</i>	<i>float</i>	7	<i>calorías del desayuno</i>	<i>no</i>
<i>mediaM</i>	<i>float</i>	7	<i>Calorías de la media mañana</i>	<i>no</i>
<i>almuerzo</i>	<i>float</i>	7	<i>Calorías del almuerzo</i>	<i>no</i>
<i>mediaT</i>	<i>float</i>	7	<i>Calorías de la media tarde</i>	<i>no</i>
<i>cena</i>	<i>float</i>	7	<i>Calorías de la cena</i>	<i>no</i>
<i>id_mediciones</i>	<i>int</i>	4	<i>Clave secundaria</i>	<i>no</i>
<i>Tabla: Intercambios</i>				
<i>Almacena los intercambios de cada ingesta por grupo de alimento.</i>				
CAMPO	TIPO	LONGITUD	DESCRIPCIÓN	NULO
<i>id_dieta</i>	<i>int(4)</i>	4	<i>Campo clave</i>	<i>no</i>
<i>fecha</i>	<i>date</i>	8	<i>Fecha de la dieta</i>	<i>no</i>
<i>des_lacteo</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambio de lácteos del desayuno</i>	<i>si</i>
<i>des_fruta</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de frutas del desayuno</i>	<i>si</i>
<i>des_verdura</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de verduras del desayuno</i>	<i>si</i>
<i>des_farinac</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de farináceos del desayuno</i>	<i>si</i>
<i>des_proteina</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de proteínas del desayuno</i>	<i>si</i>
<i>des_grasa</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de grasas del desayuno</i>	<i>si</i>
<i>mm_lacteo</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambio de lácteos de la media mañana</i>	<i>si</i>
<i>mm_fruta</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de frutas de la media mañana</i>	<i>si</i>
<i>mm_verdura</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de verduras la media mañana</i>	<i>si</i>
<i>mm_farinac</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de farináceos la media mañana</i>	<i>si</i>
<i>mm_proteina</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de proteínas la media mañana</i>	<i>si</i>
<i>mm_grasa</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de grasas de la media mañana</i>	<i>si</i>
<i>alm_lacteo</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambio de lácteos del almuerzo</i>	<i>si</i>
<i>alm_fruta</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de frutas del almuerzo</i>	<i>si</i>
<i>alm_verdura</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de verduras del almuerzo</i>	<i>si</i>
<i>alm_farinac</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de farináceos del almuerzo</i>	<i>si</i>
<i>alm_proteina</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de proteínas del almuerzo</i>	<i>si</i>
<i>alm_grasa</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de grasas del almuerzo</i>	<i>si</i>

<i>mt_lacteo</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambio de lácteos de media tarde</i>	<i>si</i>
<i>mt_fruta</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de frutas de media tarde</i>	<i>si</i>
<i>mt_verdura</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de verduras de media tarde</i>	<i>si</i>
<i>mt_farinac</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de farináceos de media tarde</i>	<i>si</i>
<i>mt_proteina</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de proteínas de media tarde</i>	<i>si</i>
<i>mt_grasa</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de grasas de media tarde</i>	<i>si</i>
<i>cen_lacteo</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambio de lácteos de la cena</i>	<i>si</i>
<i>cen_fruta</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de frutas de la cena</i>	<i>si</i>
<i>cen_verdura</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de verduras de la cena</i>	<i>si</i>
<i>cen_farinac</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de farináceos de la cena</i>	<i>si</i>
<i>cen_proteina</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de proteínas de la cena</i>	<i>si</i>
<i>cen_grasa</i>	<i>float</i>	7	<i>Intercambios de grasas de la cena</i>	<i>si</i>
<i>id_perfil</i>	<i>int(4)</i>	7	<i>Clave secundaria</i>	<i>no</i>
<i>id_paciente</i>	<i>int(4)</i>	7	<i>Clave secundaria</i>	<i>no</i>

Fuente propia de la investigación

2.2.3.2 Flujos de Datos

Tabla 12: DD/ Flujos de Datos

	Flujo	Datos
1	<u>Calorías alm:</u>	acal_lacteos+ acal_fruas+ acal_verduras+ acal_farinac acal_Proteínas+ acal_grasas.
2	<u>Calorías cena:</u>	ccal_lacteos+ ccal_fruas+ ccal_verduras+ ccal_farinac ccal_Proteínas+ cal_grasas
3	<u>Calorías des:</u>	dcal_lacteos+ dcal_fruas+ dcal_verduras+ dcal_farinac dcal_Proteínas+ dcal_grasas.
4	<u>Calorías MM:</u>	mcal_lacteos+ mcal_fruas+ mcal_verduras+ mcal_farinac mcal_Proteínas+ mcal_grasas.
5	<u>Calorías MT:</u>	tcal_lacteos+ tcal_fruas+ tcal_verduras+ tcal_farinac tcal_Proteínas+ tcal_grasas.
6	<u>Datos paciente:</u>	Nombre + dirección + teléfono+ género + fecha de nacimiento
7	<u>Dieta:</u>	Datos del paciente e intercambios.
8	<u>Evaluación antropométrica:</u>	%G+ MLG+ complejión corporal+ IMC+ ICC+ Ccu+ CC+ ICT+ IAV+ valoración %G+ valoración MLG+ valoración complejión corporal+ valoración IMC+ valoración ICC+ valoración Ccu+ valoración CC+ valoración ICT+ valoración IAV.
9	<u>Factor de actividad:</u>	FA

10	<u>Gasto metabólico:</u>	GMT
11	<u>Int alm:</u>	alm_lácteos+ alm_frutas+ alm_verduras+ alm_farináceos+ alm_proteínas alm_grasas
12	<u>Int cena:</u>	cen_lácteos+ cen_frutas+ cen_verduras+ cen_farináceos+ cen_proteínas y cen_grasas.
13	<u>Int des:</u>	des_lácteos+ des_frutas+ des_verduras+des_farináceos+ des_proteínas
14	<u>Int MM:</u>	mm_lácteos+ mm_frutas+ mm_verduras+ mm_farináceos+ mm_proteínas mm_grasas.
15	<u>Int MT:</u>	<u>mt:</u> mt_lácteos+ mt_frutas+ mt_verduras+ mt_farináceos+ mt_proteínas mt_grasas
16	<u>Intercambios:</u>	Int_des+ int_MM+ int_alm+ intMT+ int_cena.
17	<u>Medidas:</u>	peso+ talla+ cintura+ cadera+ muñeca+ bíceps+ tríceps+ subescapular+ suprailíaco+ colesterol y triglicéridos.
18	<u>Perfil calórico:</u>	tipo de dieta+ calorías de la dieta+ cabos+ proteínas+ grasas+ desayuno+ mediaM+ almuerzo+ media+ cena.

Fuente Propia de la Investigación

2.2.3.3 Procesos

Proceso #1. Registrar pacientes.

P1.1 Registrar datos del paciente.

P1.2 Modificar datos del paciente

P1.3 Eliminar datos del paciente.

Proceso #2- calcular antropometría.

P2.1 Calcular Composición Corporal

P2.2 Calcular Complejión Corporal

P2.3 Calcular indicadores de distribución de la grasa corporal.

P2.4 Calcular los indicadores de obesidad abdominal.

P2.5 Determinar puntos de corte

Proceso #3- calcular gasto metabólico.

P3.1 Calcular el gasto metabólico basal

P3.2 Calcular termogénesis alimentaria

- P3.3 Calcular Factor de Actividad
- P3.4 Calcular gasto metabólico total

Proceso #4- Calcular Perfil Calórico de la Dieta

- P4.1 Determinar tipo de dieta
- P4.2 Calcular calorías de la dieta
- P4.3 Calcular Porcentaje de carbohidratos y sus grupos
- P4.4 Calcular Porcentaje de Proteínas
- P4.5 Calcular Porcentaje de grasas

Proceso #5-calcular Intercambios.

- P4.1 Calcular Repartos diarios
- P4.2 Calcular Int. Desayuno
- P4.3 Calcular int. Media M.
- P4.4 Calcular int. almuerzo
- P4.5 Calcular int. Media T.
- P4.6 Calcular int. cena

Proceso #6.- Elaborar Tabla de Intercambios.

- P5.1 Verificar intercambios del desayuno.
- P5.2 Verificar intercambios de la media mañana
- P5.3 Verificar intercambios del almuerzo
- P5.4 Verificar intercambios de la media tarde
- P5.5 Verificar intercambios de la cena

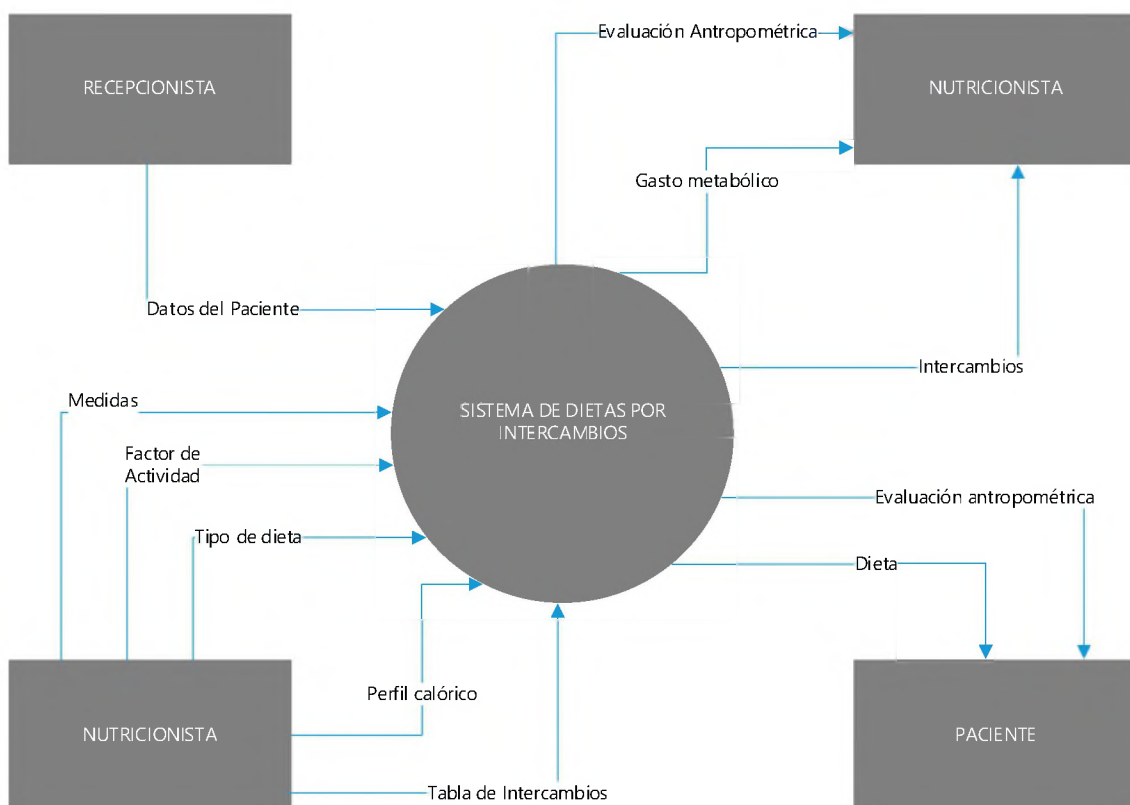
2.2.4 Diagramas de Flujo de Datos.

Este apartado contiene los diagramas de flujo de datos en sus diferentes niveles:

Diagrama de contexto, diagrama de nivel 1 y diagramas de detalle.

2.2.4.1 Diagrama de Contexto

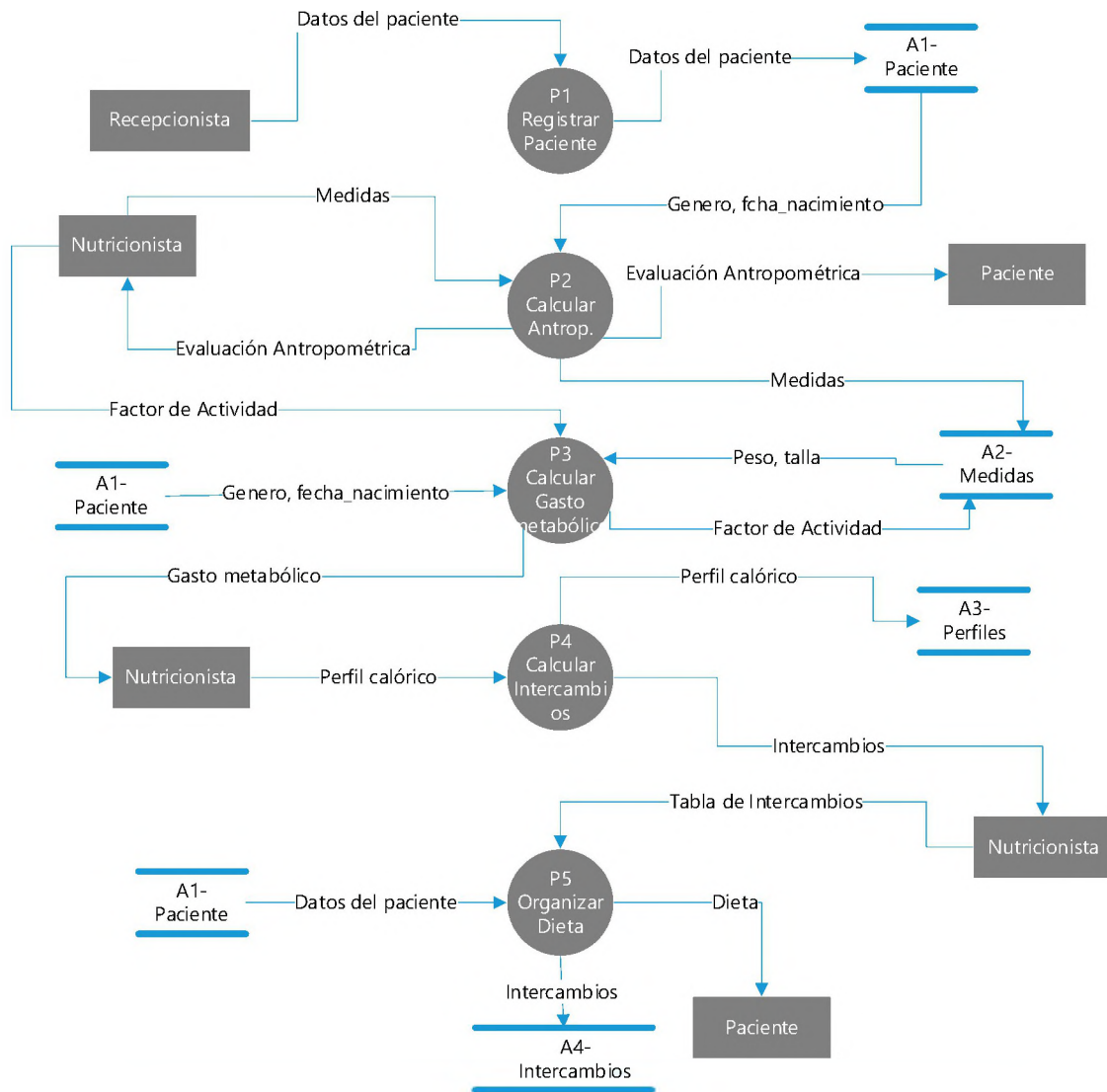
Figura 12: Diagrama de Contexto



Fuente Propia de la Investigación

2.2.4.2 Diagrama Nivel 1

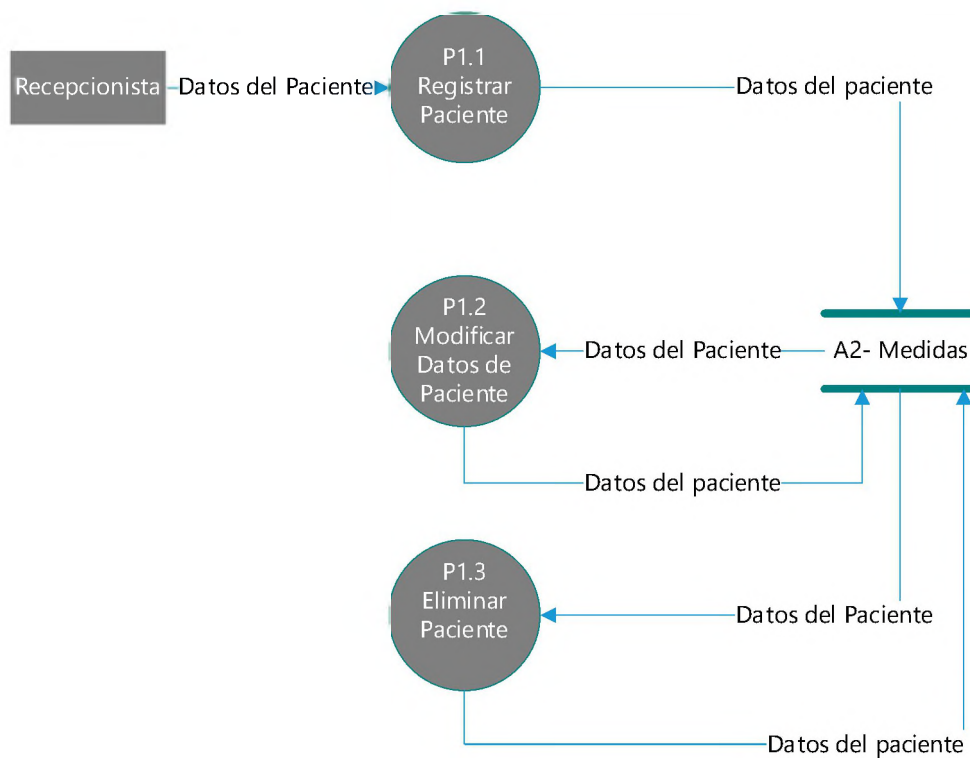
Figura 13: DFD Nivel 1



Fuente Propia de la Investigación

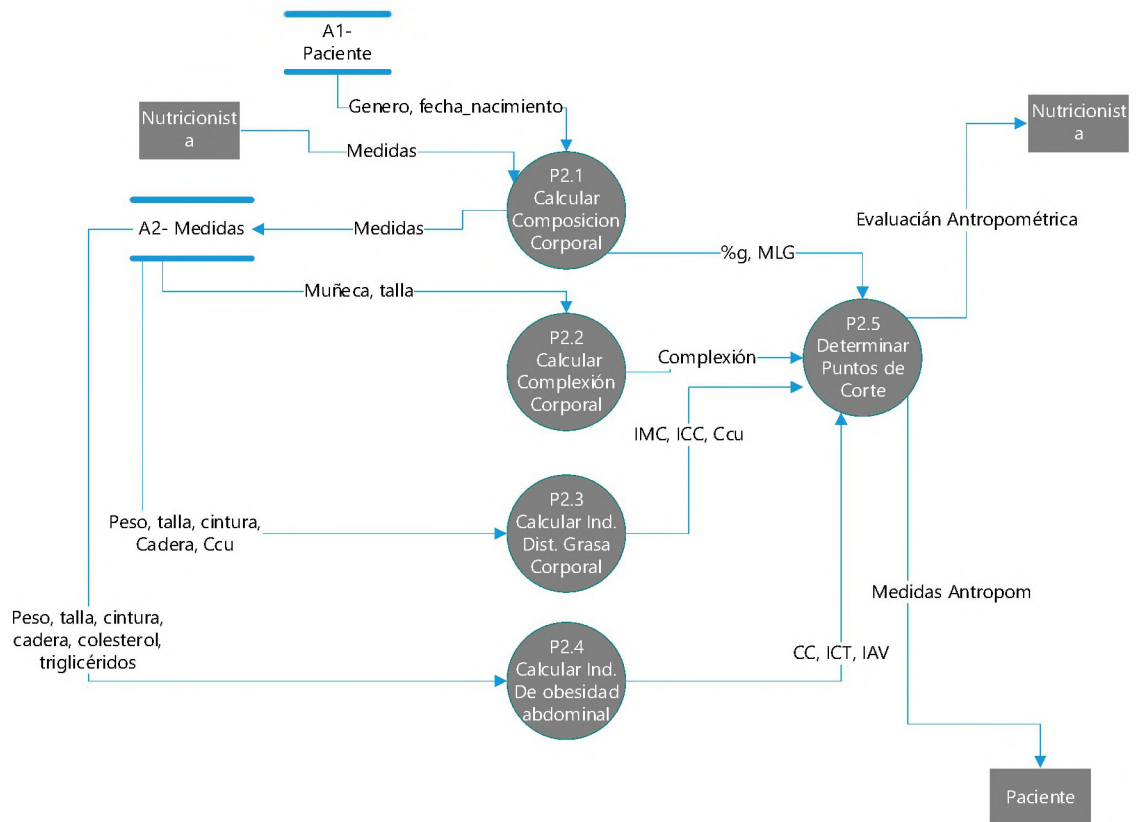
2.2.4.3 Diagramas de Detalle

Figura 14: DFD Nivel 2: Registrar Paciente



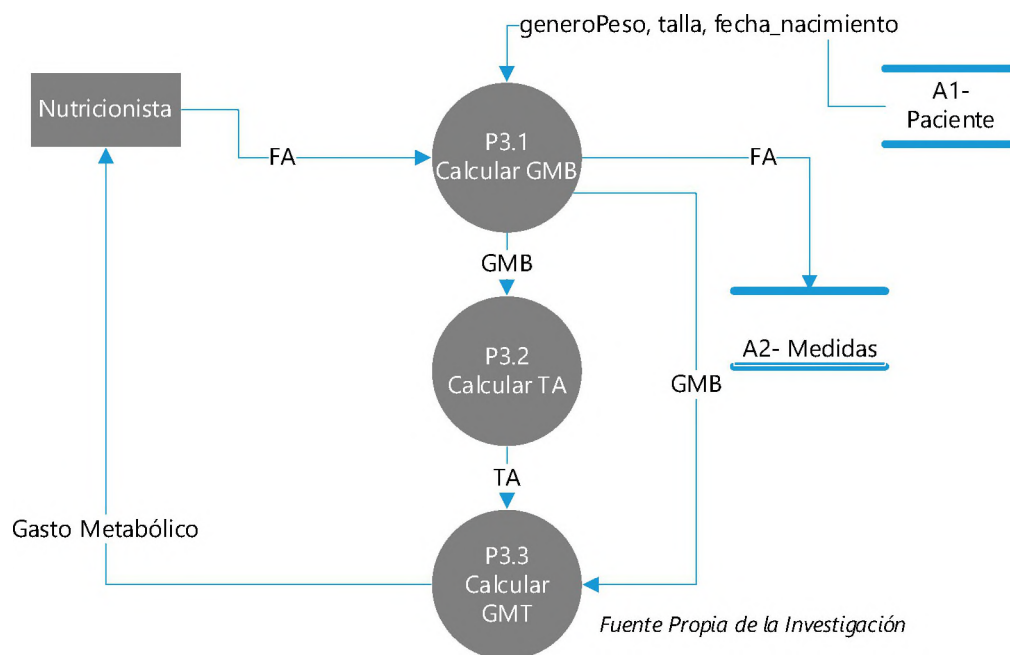
Fuente Propia de la Investigación

Figura 15: DFD Nivel 2: Calcular Antropometría



Fuente Propia de la Investigación

Figura 16: DFD Nivel 2: Calcular Gasto Metabólico



Fuente Propia de la Investigación

Figura 17: DFD Nivel 2: Calcular Intercambios

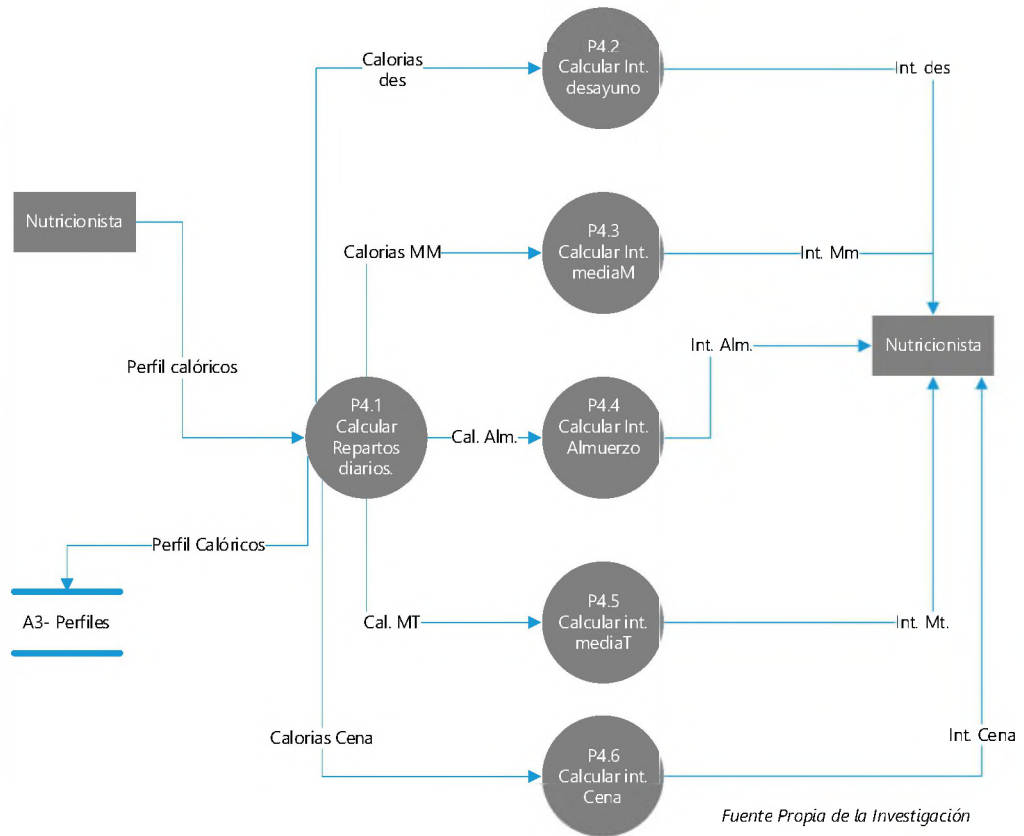
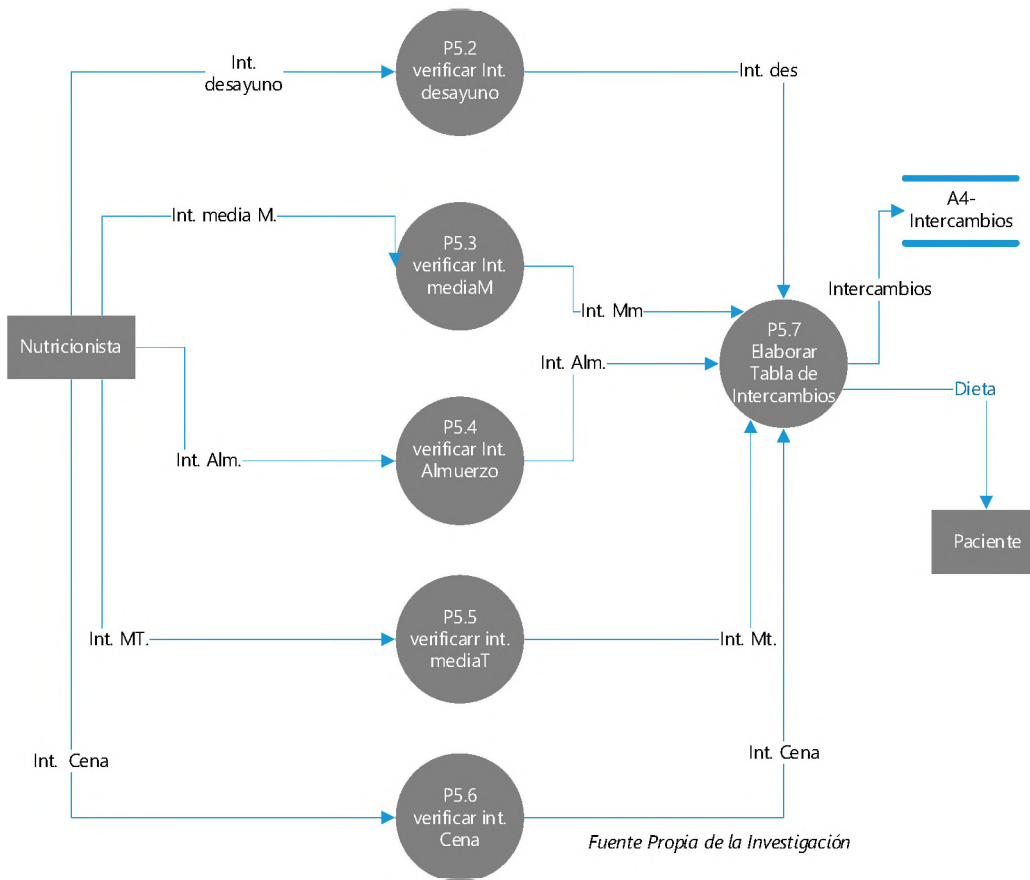


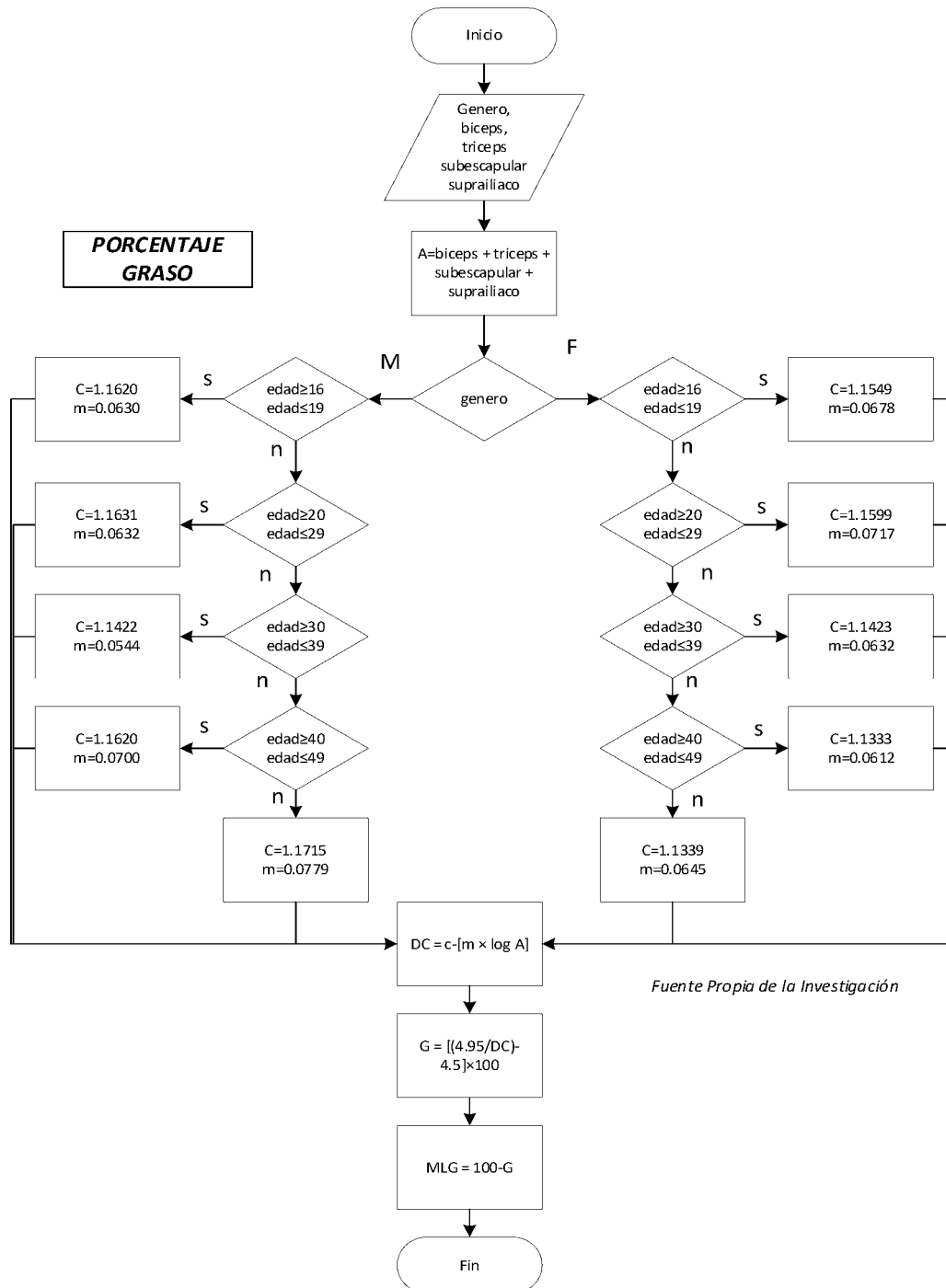
Figura 18: DFD Nivel 2: Elaborar Tabla de Intercambios



2.2.5 Diagramas de Flujo (Flujogramas)

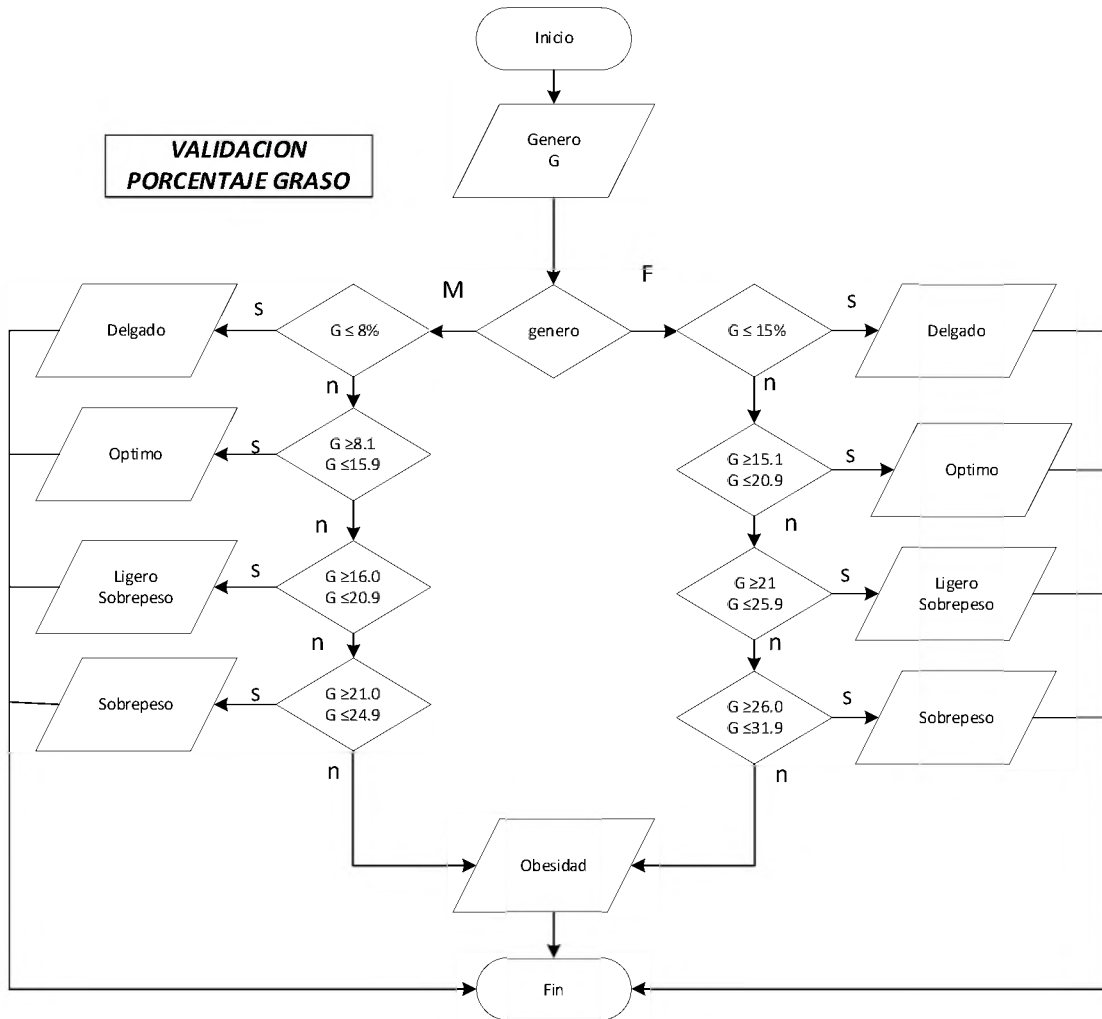
2.2.5.1 Flujogramas de Cálculos Antropométricos

Figura 19: Porcentaje Graso y Masa Libre de Grasa (Flujograma)



FLUJOGRAMA #1. Flujograma que calcula el porcentaje graso (G) y la masa libre de grasa (MLG) utilizando la densidad corporal (DC) y los valores de c y m de acuerdo a la ecuación de Durnim & Womersley. Las entradas son el género y los pliegues cutáneos de biceps, triceps, subescapular y suprailiaco. "A" es una variable definida para almacenar la sumatoria de los pliegues. (Referencia: Requisito funcional #2: Calcular Antropometría).

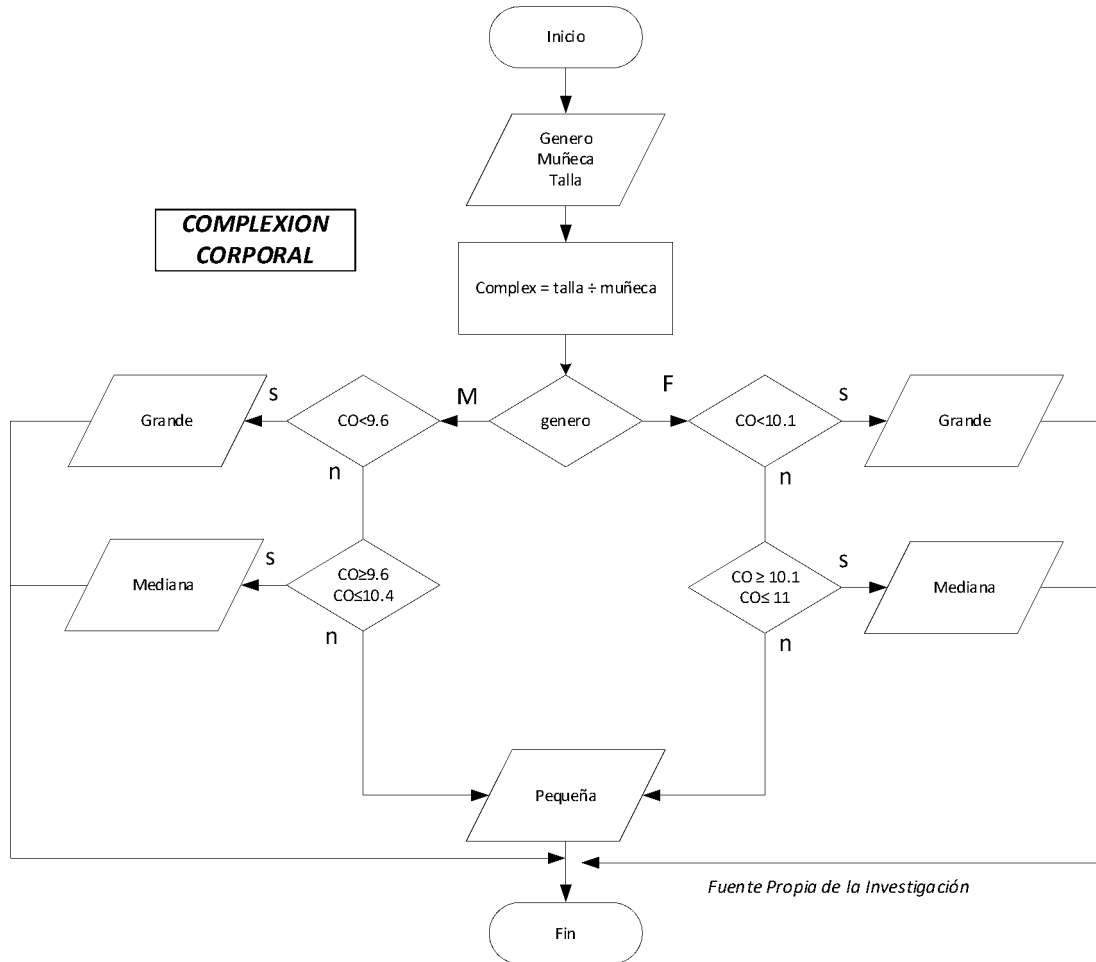
Figura 20: Valoración del porcentaje graso (flujograma)



Fuente Propia de la Investigación

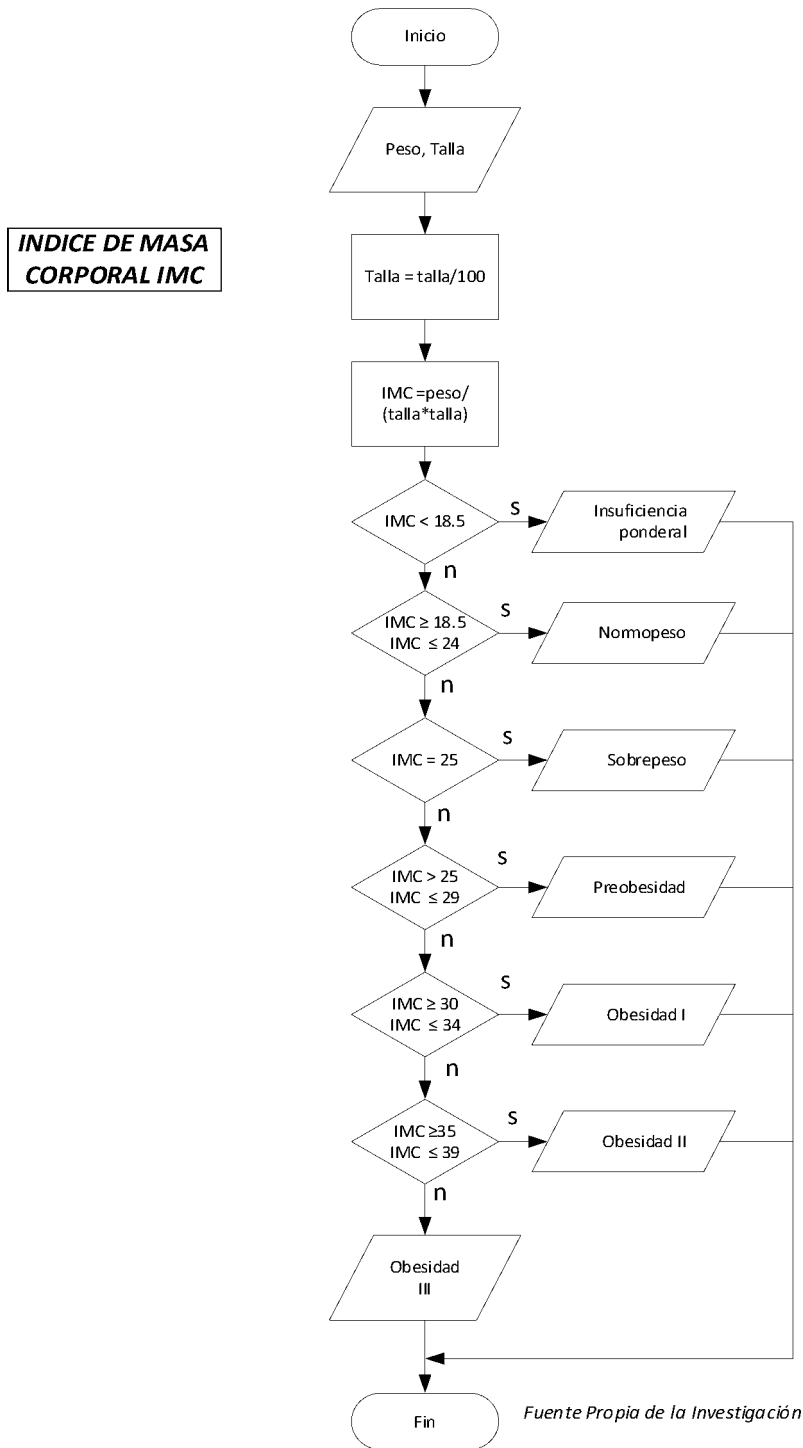
FLUJOGRAMA #1a. Flujograma que valida el resultado del porcentaje graso representado por la variable G. (Referencia: Requisito funcional #2: Calcular Antropometría).

Figura 21: Flujograma de Cálculo de Complejión Corporal



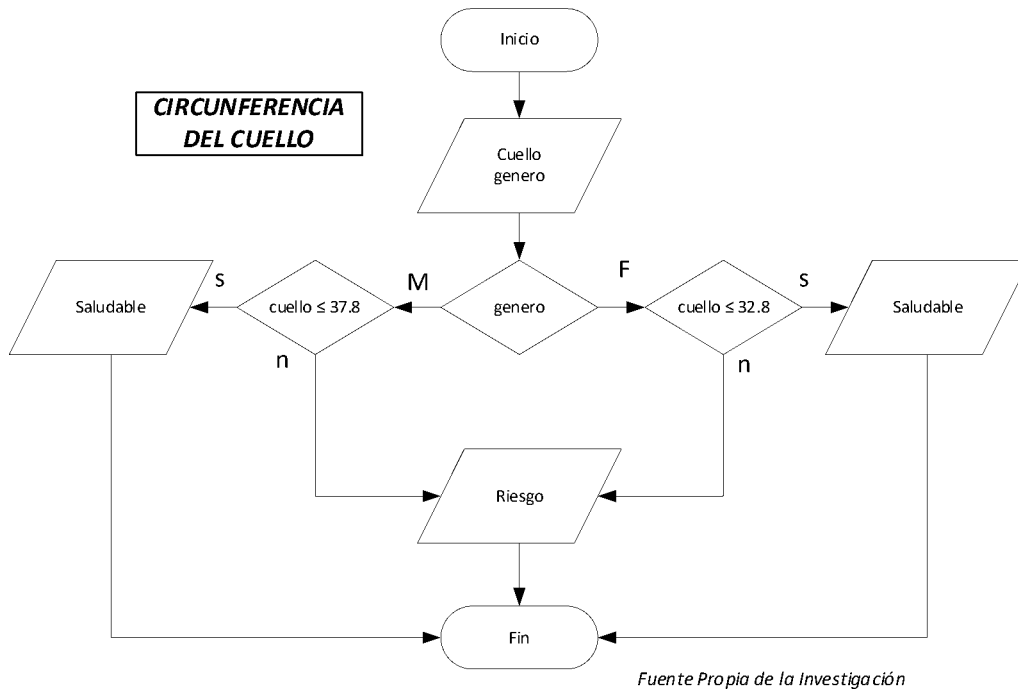
FLUJOGRAMA #2. Flujograma que calcula la complejión corporal y valora el resultado. Las entradas son el género, la talla y la circunferencia de la muñeca del brazo. (Referencia: Requisito funcional #2: Calcular Antropometría)..

Figura 22: Flujograma de Cálculo del IMC



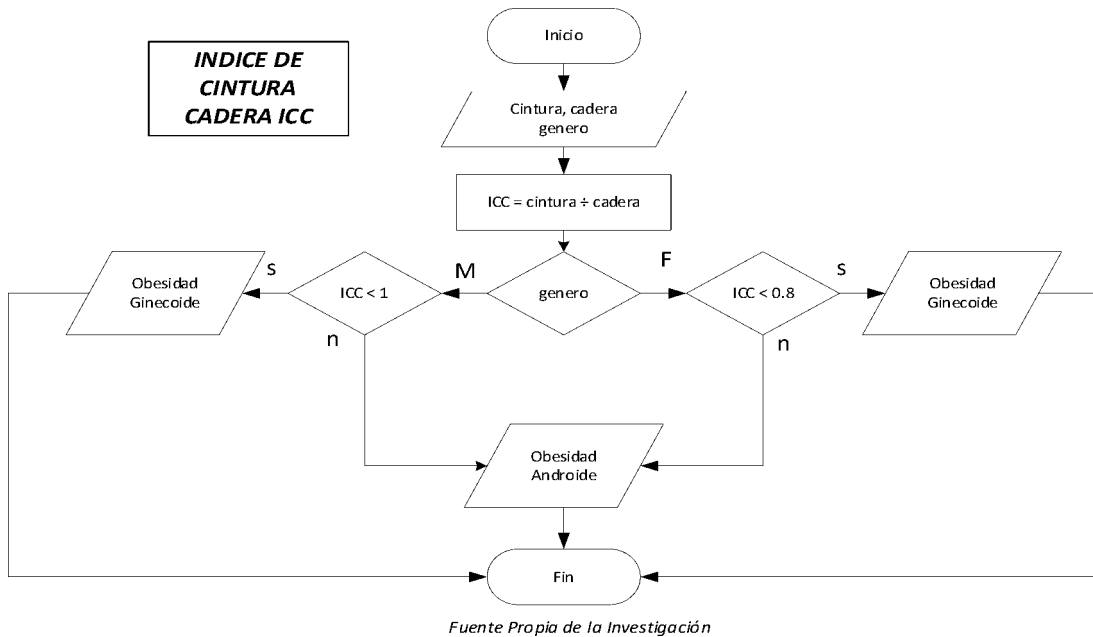
FLUJOGRAMA #3. Flujograma que calcula el índice de masa corporal (IMC) y valora el resultado de acuerdo a los puntos de corte de la OMS. Las entradas son el peso en unidades de kilogramos y la talla. La fórmula del IMC utiliza la talla en metros, el sistema la requiere en centímetros por lo cual se convierte de centímetros a metros dividiendo por 100.. (Referencia: Requisito funcional #2: Calcular Antropometría).

Figura 23: Flujograma de Cálculo de Circunferencia de Cuello



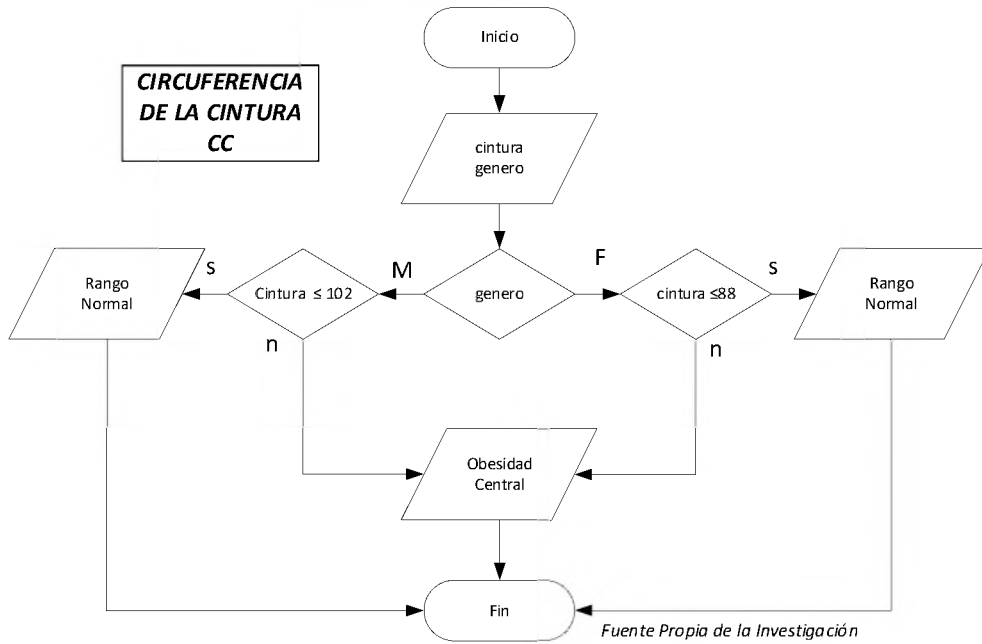
FLUJOGRAMA #4. Flujograma que valora la medida de la circunferencia del cuello. Las entradas son el género y el perímetro del cuello. Los puntos de corte utilizados son 32.8 en mujeres y 37.8 en hombres. (Referencia: Requisito funcional #2: Calcular Antropometría).

Figura 24: Flujograma de Cálculo del ICC



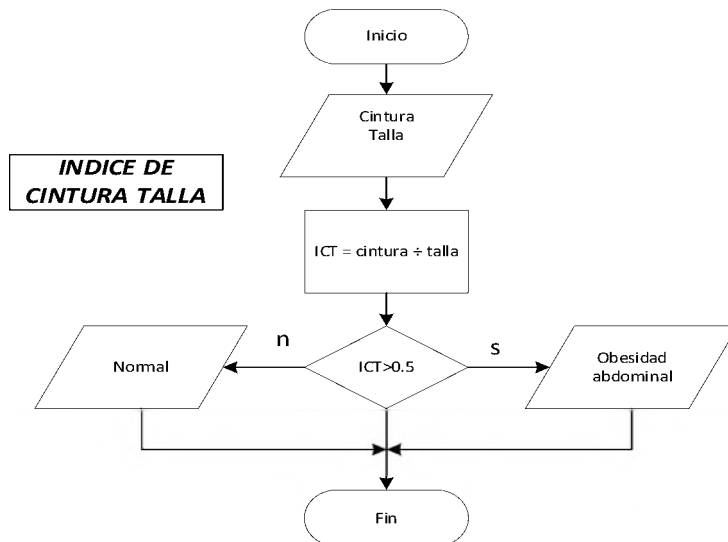
FLUJOGRAMA 6. Flujograma que calcula el índice de cintura-cadera (ICC) y valora el resultado. Las entradas son el género y los perímetros de la cintura y la cadera. Los puntos de corte son 0.8 en mujeres y 1 en hombres. (Referencia: Requisito funcional #2: Calcular Antropometría).

Figura 25: Flujograma de cálculo de CC



FLUJOGRAMA #6. Flujograma que valora la medida de la circunferencia de la cintura (CC). Las entradas son el género y el perímetro de la cintura. Los puntos de corte utilizados son 88 en mujeres y 102 en hombres. (Referencia: Requisito funcional #2: Calcular Antropometría).

Figura 26: Flujograma de Cálculo del ICT

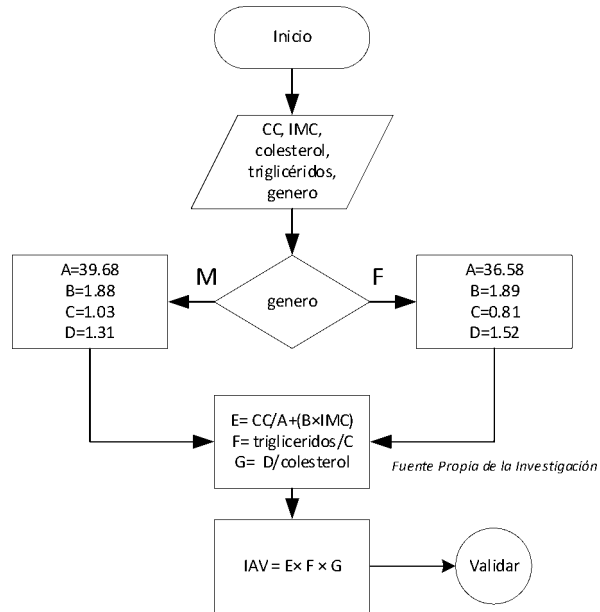


FLUJOGRAMA #7. Flujograma que calcula el índice de cintura-talla (ICT) y valora el resultado. Las entradas son el género y los perímetros de la cintura y la talla. El punto de corte universal es 0.5. (Referencia: Requisito funcional #2: Calcular Antropometría).

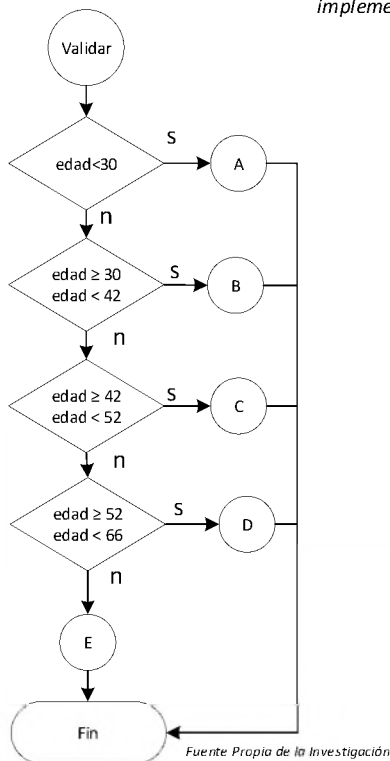
Figura 27: Flujograma de Cálculo IAV

INDICE DE ADIPOSIDAD VICERAL IAV

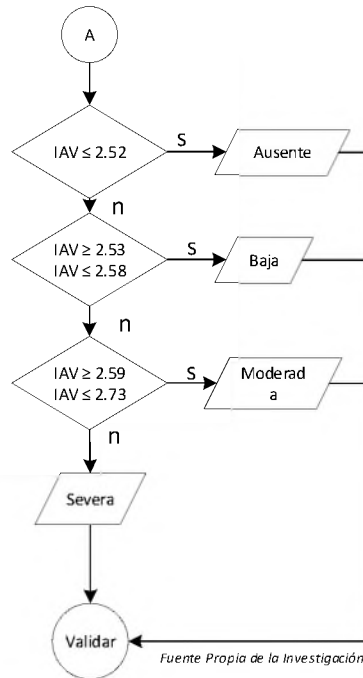
FLUJOGRAMA #8. Conjunto de flujogramas diseñados para calcular y valorar el índice de adiposidad visceral (IAV). El diagrama 8.1 calcula el índice de adiposidad. El diagrama 8.2 valida la edad del paciente dirigiendo el flujo de los procesos hacia el conector que corresponda. Los diagramas correspondientes a los conectores A, B, C, D y E (8.2 al 8.6) realizan la evaluación dependiendo de la edad y de acuerdo a los puntos de corte de adiposidad visceral. (Referencia: Requisito funcional #2: Calcular Antropometría).



FLUJOGRAMA #8. Calcula el IAV. A, B, C y D son constantes definidas para almacenar los valores constantes contenidos en la fórmula del IAV para hombres y mujeres. Las variables E, F, G almacenan datos pre-calculados para facilitar la implementación de la fórmula. IAV es el resultado final.

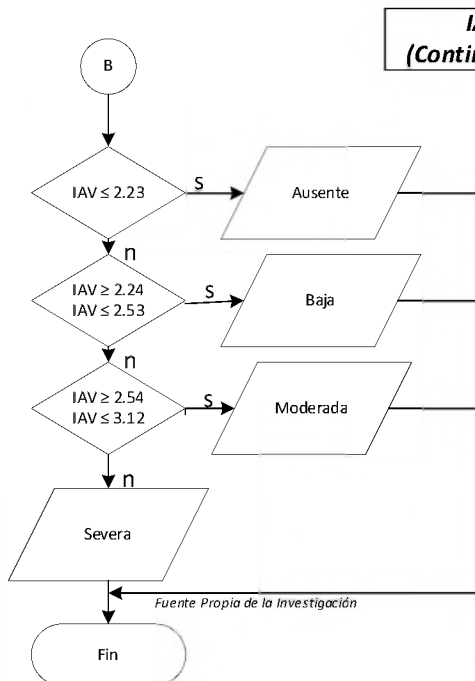


Flujograma #8.1. Flujograma que valida la edad y dirige el flujo al proceso correspondiente.

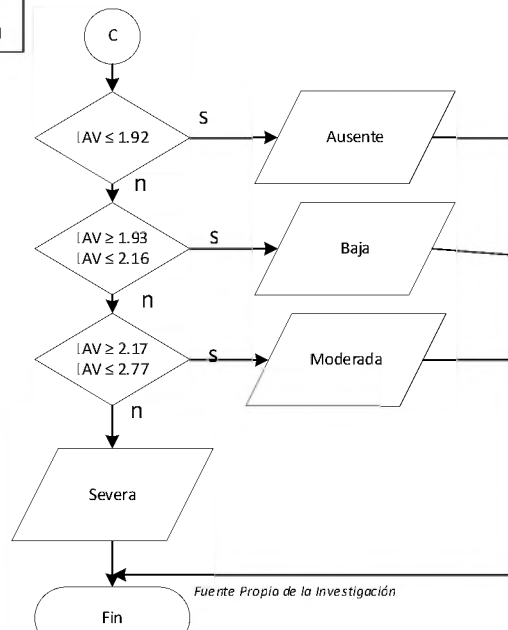


Flujograma #8.2. Flujograma que valora el IAV para menores de 30 años.

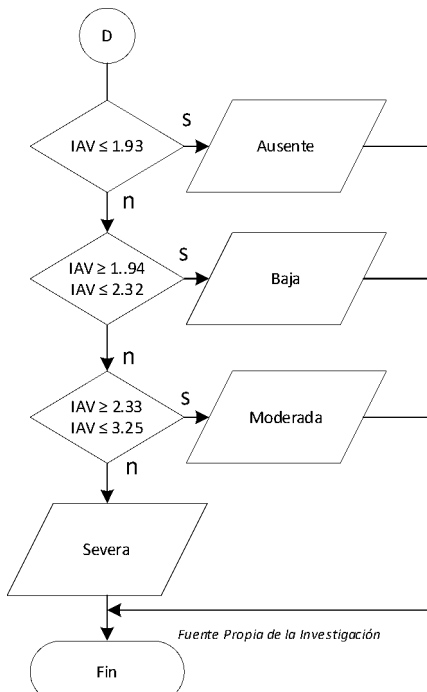
Figura 28: Flujograma del cálculo del IAV (Continuación)



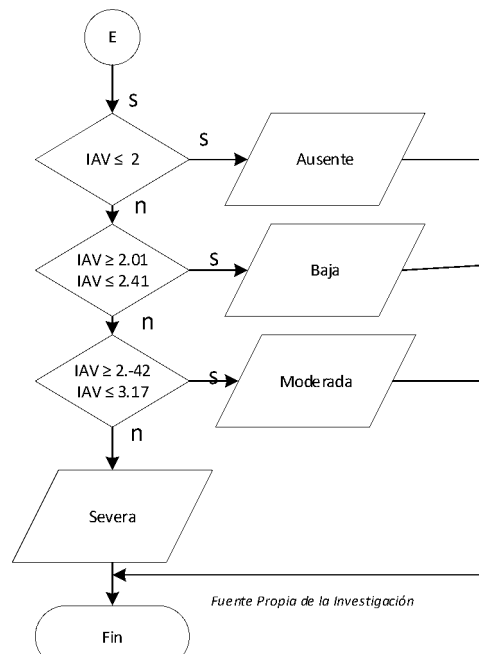
Flujograma #8.3. Flujograma que valora el IAV para edades entre 30 y 42 años.



Flujograma #8.4. Flujograma que valora el IAV para edades entre 42 y 52 años.



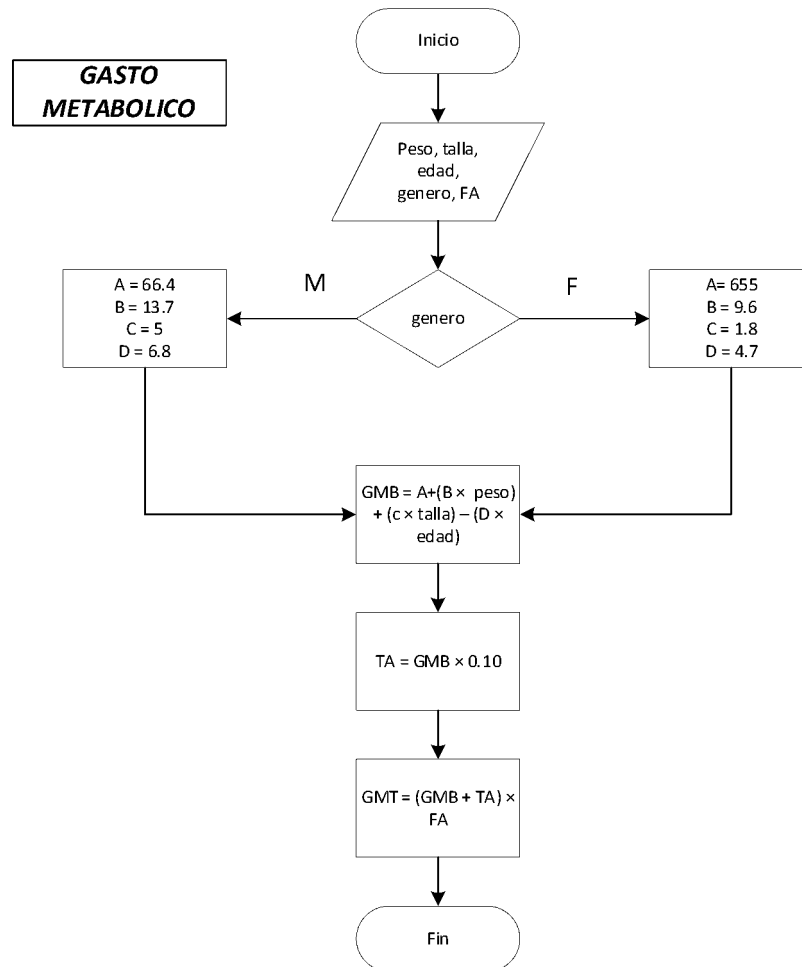
Flujograma #8.5 Flujograma que valora el IAV para edades entre 52 y 66 años.



Flujograma #8.6. Flujograma que valora el IAV para mayores de 66 años

2.2.5.2 Flujogramas de Cálculo de Gasto Metabólico

Figura 29: Flujograma de Cálculo del Gasto Metabólico

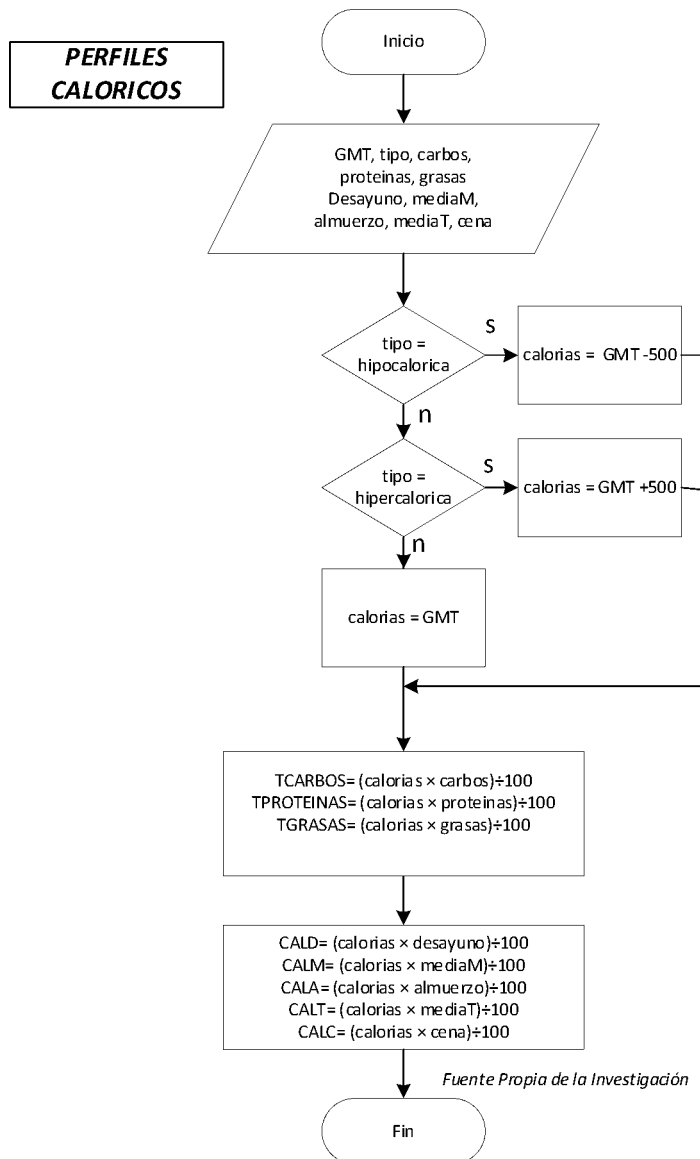


Fuente Propia de la Investigación

FLUJOGRAMA #9. que calcula el gasto metabólico basal (GMB), la termogénesis alimentaria (TA) y el gasto metabólico total (GMT). Las entradas son el género, la talla, el peso y la edad. Se definen las variables A, B, C y D para guardar los valores establecidos en la fórmula de Harris & Benedict. (Referencia: Requisito funcional #3: Calcular Gasto Metabólico).

2.2.5.3 Flujogramas de Cálculo de Perfiles Calóricos y Repartos

Figura 30: Flujograma de Cálculo de perfiles calóricos y Repartos



FLUJOGRAMA #10. Flujograma que calcula las calorías de la dieta tomando como base el gasto metabólico total (GMT) y el tipo de dieta. 500 calorías es la recomendación establecida para añadir o reducir al GMT. Las entradas carbos, proteínas, grasas desayuno, mediaM, almuerzo, mediaT, cena son porcentajes que se tomarán como base para realizar los cálculos. TCARBOS, TPROTEINAS y TGRASAS son los totales e carbohidratos, proteínas y grasas. CALD, CALM, CALA, CALT y CALC son las calorías de las diferentes ingestas: desayuno, media mañana, almuerzo, media tarde y cena. (Referencia: Requisito funcional #4: Calcular Perfil Calórico de la Dieta)..

2.2.5.4 Flujogramas de Cálculo de Intercambios

Figura 31: Flujograma de Cálculo de intercambios de Desayuno y Media Mañana

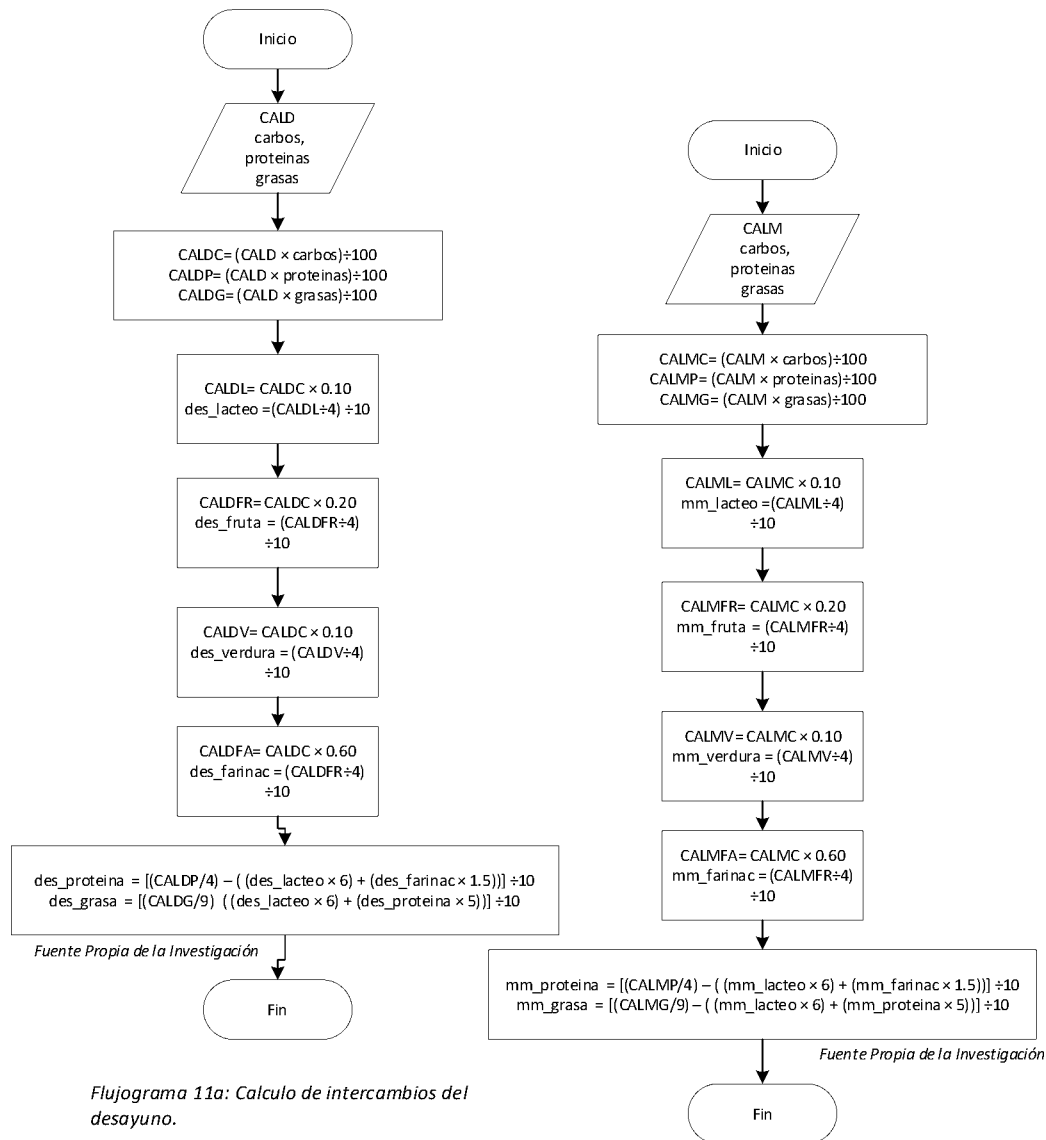
INTERCAMBIOS

FLUJOGRAMAS #11a-11e. Conjunto de flujogramas que calculan los intercambios de las diferentes ingestas. En primer lugar se calculan las calorías de los diferentes macronutrientes para la ingesta en cuestión.

En segundo lugar se subdividen las calorías de carbohidratos entre sus diferentes grupos (lácteos, frutas, verduras y farináceos); las calorías de cada grupo se convierten a gramos dividiendo por cuatro, el resultado se divide por diez para convertirlos a intercambios.

En tercer lugar se calculan los intercambios de proteínas dividiendo las calorías de proteínas por 4 para llevarlas a gramos, luego se descuentan las proteínas contenidas en lácteos y farináceos; el resultado se divide por 10 para obtener los intercambios.

Finalmente se calculan los intercambios de las grasas siguiendo el mismo proceso pero teniendo en cuenta que un gramo de grasa posee 9 calorías y se les descuentan las grasas contenidas en los lácteos y las proteínas. (Referencia: Requisito funcional #5: Calcular Repartos Diarios e Intercambios).

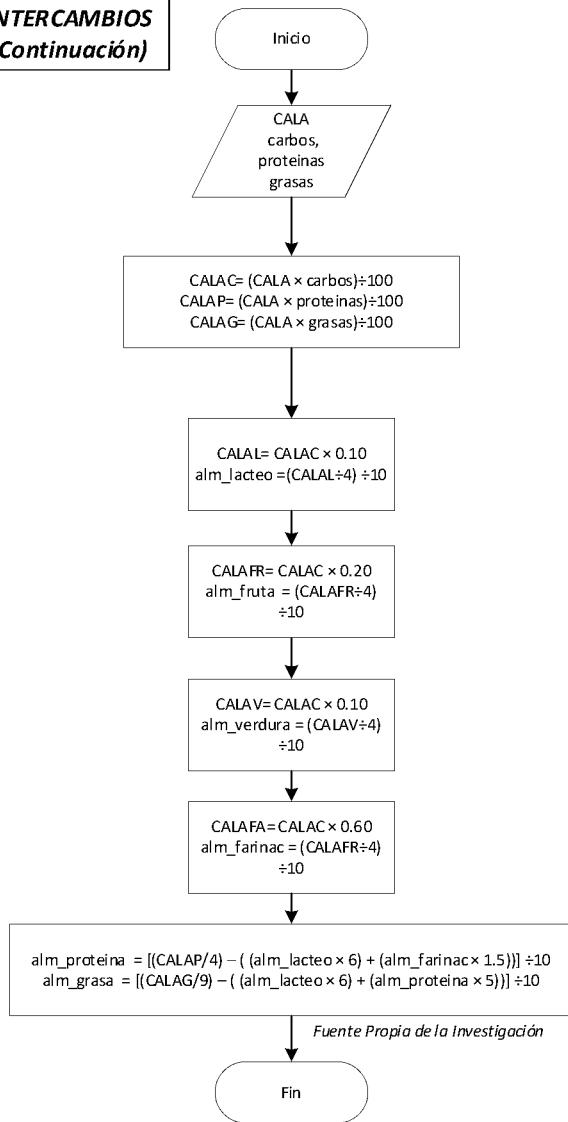


Flujograma 11a: Calculo de intercambios del desayuno.

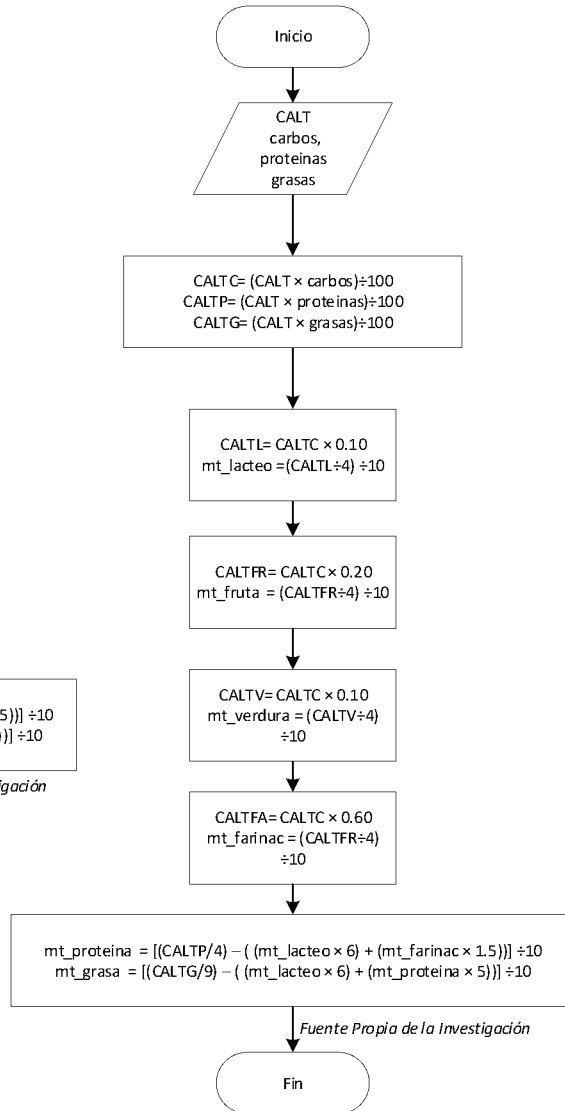
Flujograma 11b: Calculo de intercambios de la media mañana.

Figura 32: Flujograma de Cálculo de Intercambios de Almuerzo y Media Tarde

REPARTOS E INTERCAMBIOS (Continuación)

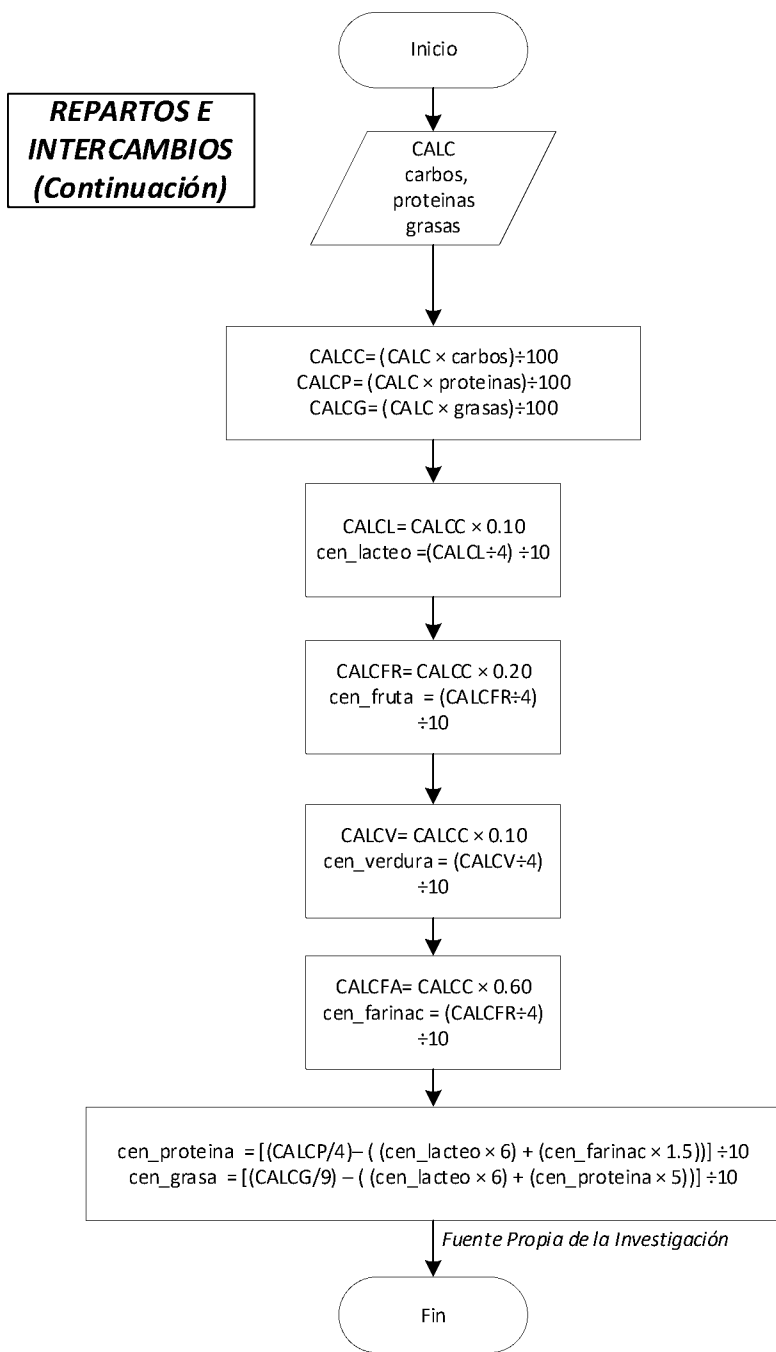


Flujograma 11c: Calculo de intercambios del almuerzo



Flujograma 11d: Calculo de intercambios del de la media tarde

Figura 33: Flujograma de Cálculo de Intercambios de la Cena



Flujograma 11e: Calculo de intercambios de la cena

2.2.6 Diseño de Base de Datos

2.2.6.1 Diseño Conceptual

Se requiere construir una base de datos que almacene todos los datos necesarios para realizar las operaciones involucradas en el diseño de dietas por intercambio de alimentos.

Los datos generales que cada paciente deberá proporcionar son: Nombre, dirección, teléfono, género y fecha de nacimiento.

A cada paciente se le realizará una evaluación del estado nutricional para la cual le tomarán diferentes mediciones: Peso, talla, circunferencia del cuello, circunferencia de la cintura, circunferencia de la cadera, circunferencia de la muñeca. Se les medirán los pliegues cutáneos bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco. Además, se realizarán analíticas para determinar el perfil lipídico: colesterol HDL y triglicéridos.

Estas medidas se tomarán a un paciente de manera periódica en fechas específicas durante todo el tiempo que dure el tratamiento nutricional. Estas fechas deben ser almacenadas en el sistema junto a sus mediciones correspondientes.

Las mediciones se utilizarán para calcular los índices de evaluación del estado nutricional: IMC, Ccu, ICC, CC,ICT, IAV, %G, MLG y Complejión corporal. Como estos índices son el resultado de operar las mediciones no necesitan ser almacenados en la base de datos.

Las mediciones tomadas en una fecha específica se utilizarán para calcular el gasto metabólico correspondiente a esas medidas, pero el nutricionista necesita proporcionar el FA que debe ser almacenado en la base de datos.

El perfil calórico de la dieta estará definido por los siguientes datos que deben ser proporcionados por el nutricionista: tipo de dieta, calorías de la dieta y los porcentajes de carbohidratos, proteínas y grasas.

Los porcentajes de repartos diarios correspondientes al desayuno, la media mañana, el almuerzo, la media tarde y la cena son datos aportados por el nutricionista dentro de la selección que le brinda el sistema. Estos porcentajes también deberán ser almacenados.

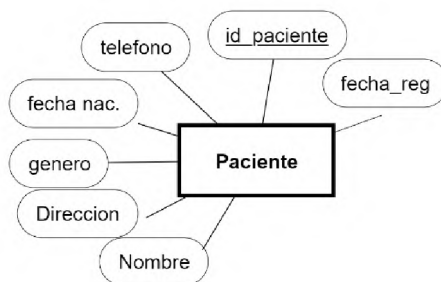
Los intercambios son el resultado de operar los porcentajes del perfil calórico con los porcentajes de los repartos. Pero, como los resultados pueden ser modificados por el nutricionista, es necesario almacenar la tabla de intercambios resultante.

La dieta es generada por una tabla de intercambios específica. A un paciente se le pueden asignar varias dietas dependiendo de su evolución en el tratamiento nutricional.

a) Entidades.

1.- Paciente: Paciente será considerado una entidad, los atributos de la entidad paciente que necesitan ser almacenados son: Fecha de registro, nombre, dirección, género, teléfono, fecha de nacimiento.

Figura 34: Entidad Paciente

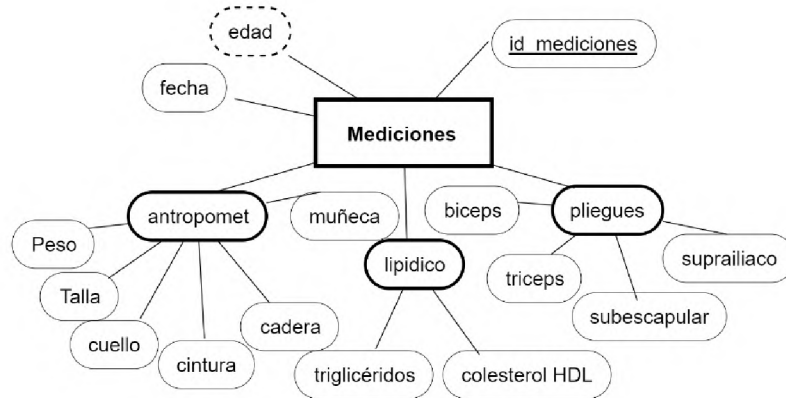


Fuente Propia de la Investigación.

2.- Mediciones: Las mediciones son formarán una entidad ya que se necesita almacenar las siguientes: Fecha de la medición, peso, talla, cuello, cintura, cadera muñeca, bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaco, HDL, triglicéridos. La edad del paciente al momento de la medición es un dato derivado que no necesita ser almacenado. Lo que se debe

tener pendiente para consultas futuras es que la edad siempre estará calculada a partir de la fecha de la medición, no de la fecha actual.

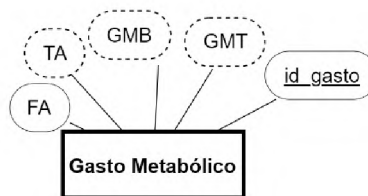
Figura 35: Entidad Mediciones



Fuente Propia de la Investigación.

3.- Gasto Metabólico. El único atributo del gasto metabólico que necesita ser almacenado es el FA. Los demás atributos son datos calculados a partir de las mediciones, por lo tanto, el GMT, la TA y el GMT no necesitan ser almacenados.

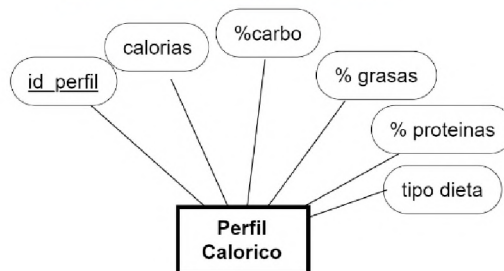
Figura 36: Entidad Gasto Metabólico



Fuente Propia de la Investigación.

4.- El Perfil calórico de la dieta. Esta entidad es necesaria para almacenar los datos de tipo dieta y calorías de la dieta así como los porcentajes de % carbohidratos, % proteínas y % grasas.

Figura 37: Entidad Perfiles Calóricos



Fuente Propia de la Investigación.

5.- Repartos Diarios. Esta entidad es necesaria para almacenar los porcentajes calóricos asignados al desayuno, la media mañana, el almuerzo, la media tarde y la cena.

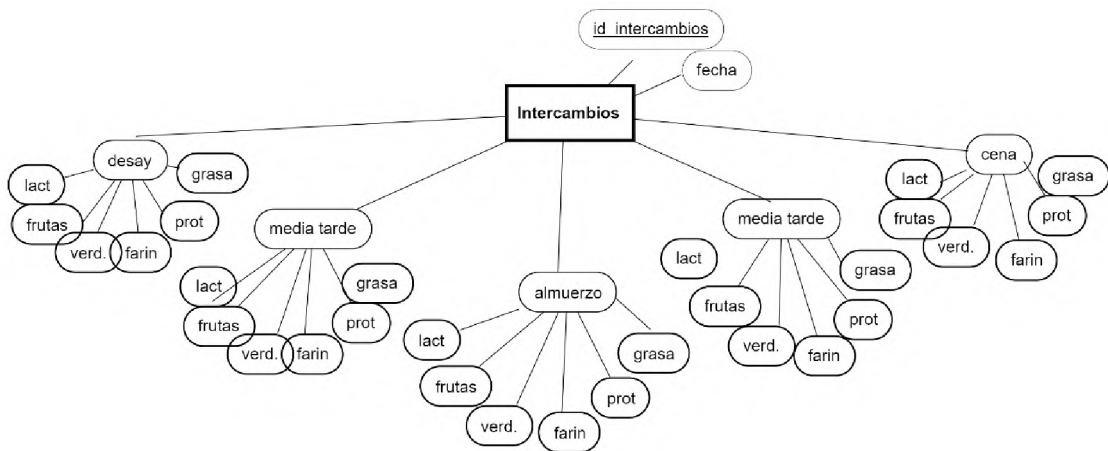
Figura 38: Entidad Repartos Diarios



Fuente Propia de la Investigación

6.- Intercambios. La entidad intercambios posee atributos compuestos. En esta entidad se desea conservar la distribución de intercambios por ingesta y grupo de alimentos.

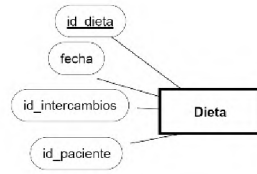
Figura 39: Entidad Intercambios



Fuente Propia de la Investigación

7.- Dieta. La entidad dieta analizada desde el punto de vista de los datos es necesaria para conservar información relativa a los planes nutricionales que se le van asignando a un paciente a través del tiempo. En esta entidad se necesita almacenar la fecha de asignación de la dieta, la referencia del paciente del que se trata y los perfiles que la generan.

Figura 40: Entidad Dieta



Fuente Propia de la Investigación.

Las entidades y atributos que se distinguen en este requerimiento son los siguientes:

Tabla 13: Entidades y Atributos

ENTIDAD	ATRIBUTOS ALMACENADOS	ATRIBUTOS DERIVADOS
Paciente	Fecha, nombre, dirección, género, teléfono, fecha de nacimiento	
Mediciones	Fecha, peso, talla, cuello, cintura, cadera muñeca, bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaco, HDL, triglicéridos	Edad
Gasto metabólico	FA	GMB, TA, GMT
Perfil Calórico	Tipo dieta, calorías dieta, % carbohidratos, % proteínas, % grasas	
Repartos Diarios	Id_repartos, % desayuno, % media mañana, % almuerzo, % media tarde, % cena	
Intercambios	Id_intercambios, fecha	
	Desayuno: Lácteos, frutas, verduras, farináceos, proteínas, grasas	
	Media M: Lácteos, frutas, verduras, farináceos, proteínas, grasas	
	Almuerzo: Lácteos, frutas, verduras, farináceos, proteínas, grasas	
	Media T: Lácteos, frutas, verduras, farináceos, proteínas, grasas	
	Cena: Lácteos, frutas, verduras, farináceos, proteínas, grasas	
Dieta	Id_dieta, fecha, paciente, intercambios	

Fuente Propia de la Investigación.

b) Relaciones.

Tabla 14: Relaciones

Entidades	Relación	Detalle
Paciente x mediciones	Toma 1: n	A un paciente se le toman mediciones periódicas durante el tratamiento nutricional. Pero cada medición es tomada a un paciente en específico.
Mediciones x gasto metabólico	Determina 1:1	El gasto metabólico es determinado por unas mediciones específicas. Las mediciones tomadas determinan un gasto metabólico en particular.
Gasto metabólico x perfil calórico	Define 1: n	Varios perfiles calóricos pueden ser definidos a partir de un gasto metabólico específico. A cada perfil calórico le corresponde un gasto metabólico específico
Perfil calórico x repartos diarios	Distribuye 1:1	Un perfil calórico se distribuye en repartos diarios. Los repartos diarios son el resultado de la distribución de un único perfil calórico.
Repartos diarios X Intercambios	Generan 1:1	Los intercambios son generados por un grupo de repartos diarios específicos. Los repartos diarios dan como resultado intercambios específicos.
Intercambios x Dieta	Forman 1:1	Una dieta está formada por un grupo de intercambios específicos. Un grupo de intercambios generan una dieta en particular.

Fuente Propia de la Investigación.

c) Claves Primarias.

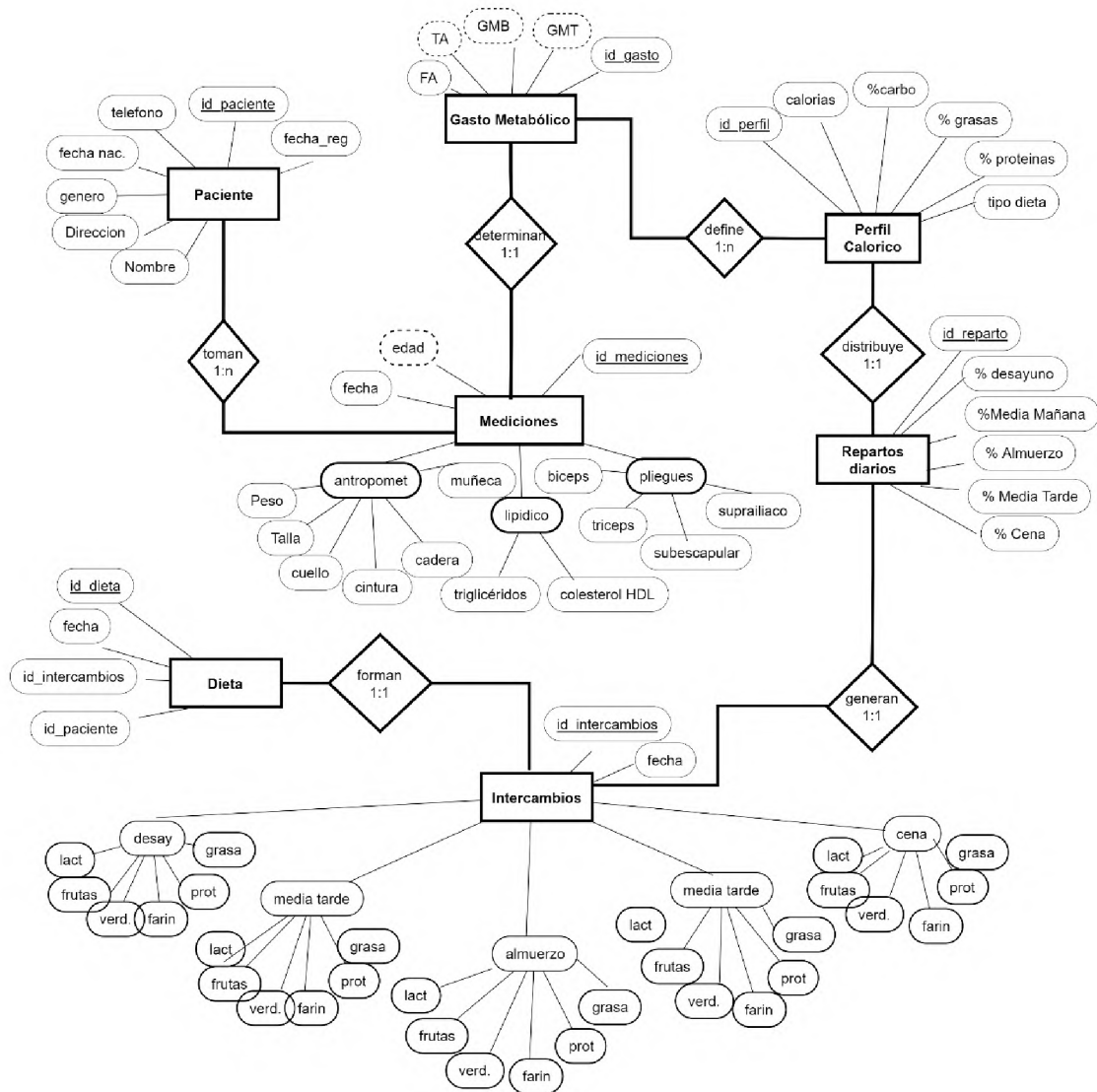
Tabla 15: Claves Primarias

ENTIDAD	CLAVE PRIMARIA
Paciente	Id_paciente
Mediciones	Id_mediciones
Gasto metabólico	Id_gasto
Perfil Calórico	Id_perfil
Repartos diarios	Id_repartos
Intercambios	Id_intercambios
Dieta	Id_dieta

Fuente Propia de la Investigación.

d) Modelo Entidad Relación.

Figura 41: Modelo Entidad Relación



Fuente Propia de la Investigación

2.2.6.2 Diseño Lógico

a) Conversión a modelo relacional.

La entidad paciente genera la tabla del mismo nombre en la que se almacenaran los datos del paciente.

Figura 42: Diseño de Base de Datos Tabla de Pacientes



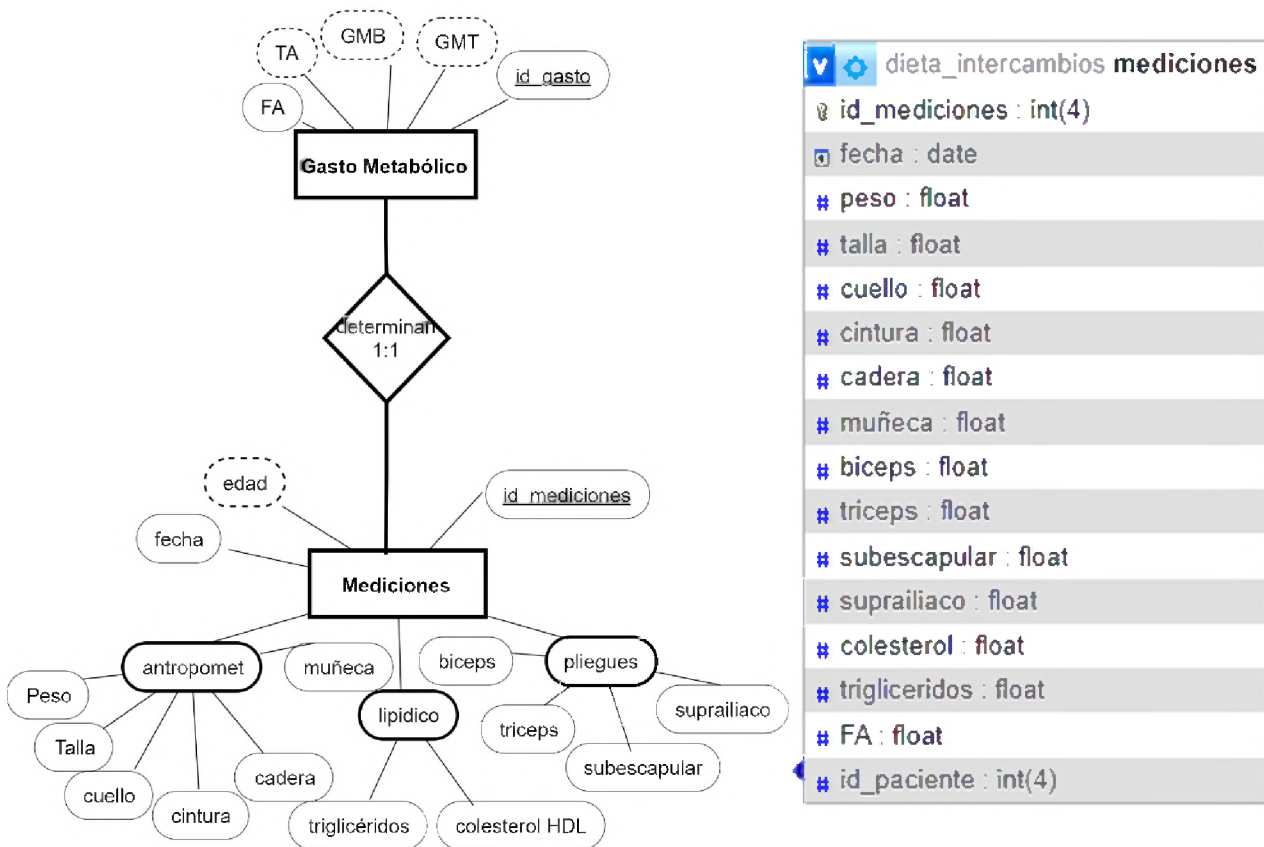
Fuente Propia de la Investigación.

Los requerimientos básicos para los campos de la tabla pacientes son los siguientes:

- Id_paciente: campo clave, numérico, de 4 dígitos, auto incrementable.
- Fecha_reg: Campo de fecha, con formato “dd/mm/aaaa”.
- Nombre: Campo de texto, 45 dígitos.
- Dirección: Campo alfanumérico, 45 dígitos.
- Teléfono: Campo de alfanumérico, de 4 dígitos.
- Género: Campo de texto, de un dígito, sus opciones serán “M” o “F”.
- Fecha de nacimiento: Campo de fecha, con formato “dd/mm/aaaa”.
- Ninguno de los campos anteriores deberá quedar vacío.

En la entidad “Gasto metabólico” sólo se desea almacenar el FA. Los demás son datos derivados de operaciones realizadas con las mediciones. Por esta razón fusionaremos estas dos entidades en una sola tabla llamada Mediciones y tomaremos como clave primaria el atributo id_mediciones.

Figura 43: Diseño de Base de Datos Tabla de Mediciones



Fuente Propia de la Investigación.

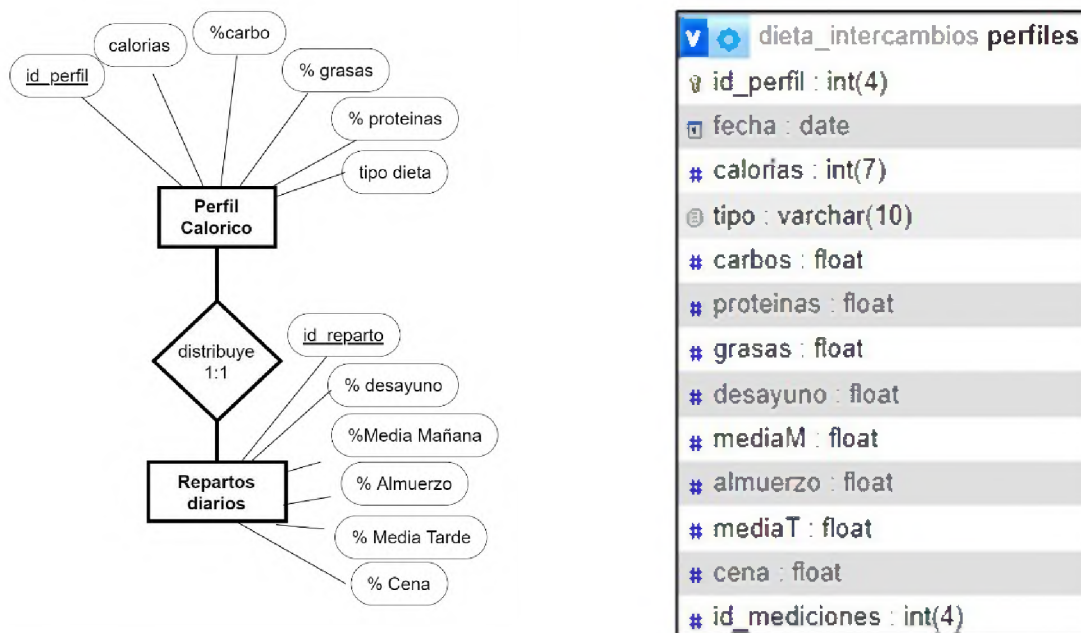
Requerimientos básicos para los campos de la tabla Mediciones:

- idEvaluación: campo clave, numérico, de 4 dígitos, auto incrementable.
- Fecha: Campo de fecha, con formato “dd/mm/aaaa”.
- Todos los demás campos de la tabla Evaluación deberán ser campos numéricos, que puedan aceptar como máximo cuatro números enteros y dos posiciones

decimales si es necesario. Ninguno de estos campos puede quedar vacío y deberán tener un valor diferente de cero.

Las entidades de “Perfil calórico” y “Repartos diarios” se relacionan entre si con una cardinalidad 1:1 y su estructura se presta para fusionarlas en una sola tabla a la que llamaremos “Perfiles”.

Figura 44: Diseño de Base de Datos Tabla de Perfiles



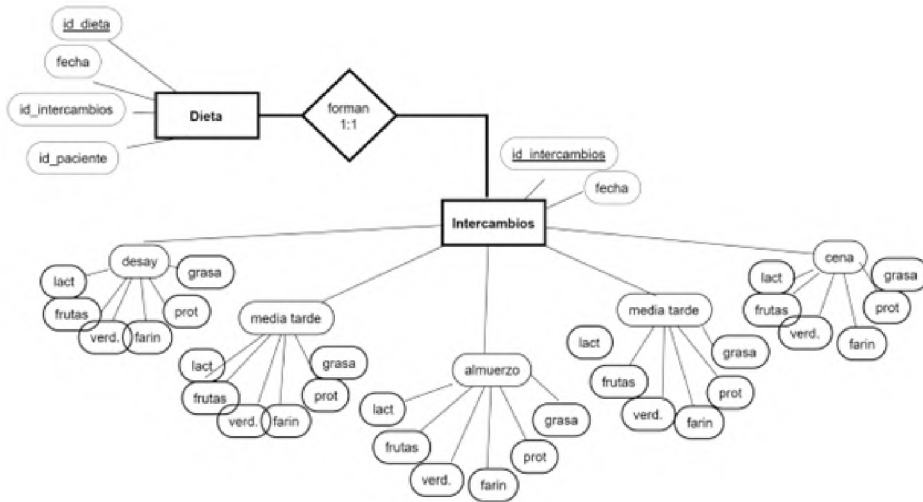
Fuente Propia de la Investigación.

Requerimientos básicos para los campos de la tabla Dieta.

- id_perfil: campo clave, numérico, de 4 dígitos, auto incrementable.
- Fecha: Campo de fecha, con formato “dd/mm/aaaa”.
- Todos los demás campos de la tabla de Dieta deberán ser campos numéricos, que puedan aceptar como máximo dos números enteros y dos posiciones decimales si es necesario. Ninguno de estos campos puede quedar vacío.

Las entidades de “Intercambios” y “Dieta” se relacionan entre si con una cardinalidad 1:1 y su estructura se presta para fusionarlas en una sola tabla a la que llamaremos “Dieta”.

Figura 45: Diseño de Base de Datos Tabla de Dieta

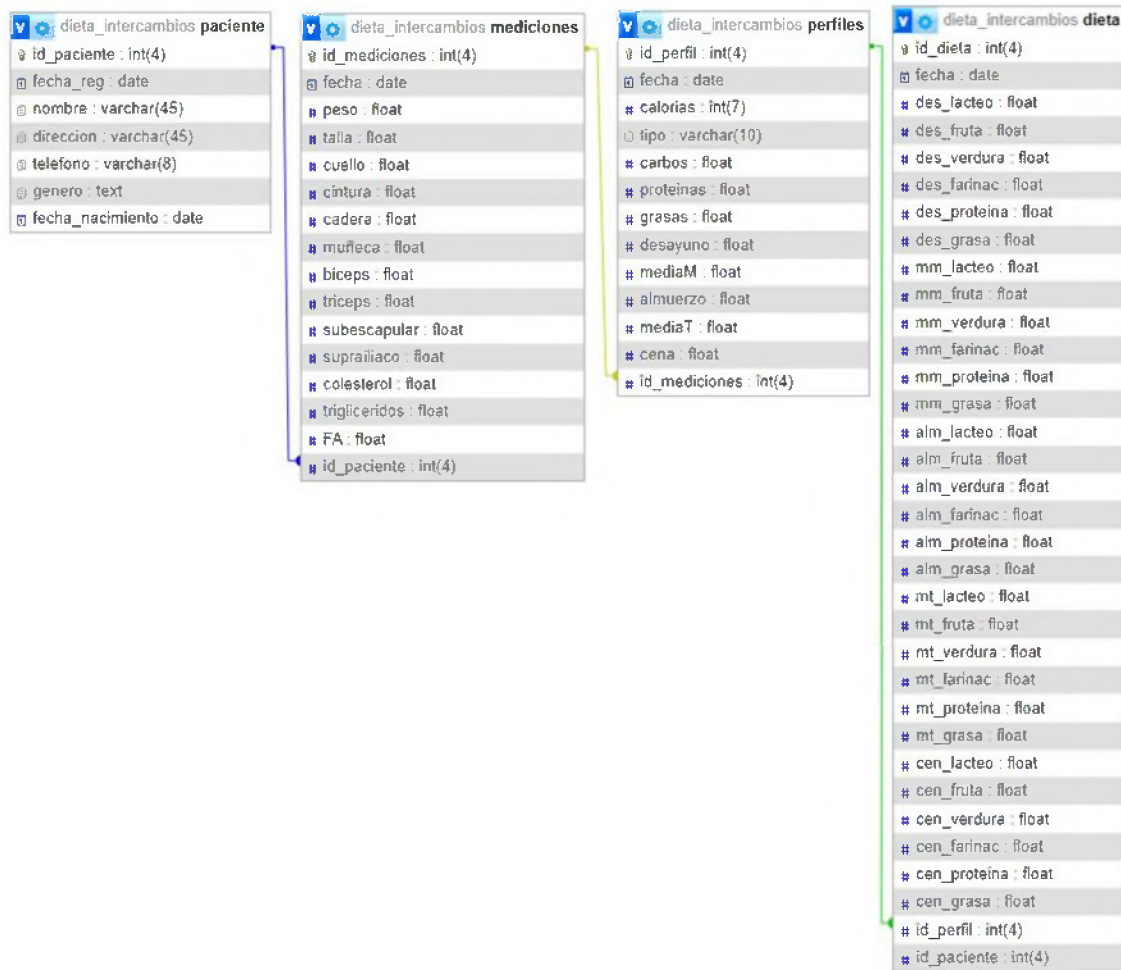


dieta_intercambios dieta	
id_dieta	int(4)
fecha	date
des_lacteo	float
des_fruta	float
des_verdura	float
des_farinac	float
des_proteina	float
des_grasa	float
mm_lacteo	float
mm_fruta	float
mm_verdura	float
mm_farinac	float
mm_proteina	float
mm_grasa	float
alm_lacteo	float
alm_fruta	float
alm_verdura	float
alm_farinac	float
alm_proteina	float
alm_grasa	float
mt_lacteo	float
mt_fruta	float
mt_verdura	float
mt_farinac	float
mt_proteina	float
mt_grasa	float
cen_lacteo	float
cen_fruta	float
cen_verdura	float
cen_farinac	float
cen_proteina	float
cen_grasa	float
id_perfil	int(4)
id_paciente	int(4)

Fuente Propia de la Investigación

b) Diagrama Entidad relación.

Figura 32: Diagrama Entidad Relación



Fuente Propia de la Investigación.

2.2.6.3 Diseño Físico

A continuación se muestra la estructura del diseño físico de las tablas que componen la base de datos. Estas tablas fueron creadas en phpMyadmin.

a) Tabla Paciente

Figura 46: Tabla de Pacientes Vista de PhpMyadmin

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
<input type="checkbox"/>	1 id_paciente	int(4)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
<input type="checkbox"/>	2 fecha_reg	date			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	3 nombre	varchar(45)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	4 direccion	varchar(45)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	5 telefono	varchar(8)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	6 genero	text	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	7 fecha_nacimiento	date			No	None			Change Drop More

Fuente propia de la investigación

b) Tabla Mediciones

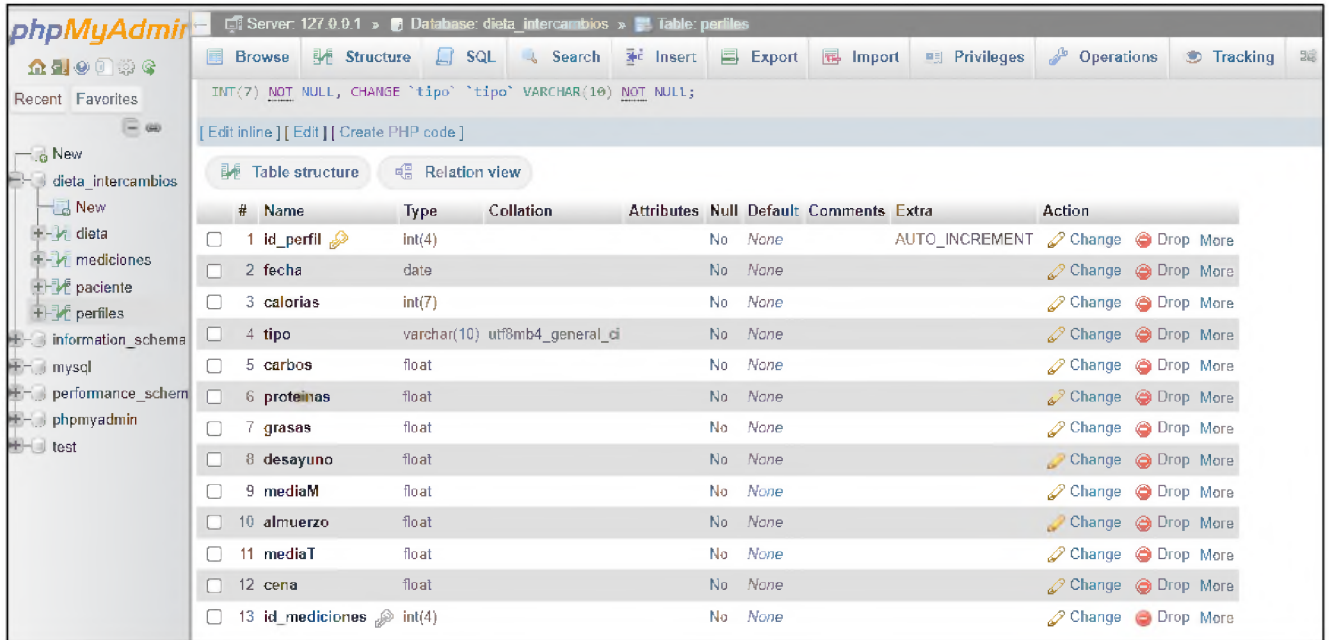
Figura 47: Tabla de Mediciones Vista de PhpMyadmin

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
<input type="checkbox"/>	1 id Mediciones	int(4)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
<input type="checkbox"/>	2 fecha	date			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	3 peso	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	4 talla	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	5 cuello	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	6 cintura	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	7 cadera	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	8 muñeca	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	9 bíceps	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	10 tríceps	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	11 subescapular	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	12 suprailíaco	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	13 colesterol	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	14 triglicéridos	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	15 FA	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	16 id_paciente	int(4)			No	None			Change Drop More

Fuente propia de la investigación

c) Tabla Perfiles

Figura 48: Tabla Perfiles Vista PhpMyAdmin



Server: 127.0.0.1 > Database: dieta_intercambios > Table: perfiles

INT(7) NOT NULL, CHANGE `tipo` `tipo` VARCHAR(10) NOT NULL;

[Edit inline] [Edit] [Create PHP code]

Table structure Relation view

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
<input type="checkbox"/>	1 id_perfil	int(4)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
<input type="checkbox"/>	2 fecha	date			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	3 calorías	int(7)			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	4 tipo	varchar(10)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	5 carbohidratos	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	6 proteínas	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	7 grasas	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	8 desayuno	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	9 mediaM	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	10 almuerzo	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	11 mediaT	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	12 cena	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	13 id Mediciones	int(4)			No	None			Change Drop More

Fuente propia de la investigación

d) Tabla Dieta

Figura 49L Tabla Dieta Vista PhpMyAdmin

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
<input type="checkbox"/>	1 id_dieta	int(4)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
<input type="checkbox"/>	2 fecha	date			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	3 des_lacteo	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	4 des_fruta	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	5 des_verdura	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	6 des_farinac	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	7 des_proteina	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	8 des_grasa	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	9 min_lacteo	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	10 min_fruta	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	11 min_verdura	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	12 min_farinac	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	13 min_proteina	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	14 min_grasa	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	15 alm_lacteo	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	16 alm_fruta	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	17 alm_verdura	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	18 alm_farinac	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	19 alm_proteina	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	20 alm_grasa	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	21 mt_lacteo	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	22 mt_fruta	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	23 mt_verdura	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	24 mt_farinac	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	25 mt_proteina	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	26 mt_grasa	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	27 cen_lacteo	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	28 cen_fruta	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	29 cen_verdura	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	30 cen_farinac	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	31 cen_proteina	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	32 cen_grasa	float			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	33 id_perfil	int(4)			No	None			Change Drop More
<input type="checkbox"/>	34 id_paciente	int(4)			No	None			Change Drop More

Fuente propia de la investigación

2.2.7 Diseño de Pantallas

2.2.7.1 Pantalla de Registro de Pacientes

La pantalla de registro de pacientes es el punto de entrada de los datos del paciente al sistema, requiriendo informaciones generales del paciente y asignándole su código. Esta pantalla se centra en la recopilación de la información básica del paciente, información que servirá como materia prima para los posteriores procesos correspondientes a la evaluación nutricional y al diseño de su plan de alimentación.

Esta pantalla cuenta con dos secciones principales, la primera sección es la sección de captura de datos y la segunda sección es una sección de consulta que muestra información básica de pacientes previamente registrados.

Los datos requeridos en la sección de captura de datos de esta pantalla son los siguientes:

Campos que serán rellenados automáticamente por el sistema:

- Fecha: Corresponde a la fecha en que se registra el paciente.
- Id_Pacientes: Es el código que el sistema asigna al paciente.

Campos que deben ser rellenados por el usuario y que no pueden quedar en blanco porque son indispensables para el funcionamiento de los demás módulos del sistema.

- Nombre del Paciente
- Fecha de Nacimiento
- Genero

Campos que deben ser rellenados por el usuario y que, aunque no son indispensables para el funcionamiento del sistema, sí son necesarios para contactar y ubicar al paciente cuando sea necesario.

- Dirección
- Teléfono

En la siguiente imagen puede verse el formato de esta pantalla:

Figura 50: Diseño de Pantalla de Registro de Pacientes

Sistema de Dietas Por Intercambios

PACIENTES

Fecha: mm/dd/aa

Id_Paciente:

Nuevo Paciente

Nombre: Dirección:

Fecha de Nacimiento: Teléfono:

Género: M F

Guardar

Mis Pacientes

Id_Paciente	Nombre	F. Nacimiento	Género	Dirección	Teléfono
-------------	--------	---------------	--------	-----------	----------

Fuente Propia de la Investigación

2.2.7.2 Pantalla de evaluaciones.

La pantalla de pacientes permitirá la entrada de las medidas antropométricas del paciente al sistema y mostrará los resultados de las evaluaciones antropométricas y metabólicas. Mostrará además las calorías sugeridas de acuerdo con los datos suministrados, permitiendo al nutricionista modificar las calorías de la dieta de acuerdo con sus criterios.

Esta pantalla contiene cinco secciones básicas:

La primera sección despliega los datos generales del paciente al que se le está realizando las evaluaciones.

- Fecha: que corresponde a la fecha en que se está realizando la evaluación.
- Id_paciente
- Nombre
- Edad
- Genero

La segunda sección es una sección de captura de datos en la que se requiere introducir las medidas antropométricas del paciente y las pruebas de laboratorio que indican su perfil lipídico:

- Peso en kilogramos.
- Talla en centímetros.
- Cuello en centímetros.
- Muñeca en centímetros.
- Cintura en centímetros.
- Cadera en centímetros.
- Bíceps en milímetros.
- Tríceps en milímetros.
- Subescapular en milímetros.
- Suprailíaco en milímetros.
- Colesterol HDL
- Triglicéridos

La tercera sección despliega los resultados de los cálculos realizados por el sistema. Esta sección muestra los resultados numéricos, la valoración de acuerdo con las tablas de corte para cada índice y brinda información adicional sobre el nivel de riesgo de salud del paciente de acuerdo con la condición evaluada.

- En esta sección encontramos los indicadores de distribución de la grasa corporal: IMC, ICC y Ccu.
- Los indicadores de obesidad abdominal: CC, ICT, IAV.
- La composición corporal: %G y MLG.
- La estructura corporal: Complejión corporal y peso ideal o peso saludable.

En la cuarta sección el sistema despliega el gasto metabólico total del paciente y permite la entrada de datos brindando al profesional de la salud la flexibilidad de hacer ajustes de acuerdo con sus criterios.

Finalmente, esta pantalla contiene el botón de evaluación que sirve para indicar al sistema que realice los cálculos con los datos introducidos. Y el botón de “plan nutricional” que lleva a la pantalla siguiente.

El formato de la pantalla de evaluaciones lo mostramos en la figura siguiente:

Figura 51: Diseño de Pantalla de Evaluaciones

Sistema de Dietas Por Intercambios

EVALUACIONES Fecha: mm/dd/aa

Id_Paciente: Nombre: Edad: Género:

Medidas Generales *Plegues Cutáneos* *Laboratorio*

Peso (Kg): Muñeca (cm): Biceps: SubEsc.: HDL:

Talla (cm): Cintura (cm): Triceps: Suprall: Triglicéridos:

Cuello (cm): Cadera (cm):

Indicadores de Distribución de la Grasa Corporal

IMC: *i*

Ccu: *i*

ICC: *i*

Cposición Corporal

%G: *i*

MLG: *i*

Indicadores de Obesidad Abdominal

CC: *i*

ICT: *i*

IAV: *i*

Estructura Corporal

Complex. C. *i*

Peso Ideal: *i*

GMT: Calorías de la dieta:

Evaluacion **Plan Nutricional**

Fuente Propia de la Investigación

2.2.7.3 Pantalla de Intercambios

Figura 52: Diseño de Pantalla de Intercambios

Sistema de Dietas Por Intercambios

INTERCAMBIOS

Fecha: mm/dd/aa

Id_Paciente: Nombre: Calorías :

Perfil Calórico

% Carbohidratos	<input type="text" value="55"/>	<input type="text" value="1,100"/>	<input type="text" value="275"/>
% Proteínas	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="300"/>	<input type="text" value="75"/>
% Grasas	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="600"/>	<input type="text" value="66.67"/>
Totales	100%	2000	415.67

Repartos Diarios

% Desayuno	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="400"/>	% M. Tarde	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="400"/>
% Media M.	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="300"/>	% Cena	<input type="text" value="25"/>	<input type="text" value="300"/>
% Almuerzo	<input type="text" value="35"/>	<input type="text" value="600"/>			
% Totales	100%		Calorías Totales		<input type="text" value="2000"/>

Intercambios

	Lacteos	Frutas	Verduras	Farináceos	Proteinas	Grasas	Calorías Totales
Desayuno							
Media Mañana							
Almuerzo							
Media Tarde							
Cena							

Total de Calorías

Fuente Propia de la Investigación

Esta interfaz permitirá realizar las siguientes funciones:

Registro de perfiles calóricos.

- Esta pantalla permitirá registrar los porcentajes de carbohidratos, proteínas y grasas considerados por el nutricionista en el diseño de la dieta en cuestión.
- Esta pantalla mostrará una pre-selección de la distribución calórica más utilizada aunque permitirá que el profesional de la nutrición reajuste los valores de acuerdo a sus consideraciones.
- Se mostrarán los resultados de la conversión de los porcentajes de macronutrientes en las cantidades correspondientes de calorías y gramos.

- Mostrará también los valores totales de porcentajes, calorías y gramos como datos de referencia destinados a facilitar el trabajo del profesional de la nutrición.

Registro de repartos diarios.

- Esta pantalla permitirá registrar los porcentajes de calorías para el desayuno, la media mañana, el almuerzo, la media tarde y la cena.
- Esta pantalla mostrará una pre-selección de los porcentajes de repartos diarios aunque permitirá que el profesional de la nutrición reajuste los valores de acuerdo a sus consideraciones.
- Se mostrarán los resultados de la conversión de los porcentajes de repartos diarios en las cantidades correspondientes de calorías para cada ingesta.
- Mostrará también los valores totales de porcentajes y calorías como datos de referencia destinados a facilitar el trabajo del profesional de la nutrición.

Visualización y edición de intercambios

- Esta pantalla mostrará el resultado de los intercambios calculados por el sistema para cada grupo de alimentos y cada ingesta diaria. Estos resultados son datos de referencia destinados a facilitar el trabajo del profesional de la nutrición.
- Esta pantalla permitirá la modificación de los intercambios a criterio del nutricionista.

2.2.8 Diseño de Salidas

El reporte de Evaluación del estado nutricional refleja, además de la información general del paciente, sus medidas antropométricas, los indicadores antropométricos resultantes de operar las fórmulas así como la valoración nutricional indicada por los puntos de corte expresados en las respectivas tablas.

Figura 53: Reporte de Evaluación del Estado Nutricional

Form004						
SISTEMA DE DIETAS POR INTERCAMBIO DE ALIMENTOS						
Reporte de Evaluación del Estado Nutricional						
IdEvaluación: 00001						
Fecha: 07/22/2022						
PACIENTE : 0021 años Género						
MEDIDAS GENERALES: Peso: , Talla: , Cintura: , Cadera: , Cuello: , Muñeca:						
PLIEGUES CUTANEOS: Biceps: , Triceps: , Subescapular: , Suprailiaco:						
PERFIL LIPIDICO: Colesterol HDL: , Trglícéridos:						
INDICE DE DISTRIBUCION DE LA GRASA CORPORAL						
IMC:						
CCu:						
ICC:						
INDICE DE OBESIDAD ABDOMINAL						
CC:						
ICT:						
IAV:						
COMPOSICION CORPORAL						
Porcentaje Graso:						
Masa Libre de Grasa:						
ESTRUCTURA CORPORAL						
Compleción Corporal:						
Peso Saludable:						
Observaciones :						
Firma: _____						

El reporte de tabla de intercambios contiene una información cruzada correspondiente a los diferentes grupos de alimentos, las ingestas diarias y los intercambios correspondientes a cada ingesta por grupo de alimento.

Figura 54: Reporte de Tabla de Intercambios

Form005		
SISTEMA DE DIETAS POR INTERCAMBIO DE ALIMENTOS		
Dieta por Intercambios		
IdEvaluacion: 00001		
Fecha: 07/22/2022		
idDieta: 001		
PACIENTE : 0021 Sandra Reyes Ruiz		Calorías: 2000.0
	DESAYUNO	MEDIA MAÑANA
Lacteos...:	1	0
Frutas.....:	1	1
Verduras...:	1	0
Farináceos:	3	2
Proteínas.:	0.5	0.5
Grasas.....:	1	0
	ALMUERZO	
Lacteos...:	1	
Frutas.....:	2	
Verduras...:	1	
Farináceos:	6	
Proteínas.:	1.1	
Grasas.....:	2	
	MEDIA TARDE	CENA
Lacteos...:	0	1
Frutas.....:	1	1
Verduras...:	0	1
Farináceos:	2	4
Proteínas.:	0.5	0.7
Grasas.....:	0	1

Fuente Propia de la Investigación

2.2.9 Prototipo

Se ha elaborado un prototipo con los módulos principales del sistema. Aunque la funcionalidad de este prototipo es limitada, se han habilitado las funciones de los cálculos que se realizan al diseñar una dieta por intercambios.

La finalidad de este prototipo es brindar un ejemplo práctico y real de como el diseño de sistemas puede agilizar los cálculos en la realización de las dietas antes mencionadas.

En el prototipo se han desarrollado los módulos principales con las funcionalidades descritas a continuación.

- a) Módulo de registro de pacientes. Muestra la facilidad para registrar los datos del paciente.

Figura 55: Prototipo Módulo de Registro de Pacientes

Nuevo Paciente

Nombre: Fecha:

Dirección:

Fecha de Nacimiento:

Teléfono:

Género: M F

Mis Pacientes

Fecha	Nombre	Edad	Genero	
04/26/23	Sandra Betances	55	Femenino	<input type="button" value="Antropometría"/>

Fuente Propia de la Investigación

- b) Módulo de Evaluación cuenta con las siguientes funcionalidades:
 - Permite registrar las medidas del paciente.

- Realiza los cálculos relativos a la evaluación antropométrica.
- Muestra la valoración de los cálculos antropométricos.
- Muestra el riesgo nutricional del paciente de acuerdo con los resultados de los cálculos antropométricos.
- Simula un reporte de evaluación del estado nutricional del paciente.
- La funcionalidad de almacenar datos no está desarrollada.

Figura 56: Prototipo Módulo de Evaluaciones

Sistema de Dietas por Intercambios — □ ×

EVALUACIONES

Paciente Nombre : Sandra Betances Edad: 55 Genero : F Fecha: 04/26/23

Medidas Generales		Plegues Cutáneos (mm)		Laboratorio :					
Peso (Kg) :	54	Muñeca (Cm) :	15	Biceps :	10	Supra Iliaco :	10	HDL :	60
Talla (Cm) :	164	Cintura (Cm) :	84	Triceps :	10	Sub Escapular :	10	Triglicéridos :	150
Cuello (Cm) :	34	Cadera (Cm) :	100						

Indicadores de Distribución de la Grasa Corporal

IMC	20.08	Normal	i
CCu	34	Normal	i
ICC	0.84	Obesidad Ginecoide	i

Composición Corporal

% G. :	30.32	Sobrepeso
MLG :	69.68	

Indicadores de Obesidad Abdominal

CC	84	Rango Normal	i
ICT	0.51	Incrementado	i
IAV	2.12	Leve	i

Estructura Corporal

Complex C :	0.09	Grande
Peso Ideal :	64.0 Kg	144.0 lbs.

Evaluacion

Gasto Metabólico : 1608.16 Calorías de la Dieta : 1608.16 Plan Nutricional

Fuente Propia de la Investigación

- c) Módulo de Intercambios que cuenta con las siguientes funcionalidades:
- Permite seleccionar los porcentajes de macronutrientes.
 - Permite seleccionar los porcentajes de repartos diarios.
 - Muestra el cálculo de intercambios y permite a la vez que sean modificados de acuerdo con el criterio del profesional de la nutrición.
 - Produce un reporte en pantalla de una dieta por intercambios y un reporte de la tabla de equivalencias.

Figura 57: Prototipo Módulo de Intercambios

Sistema de Dietas por Intercambios

INTERCAMBIOS

idEvaluación: Paciente Nombre: Sandra Reyes Ruiz Calorías de la dieta:

Macronutrientes

% Carbohidratos:	<input type="text" value="55"/>	<input type="text" value="1100.00"/>	<input type="text" value="275.00"/>
% Proteínas:	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="300.00"/>	<input type="text" value="75.00"/>
% Grasas:	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="600.00"/>	<input type="text" value="66.67"/>
Totales:	<input type="text" value="100.00"/>	<input type="text" value="2000.00"/>	<input type="text" value="416.67"/>

Ingestas

% Desayuno:	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="400.00"/>	% Media T.:	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="200.00"/>
% Media M.:	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="200.00"/>	% Cena:	<input type="text" value="25"/>	<input type="text" value="500.00"/>
% Almuerzo:	<input type="text" value="35"/>	<input type="text" value="700.00"/>	Totales:	<input type="text" value="100.00"/>	<input type="text" value="2000.00"/>

Intercambios

	lacteos	Frutas	Verduras	Farinaceos	Proteinas	Grasas	TOTALES
Desayuno	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="3"/> e	<input type="text" value="0.5"/> e	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="468.50"/>
Media M.	<input type="text" value="0"/> e	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="0"/> e	<input type="text" value="2"/> e	<input type="text" value="0.5"/> e	<input type="text" value="0"/> e	<input type="text" value="174.50"/>
Almuer...	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="2"/> e	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="6"/> e	<input type="text" value="1.1"/> e	<input type="text" value="2"/> e	<input type="text" value="787.50"/>
Media T.	<input type="text" value="0"/> e	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="0"/> e	<input type="text" value="2"/> e	<input type="text" value="0.5"/> e	<input type="text" value="0"/> e	<input type="text" value="174.50"/>
Cena	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="4"/> e	<input type="text" value="0.7"/> e	<input type="text" value="1"/> e	<input type="text" value="531.50"/>
	<input type="button" value="Imprimir Dieta"/> <input type="button" value="Imprimir Equivalencias"/>						<input type="text" value="2136.50"/>

Fuente Propia de la Investigación

En el siguiente link se puede visualizar una demostración del funcionamiento del prototipo:

https://www.youtube.com/watch?v=t62KVMC__8Y

2.2.10 Evaluación

Los resultados obtenidos en esta investigación han sido evaluados mediante diversas pruebas cuyos detalles se pueden observar en los apartados anexos a este documento. Se realizaron pruebas de complejidad ciclomática con la finalidad de medir la lógica utilizada en los flujogramas para conseguir la exactitud de los cálculos revisando que el flujo de procesos sea congruente y consistente con el análisis realizado. Los detalles de estas pruebas se pueden observar en el anexo A.

Se realizaron pruebas unitarias y pruebas integradas que comprueban la rapidez y precisión del prototipo desarrollado. Los detalles de estas pruebas se pueden observar en los anexos B C y F.

Se efectuaron además pruebas de usuario culminadas con una entrevista que arrojó un importante informe de retroalimentación y una encuesta que mide el nivel de satisfacción del usuario. Los detalles de las mismas se encuentran en los anexos D y E. En el anexo G se muestra una carta remitida por la Dra. Tadia Smith quien coordinó las pruebas de usuario.

EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD DE LOS CÁLCULOS Y SU CONSISTENCIA CON EL ANÁLISIS REALIZADO.

Se realizaron 80 prueba de complejidad ciclomática para evaluar la exactitud de los cálculos tomando como referencia el análisis realizado. De manera particular se evaluó la congruencia de los requisitos funcionales con los flujogramas que describen la secuencia de pasos seguidos en la realización de los cálculos. Las pruebas están detalladas en el ANEXO A.

Los hallazgos fueron los siguientes:

Tabla 16: Hallazgo de los casos de prueba de complejidad ciclomatica

HALLAZGOS DE LOS CASOS DE PRUEBA DE COMPLEJIDAD CICLOMÁTICA	Referencia	Número de Pruebas	Resultados		Estatus
			Erróneos	Correctos	
Densidad corporal, porcentaje graso y masa libre de grasa	Flujograma #1	10	0	10	Aprobado
Puntos de Corte del porcentaje Graso	Flujograma #1a	10	0	10	Aprobado
Complexión Corporal	Flujograma #2	6	0	6	Aprobado
Índice de Masa Corporal (IMC)	Flujograma #3	7	0	7	Aprobado

Circunferencia de Cuello	Flujograma #4	4	0	4	Aprobado
Índice de Cintura Cadera (ICC)	Flujograma #5	4	0	4	Aprobado
Circunferencia de la cintura (CC)	Flujograma #6	4	0	4	Aprobado
Índice de Cintura Talla (ICT)	Flujograma #7	2	0	2	Aprobado
Índice de Adiposidad Visceral (IAV)	Flujograma #8	27	0	27	Aprobado
Gasto Metabólico	Flujograma #9	2	0	2	Aprobado
Perfiles Calóricos	Flujograma #10	3	0	3	Aprobado
Repartos e Intercambios	Flujograma #11a-11e	1	0	1	Aprobado

Fuente Propia de la Investigación

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS POR EL PROTOTIPO.

a) Pruebas Unitarias. Se realizaron 63 pruebas unitarias distribuidas entre los diferentes cálculos utilizando los caminos básicos y datos de entradas generados en las pruebas de complejidad ciclomática. Esta evaluación verifica el cumplimiento de los requisitos funcionales #2,#3,#4,#5, #6 y los detalles están plasmados en el ANEXO B

Los hallazgos fueron los siguientes:

Tabla 17: Hallazgos de la Pruebas Unitarias

HALLAZGOS DE LAS PRUEBAS UNITARIAS	Número de Pruebas	Resultados		Estatus
		Erróneos	Correctos	
Porcentaje graso y masa libre de grasa	10	0	10	Aprobado
Complejión Corporal	6	0	6	Aprobado
Índice de Masa Corporal (IMC)	7	0	7	Aprobado
Circunferencia de Cuello	4	0	4	Aprobado
Índice de Cintura Cadera (ICC)	4	0	4	Aprobado
Circunferencia de la cintura (CC)	4	0	4	Aprobado
Índice de Cintura Talla (ICT)	2	0	2	Aprobado
Índice de Adiposidad Visceral (IAV)	20	0	20	Aprobado
Gasto Metabólico	2	0	2	Aprobado
Perfiles Calóricos	3	0	3	Aprobado
Repartos e Intercambios	1	0	1	Aprobado

Fuente Propia de la Investigación

b) Prueba Integrales. Ver detalles en el ANEXO C.

Tabla 18: Hallazgos de las Pruebas Integrales

HALLAZGOS DE LAS PRUEBAS INTEGRALES	Número de Pruebas	Resultados		Estatus
		Erróneos	Correctos	
Prueba de todos los módulos del prototipo	1	0	1	Aprobado

PRUEBAS DE TIEMPO ESTIMADO DE LOS CALCULOS AUTOMATIZADOS

Estas pruebas se encuentran detalladas en el ANEXO F.

Los hallazgos fueron los siguientes:

Tabla 19: Hallazgos de las Pruebas de Tiempo Estimado de los Cálculos Automatizados

HALLAZGOS DE LAS PRUEBAS DE TIEMPO ESTIMADO DE CALCULOS AUTOMATIZADOS			Estatus de la prueba
Tiempo promedio General	7.3	minutos	Aprobada
Tiempo para usuarios principiantes	10.1	minutos	Aprobada
Tiempo para usuarios intermedios	6.9	minutos	Aprobada
Tiempo para usuarios expertos	4.9	minutos	Aprobada

Fuente Propia de la Investigación

PRUEBAS DE SATISFACCIÓN DE USUARIOS Y FACILIDAD DE USO DEL PROTOTIPO.

Pruebas de usuario tipo beta. (En el domicilio del usuario). El prototipo fue evaluado durante el período diciembre 2022 a Mayo del 2023 en el centro médico Trinity Medical Centre en la ciudad de St. Jon's Antigua. La evaluación fue realizada en tres instituciones diferentes: Trinity Medical Centre, Antigua and Barbuda Defense Force. Estos lugares fueron seleccionadas de acuerdo a la facilidad de acceso y la disponibilidad de los mismos. Al final del ciclo se realizó una entrevista de retroalimentación con los hallazgos siguientes: (El formato de la prueba y el cuestionario de la entrevista se encuentra en el ANEXO D).

Resultados de la Entrevista de Retroalimentación

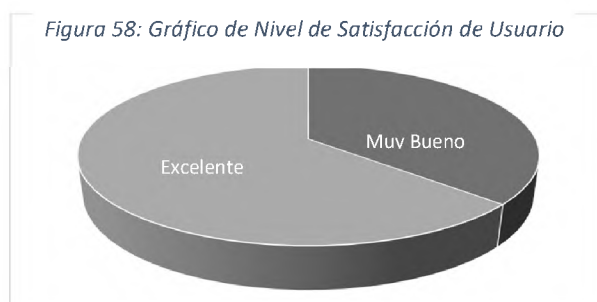
1. *El prototipo permite, de manera fácil e intuitiva, el registro de las medidas antropométricas del paciente : peso, talla, circunferencias de cuello, muñeca, cintura; las medidas de los pliegues cutáneos bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco y las analíticas de colesterol HDL y triglicéridos.*
2. *El prototipo realiza con exactitud las fórmulas indicadas en el marco teórico de este proyecto calculando los siguientes indicadores antropométricos : %G, MLG, Complejón corporal, IMC, ICC, ICT, IAV.*

3. El prototipo maneja las diferentes tablas de puntos de corte plasmadas en este proyecto para valorar con exactitud los resultados de las medidas y cálculos antropométricos realizados.
4. El prototipo calcula con exactitud los diferentes indicadores antropométricos y sus valoraciones correspondientes.
5. El prototipo calcula el gasto metabólico total GMB de manera precisa, utilizando la fórmula de Harris and Benedict.
6. El sistema permite el registro de los perfiles calóricos de la dieta y realiza los cálculos de los perfiles calóricos de manera correcta.
7. El sistema permite el registro de los porcentajes de repartos diarios y realiza la distribución de las calorías de manera correcta.
8. El sistema calcula la tabla de intercambios de correcta basada en las calorías de la dieta.

Encuesta de Satisfacción de usuario. (Ver formulario de la encuesta en ANEXO E)

Tabla 20: Hallazgo de las Encuestas de Satisfacción de Usuario.

HALLAZGO DE LAS ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN DE USUARIO	
Categorías	Número de respuestas
1. Deficiente	0
2. Aceptable	0
3. Bueno	0
4. Muy Bueno	73
5. Excelente	127



La Tabla #20 y el Gráfico #58 Son Fuente Propia de la Investigación

CARTA REMITIDA POR USUARIOS: Ver Anexo G.

2.3 Discusión

En la etapa de investigación se pudo comprobar que existe suficiente documentación de fuentes muy respetables que instruyen sobre los procedimientos científicos involucrados en el diseño de dietas nutricionales utilizando el método de intercambio de alimentos, sin embargo en la práctica, algunas etapas son obviadas debido a lo tedioso de los cálculos necesarios para llevarlas a cabo.

En los centros de salud seleccionados como casos de estudio por esta investigación se pudo observar que el proceso manual era bastante incompleto pues solo se tomaban las medidas de peso y talla calculándose únicamente el índice de masa corporal IMC como indicador antropométrico para valorar el estado nutricional del paciente. No se tomaban en cuenta los indicadores de distribución de la grasa corporal, que son los que permiten determinar la forma en que la grasa corporal se distribuye en las distintas partes del cuerpo. Tampoco se tomaban en cuenta los indicadores de obesidad abdominal y adiposidad visceral que son los mayores indicadores de riesgo metabólico.

Aunque no se puede establecer que este caso sea común a todos los centros nutricionales, sí se puede inferir que una evaluación completa involucra una gran cantidad de fórmulas y cálculos matemáticos. Debido a esto es comprensible que se trate de acortar el proceso cuando se realiza proceso de forma manual. La omisión de fórmulas importantes sumado a los errores de cálculo, es otros de los factores que corroe la precisión de la evaluación antropométrica realizada de forma manual.

La automatización de los cálculos brindadas por el prototipo producido por esta investigación fue muy bien recibida por los profesionales de los centros de salud en los cuales se implementó. Se observó que a los pacientes se les comenzaron a tomar todas las medidas antropométricas requeridas, se utilizaban todos los índices antropométricos calculados por el sistema y su respectiva valoración y puntos de corte.

La automatización de los cálculos brindó un diagnóstico completo y preciso que permitió a los profesionales de la nutrición identificar el nivel de obesidad y además la forma en que la grasa se distribuye en las diferentes partes del cuerpo. Esto no solo ayudó al área de nutrición en el diseño de dietas más precisas, sino que esta información fue utilizada

por el personal médico brindando un tratamiento integral al paciente en su condición de salud.

En lo referente al tiempo que se toma realizar los cálculos de manera manual se observó que los pacientes tenían que esperar dos semanas para obtener su diagnóstico y su dieta. Luego de la automatización del proceso los resultados se entregan el mismo día.

El prototipo desarrollado por esta investigación muestra el nivel de riesgo del paciente a padecer enfermedades metabólicas. Se ha observado que esta información resulta muy interesante para los profesionales de la medicina ayudándoles a desarrollar tratamientos preventivos de manera anticipada a la enfermedad. En lo relativo al paciente, conocer su nivel de riesgo genera una mayor disposición para adaptarse a los planes alimentarios que se le asignen.

CAPÍTULO 3 CONCLUSIONES

En la presente investigación se tuvo como objetivo la implementación de un prototipo de software destinado a automatizar los procesos de cálculo involucrados en la elaboración de dietas nutricionales por el método de intercambio de alimentos.

Al completarse satisfactoriamente todas las etapas del análisis y diseño de sistemas modeladas en el prototipo desarrollado, se concluye que es posible aplicar todas las herramientas de desarrollo de software al diseño de dietas por intercambios de alimentos.

Ha quedado demostrado que, el prototipo producto de esta investigación reduce considerablemente el tiempo empleado en realizar los cálculos antropométricos, gasto metabólico e intercambios.

Se ha comprobado que, las facilidades modeladas por el prototipo permiten al nutricionista realizar una evaluación del estado nutricional del paciente más amplia y completa lo que se traduce en dietas más eficientes.

Se sugiere que, para un futuro resultaría interesante el expandir el prototipo a entornos web y aplicaciones móviles. Se podrían adicionar otras funcionalidades tales como el manejo de citas y el diseño de platillos específicos, recetas y menús.

Se sugiere además manejar aspectos de seguridad que garanticen la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información evitando que personas no autorizadas puedan acceder a la información, manipularla o destruirla.

Finalmente conviene recomendar que, los softwares de nutrición sean desarrollados de forma sencilla y fácil de utilizar ya que muchos profesionales de la nutrición poseen limitados conocimientos en el área de la informática.

CAPITULO 4 REFERENCIAS

- Amato, M. C., & Giordano, C. (2014). Visceral adiposity index: An indicator of adipose tissue dysfunction. In *International Journal of Endocrinology* (Vol. 2014). Hindawi Publishing Corporation. <https://doi.org/10.1155/2014/730827>
- Aragon, G. de. (2019). Dieta por intercambios: la dieta personalizada, libremente planificada. *Documentos, Gobierno de Aragón*.
<https://www.aragon.es/documents/20127/6059160/dieta+intercambios.pdf/e305d472-652d-7cd3-3a15-87d9f14141af?version=1.0&t=1563636359305>
- Ballesta Purroy, S. (2021). *Viabilidad de los índices antropométricos de adiposidad basados en el peso (body weight - related) y los índices basados en la forma (body shape - related) en la predicción del síndrome metabólico y de la enfermedad cardiovascular en población adulta*.
<https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/126947>
- Cáceres, P., Lataste, C., Uribe, D., Herrera, J., Basfi-fer, K., Cáceres, P., Lataste, C., Uribe, D., Herrera, J., & Basfi-fer, K. (2020). Sistema de porciones de intercambio de alimentos en Chile y el mundo: Historia, usos y consideraciones. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(3), 484–492. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000300484>
- Carbajal Azcona, Á. (2018). *Guía de Prácticas de Nutrición y Dietética*. Dpto. de Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Universidad Complutense de Madrid.
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2019-01-04-Guia-Practicas-2019-web.pdf>
- Carbajal Azcona, Á. (2020). *Valoración de la composición corporal Antropometría y Bioimpedancia (BIA)*.

- Cuevas, A., & Ryan, D. (2022). *Obesidad: La otra pandemia del siglo XXI*. World Obesity Federation. <https://www.scribd.com/read/609216442/Obesidad-La-otra-pandemia-del-siglo-XXI>
- Diaz Cordova, D., & Nasanovsky, J. (2022). *Manual del Usuario del Software REP (Reporte | Manualzz*. The Universal Manuals Library. <https://manualzz.com/doc/5309066/manual-del-usuario-del-software-rep--reporte>
- Diaz Cordova, D., Scibona, F., & Nasanovsky, J. (2018). *Informática y nutrición, conceptos y aplicaciones*. Díaz Córdoba, Diego Scibona, Florencia Nasanovsky, Jorge - Free Download PDF. Silo.Tips. <https://silo.tips/download/informatica-y-nutricion-conceptos-y-aplicaciones-diaz-cordova-diego-scibona-flor>
- Dietowin. (2022). *Dietowin Software de Nutrición para Nutricionistas Técnicos Superiores*. <https://www.dietowin.es/>
- eccam. (2022). *ReqView Simple Yet Powerful Software and System Requirements Management*.
- FAO. (2022). *INFOODS: INFOODS*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/infoods/infoods/en/>
- Fisterra. (2006). *Dieta por intercambios*. Hospital Universitario Ramón y Cajal.
- García, M. (2021, January 27). *Lo que debes saber de diseño de interfaces y cómo aplicarlo en tu proyecto | ESDESIGN*. Escuela Superior de Diseño de Barcelona. <https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/disenio-web/lo-que-debes-saber-de-diseno-de-interfaces-y-como-aplicarlo-en-tu-proyecto>
- Gonzalez Ramirez, L., Peraza Duarte, E., Avila Lopez, J. C., Janssen Aguilar, R., Molina Seguí, F., Huerta Quintanilla, R., Hernández Hernández, A. M., Canto Lugo, E., & Laviada Molina, H. A. (2018). *circunferencia del cuello como indicador de sobrepeso*.

- Hogan, R. (2018). *A Practical Guide to Database Design*.
- Hsu-Hage, B. H. ; W. M.-C. (1996). *Internet and the International Nutritional Community*. Asia Pacific Journal Clinical Nutrition.
<https://apjcn.nhri.org.tw/server/APJCN/5/2/57.pdf>
- ISO/IEC/IEE. (2018). Systems and software engineering-Life cycle processes-Requirements engineering. *International Standard*.
https://webstore.iec.ch/preview/info_isoiecieee29148%7Bed2.0%7Den.pdf
- Jayedi, A., Soltani, S., Zargar, M. S., Khan, T. A., & Shab-Bidar, S. (2020). Central fatness and risk of all cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of 72 prospective cohort studies. *PubMed*, 370.
<https://doi.org/10.1136/BMJ.M3324>
- Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2020). *Systems Analysis and Design 10th edition*.
- Leonardo, D., Merizalde, A., Trujillo, C. A., Luisa, M., & Luna, P. (2020). La circunferencia del cuello y síndrome metabólico Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones: Circunferencia de cuello y síndrome metabólico (Neck circumference and metabolic syndrome). *Scielo*.
<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.1036>
- Maunder, K., Williams, P. G., Walton, K., & Alexandra Hospital Eleanor Beck, P. (2014). Introduction to nutrition informatics in Australia Maree Ferguson Publication Details. *Faculty of Science, Medicine and Health. University of Wollongong*.
<http://ro.uow.edu.au/smhpapers/2623>
- Molero Prieto, X. (2016). *Un Viaje a la Historia de la Informática* (Universitat Politècnica de Valencia, Ed.). <https://museo.inf.upv.es/wp-content/uploads/2021/04/Un-viaje-a-la-historia-de-la-informatica.pdf>
- Møller, A. (2022, December 25). *LanguaL Home Page*. Danish Food Informatics; Danish Food Information. <https://www.languaL.org/default.asp>

- Montes, B. H. (2021). Concordancia entre antropometría y bioimpedancia para la estimación del porcentaje graso en adultos (18-59 Años) de la Universidad de Caldas-Manizales. *Facultad de Ciencias Para La Salud. Universidad de Caldas. Manizales. Colombia.*
- Nutrimind. (2022). *Software Nutrimind.*
- OMS. (2021, June 9). *Obesidad y sobrepeso.* Organización Mundial de La Salud.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Palafox Lopez, M. E., & Ledesma Solano, J. A. (2021). *Manual de Formulas y tablas para la intervención nutricional* (4th ed.).
[https://bookshelf.vitalsource.com/reader/books/9786071515391/epubcfi/6/24\[%3Bvnd.vst.idref%3Dchapter01\]!/4/2](https://bookshelf.vitalsource.com/reader/books/9786071515391/epubcfi/6/24[%3Bvnd.vst.idref%3Dchapter01]!/4/2)
- Pérez Grana, R. (2013). *Exactitud de las tablas de composición de alimentos en la determinación de nutrientes.*
https://scielo.isciii.es/pdf/sm/v69n2/08_informe1.pdf
- phpMyadmin. (2023). *phpMyAdmin Documentation Release 5.1.4.*
- Pino, J., Martínez, P., & Vergara, J. A. (2020). *Fundamentos de la Programación En Java.* Editorial Círculo Rojo.
- Quirónsalud. (2018, October 19). *¿Qué es una dieta por intercambios? | Quirónsalud.* Hospital Quirónsalud San José.
<https://www.quironsalud.es/es/comunicacion/notas-prensa/dieta-intercambios>
- Ramos, F. (2019). *Manual de Usuario de Nutrium - Nutrium Blog.* Nutrium.
<https://nutrium.com/blog/es/manual-de-usuario-de-nutrium/>
- Rodríguez-Pérez, M. C. (María C.), Larralde-Berrio, J. (J.), & Martinez, J. A. (José A. (1994). Usos y aplicaciones de programas informáticos en nutrición y dietética. *Depósito Académico Digital Universidad de Navarra.*
<https://dadun.unav.edu/handle/10171/38526>

- Ross Watson, R. (2019). *NUTRITION IN THE PREVENTION AND TREATMENT OF ABDOMINAL OBESITY SECOND EDITION*.
- Salas-Salvadó, J., Sanjume, A. B., Trallero Casañas, R., Saló Solà, E., & Burgos Peláez, R. (2019). *Nutrición y dietética clínica 4.ª EDICIÓN*.
- Salvadó, J. S., Sanjume, A., Casañas, J. T., Solá, E., & Peláez, R. B. (2019). *Nutrición y Dietética Clínica 4ta. Edición*. Elsevier.
- Sanchez Peño, J. M. (2015). *Pruebas de Software. Fundamentos y Técnicas*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sommerville, I. (2016). *Software engineering (10th edition)*. In *Pearson Education Limited*.
- Thomas, D., & Hunt, A. (2020). *The Pragmatic Programmer: your journey to mastery, 20th Anniversary Edition, 2nd Edition*.
- Tilley, S. (2019). *System Analysis and Design*. CENGAGE.
- TutorialsPoint. (2017). *MS-VISIO*.
- Ugalde, P. Z., García, V. G., Hernández, D. G., & Ramírez, R. A. C. (2020). Relación del índice cintura-talla (ICT) con cintura e Índice de Cintura Cadera como predictor para obesidad y riesgo metabólico en adolescentes de secundaria. *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, 19(3), 19–27. <https://doi.org/10.29105/respyn19.3-3>
- WHO. (2010). *A healthy lifestyle - WHO recommendations*.
<https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>

Anexo A PRUEBAS DE COMPLEJIDAD

CICLOMATICA

Pruebas de complejidad ciclomatica.

Objetivo: Evaluar la lógica seguida por los flujogramas diseñados para realizar los cálculos. Generar casos de prueba de los diferentes caminos básicos.

Referencia: Requisito funcional #2, 3,4,5,6.

Alcance:

- Flujograma para calcular la densidad corporal, el porcentaje graso y la masa libre de grasa.
- Flujograma para calcular la complexión corporal
- Flujograma para calcular el IMC
- Flujograma para evaluar la circunferencia del cuello.
- Flujograma para calcular el ICC
- Flujograma para evaluar la circunferencia de la cintura
- Flujograma para calcular el ICT
- Flujograma para calcular el IAV
- Flujograma para calcular el GMT
- Flujograma para calcular los perfiles calóricos
- Flujograma para calcular repartos e intercambios.

Proceso:

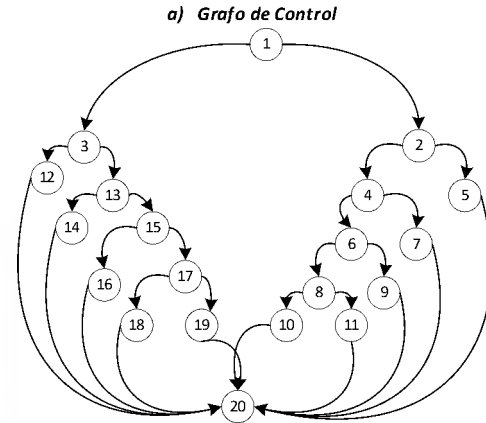
- Se construyó el grafo de control.
- Se identificaron todos los caminos básicos.
- Se construyeron casos de prueba para cada uno de los caminos básicos.
- Se realizaron las pruebas de forma manual siguiendo la lógica y las operaciones expresadas en el flujograma.
- Se compararon los resultados esperados con los resultados reales.

DENSIDAD CORPORAL, PORCENTAJE GRASO Y MASA LIBRE DE GRASA

Pre-condición: Registro del paciente.
Referencia: Flujograma #1.

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
<i>a=arcos n=nodos r=regommes nps=nodos de predicado simple</i>			
a	28	(a-n)+2	10
n	20	r	10
r	10	1+nps	10
nps	9		



c) Casos de Prueba

Conjunto Básico de Caminos Independientes													
#	Caminos	Entradas						Salidas esperadas					
		Biceps	triceps	Subesc	Suprail.	Genero	edad	A	C	M	DC	%G	MLG
1	1-2-4-6-8-10-20	20	20	20	20	F	51	80	1.1339	0.0645	1.011151	39.54	60.46
2	1-2-4-6-8-11-20	20	20	10	10	F	41	60	1.1333	0.0612	1.024477	33.17	66.83
3	1-2-4-6-9-20	20	10	20	10	F	31	60	1.1423	0.0632	1.029921	30.62	69.38
4	1-2-4-7-20	10	10	20	20	F	21	60	1.1599	0.0717	1.032407	29.46	70.54
5	1-2-5-20	10	10	10	10	F	17	40	1.1549	0.0678	1.04628	23.10	76.90
6	1-3-13-15-17-19-20	20	20	20	20	M	51	80	1.1715	0.0779	1.023249	33.75	66.25
7	1-3-13-15-17-18-20	20	20	10	10	M	41	60	1.162	0.07	1.037529	27.09	72.91
8	1-3-13-15-16-20	20	10	20	10	M	31	60	1.1422	0.0544	1.045469	23.47	76.53
9	1-3-13-14-20	10	10	20	20	M	21	60	1.1631	0.0632	1.050721	21.11	78.89
10	1-3-12-20	10	10	10	10	M	17	40	1.162	0.063	1.06107	16.51	83.49

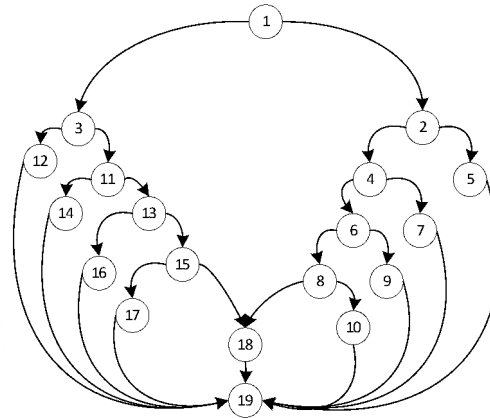
#	Salidas Reales					
	A	C	M	DC	%G	MLG
1	80	1.1339	0.0645	1.011151	39.54	60.46
2	60	1.1333	0.0612	1.024477	33.17	66.83
3	60	1.1423	0.0632	1.029921	30.62	69.38
4	60	1.1599	0.0717	1.032407	29.46	70.54
5	40	1.1549	0.0678	1.04628	23.10	76.90
6	80	1.1715	0.0779	1.023249	33.75	66.25
7	60	1.162	0.07	1.037529	27.09	72.91
8	60	1.1422	0.0544	1.045469	23.47	76.53
9	60	1.1631	0.0632	1.050721	21.11	78.89
10	40	1.162	0.063	1.06107	16.51	83.49

PUNTOS DE CORTE DEL PORCENTAJE GRASO
Referencia: Flujograma #1a..

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
arcos n=nodos r = regiones nps= nodos de predicado simple			
a	27	(a-n)+2	10
n	19	r	10
r	10	1+nps	10
nps	9		

a) Grafo de Control



c) Casos de Prueba

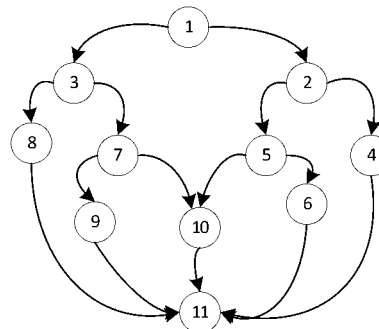
Conjunto Básico de Caminos Independientes									
#	Caminos	Pre-Condición				Entradas		Resultados Esperados	Resultados Reales
		Biceps	triceps	Subesc.	Suprail.	Genero	G		
1	1-2-4-6-8-18-19	20	20	20	20	F	39.54	Obesidad	Obesidad
2	1-2-4-6-8-10-19	10	20	10	10	F	30.90	Sobrepeso	Sobrepeso
3	1-2-4-6-9-19	10	10	8	10	F	24.84	Ligero Sobrepeso	Ligero Sobrepeso
4	1-2-4-7-19	8	8	7	8	F	20.10	Optimo	Optimo
5	1-2-5-19	5	5	5	6	F	14.68	Delgado	Delgado
6	1-3-11-13-15-18-19	20	20	20	20	M	33.75	Obesidad	Obesidad
7	1-3-11-13-15-17-19	10	20	10	10	M	24.56	Sobrepeso	Sobrepeso
8	1-3-11-13-16-19	10	10	8	10	M	18.63	Ligero Sobrepeso	Ligero Sobrepeso
9	1-3-14-14-19	8	8	7	8	M	13.12	Optimo	Optimo
10	1-3-12-19	5	5	4	5	M	7.72	Delgado	Delgado

COMPLEXION CORPORAL
Referencia: Flujograma #2.

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
a=arcos n=nodos r = regiones nps= nodos de predicado simple			
a	15	(a-n)+2	6
n	11	r	6
r	6	1+nps	6
nps	5		

a) Grafo de Control



c) Casos de Prueba

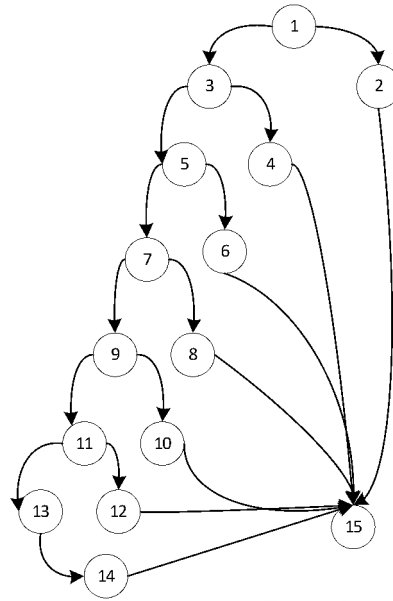
#	Rutas	Pre-condición	Entradas			Resultados Esperados		Resultados Reales	
			Genero	Talla	muñeca	Complexion	Valoración	Complexión	Valoración
1	1-2-4-6-11	Registro paciente	F	175	15	11.67	Pequeña	11.67	Pequeña
2	1-2-4-7-11	Registro paciente	F	160	15	10.67	Mediana	10.67	Mediana
3	1-2-5-11	Registro paciente	F	145	15	9.67	Grande	9.67	Grande
4	1-3-9-6-11	Registro paciente	M	175	15	11.67	Pequeña	11.67	Pequeña
5	1-3-9-10-11	Registro paciente	M	150	15	10.00	Mediana	10.00	Mediana
6	1-3-8-11	Registro paciente	M	140	15	9.33	Grande	9.33	Grande

INDICE DE MASA CORPORAL (IMC)
Referencia: Flujograma #3

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
<i>a</i> =arcos <i>n</i> =nodos <i>r</i> =regiones			
<i>nps</i> =nodos de predicado simple			
a	20	(a-n)+2	7
n	15	r	7
r	7	1+nps	7
nps	6		

a) Grafo de Control



c) Casos de Prueba

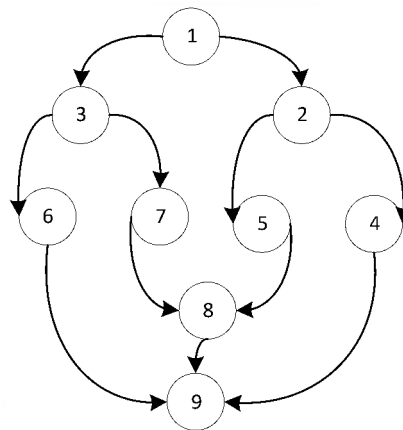
#	Rutas	Pre-condición	Entradas		Salidas esperadas		Resultados Reales	
			Peso	Talla	IMC	Valoración	IMC	Valoración
1	1-3-5-7-9-11-13-14-15	Registro del paciente	120	170	41.52	Obesidad 3	41.52	Obesidad 3
2	1-3-5-7-9-11-12-15	Registro del paciente	110	170	38.06	Obesidad 2	38.06	Obesidad 2
3	1-3-5-7-9-10-15	Registro del paciente	95	170	32.87	Obesidad 1	32.87	Obesidad 1
4	1-3-5-7-8-15	Registro del paciente	80	170	27.68	Preobesidad	27.68	Preobesidad
5	1-3-5-6-15	Registro del paciente	72.26	170	25.00	Sobrepeso	25.00	Sobrepeso
6	1-3-4-15	Registro del paciente	60	170	20.76	Normopeso	20.76	Normopeso
7	1-2-15	Registro del paciente	50	170	17.30	Insuficiencia	17.30	Insuficiencia

CIRCUNFERENCIA DEL CUELLO
Referencia Flujograma #4.

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
<i>a</i> =arcos <i>n</i> =nodos <i>r</i> =regiones			
<i>nps</i> =nodos de predicado simple			
a	11	(a-n)+2	4
n	9	r	4
r	4	1+nps	4
nps	3		

a) Grafo de Control

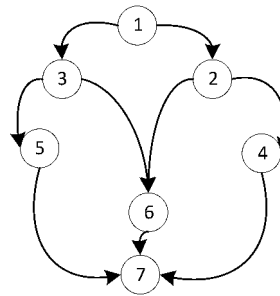


c) Casos de Prueba

#	Camino	Pre-Condición	Entradas		Salidas Esperadas	Resultados Reales
			Genero	Cuello	Valoración	Valoración
1	1-2-5-8-9	Registro de paciente	F	35	Riesgo	Riesgo
2	1-2-4-9	Registro de paciente	F	31	Saludable	Saludable
3	1-3-4-8-9	Registro de paciente	M	39	Riesgo	Riesgo
4	1-3-6-9	Registro de paciente	M	35	Saludable	Saludable

INDICE DE CINTURA CADERA
Referencia: Flujograma #5

a) Grafo de Control



b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

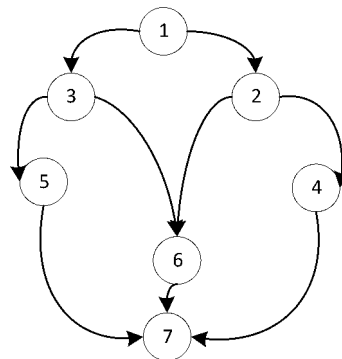
Complejidad Ciclomática			
<i>a</i> =arcos <i>n</i> =nodos <i>r</i> =regiones			
<i>nps</i> =nodos de predicado simple			
<i>a</i>	9	$(a-n)+2$	4
<i>n</i>	7	<i>r</i>	4
<i>r</i>	4	$1+nps$	4
<i>nps</i>	3		

c) Casos de Prueba

#	Camino	Pre-Condición	Entradas			Salidas esperadas		Salidas Reales	
			Genero	Cintura	Cadera	ICC	Validación	ICC	Valoración
1	1-2-6-7	Registro de Paciente	F	95	110	0.86	Androide	0.86	Androide
2	1-2-4-7	Registro de Paciente	F	85	110	0.77	Ginecoide	0.77	Ginecoide
3	1-3-6-7	Registro de Paciente	M	120	120	1.00	Androide	1.00	Androide
4	1-3-5-7	Registro de Paciente	M	115	120	0.96	Ginecoide	0.96	Ginecoide

CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA
Referencia: Flujograma #6

a) Grafo de Control



b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
<i>a</i> =arcos <i>n</i> =nodos <i>r</i> =regiones			
<i>nps</i> =nodos de predicado simple			
<i>a</i>	9	$(a-n)+2$	4
<i>n</i>	7	<i>r</i>	4
<i>r</i>	4	$1+nps$	4
<i>nps</i>	3		

c) Casos de Prueba

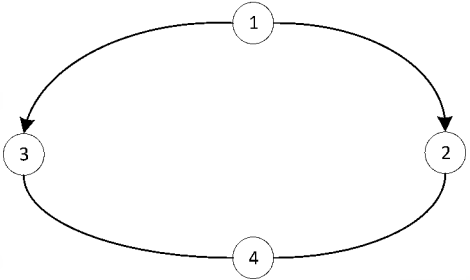
#	Camino	Pre-Condición	Entradas		Salidas Esperadas	Salidas Reales
			Genero	Cintura	Valoración	Valoración
1	1-2-6-7	Registro de Paciente	F	95	Obesidad Central	Obesidad Central
2	1-2-4-7	Registro de Paciente	F	85	Rango normal	Rango normal
3	1-3-6-7	Registro de Paciente	M	120	Obesidad Central	Obesidad Central
4	1-3-5-7	Registro de Paciente	M	101	Rango normal	Rango normal

INDICE DE CINTURA TALLA
Referencia: Flujograma #7

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
<i>arcos n=nodos r = regopmes nps=nodos de predicado sim</i>			
a	4	$(a-n)+2$	2
n	4	r	2
r	2	1+nps	2
nps	1		

a) Grafo de Control



c) Casos de Prueba

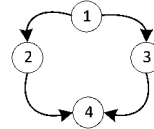
#	Caminos	Pre-Condición	Entradas			Resultados Esperados		Resultados Reales	
			Genero	cintura	Talla.	ICT	Valoración	ICT	Valoración
1	1-2-4	Registro de Paciente	F	100	160	0.63	Obesiad Abdominal	0.63	Obesiad Abdominal
2	1-3-4	Registro de Paciente	M	80	170	0.47	Normal	0.47	Normal

INDICE DE ADIPOSIDAD VISCERAL
Cálculo del (IAV)
Referencia: Flujograma #8

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
<i>a=arcos n=nodos r=regiones</i>			
<i>nps=nodos de predicado simple</i>			
a	4	$(a-n)+2$	2
n	4	r	2
r	2	$1+nps$	2
nps	1		

a) Grafo de Control



c) Casos de Prueba

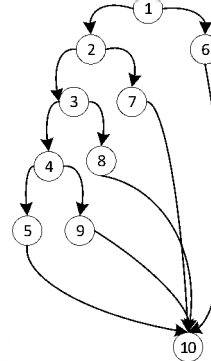
#	Caminos	Entradas					Pre-Condición							Salidas Esperadas		Salidas Reales	
		Genero	Peso	Talla	HDL	Triglid	CC	IMC	A	B	C	D	E	F	G	IAV	IAV
1	1-2-4	F	92.48	170	135	180	95	32	36.58	1.89	0.81	1.52	0.98	222.22	0.01	2.45	2.45
2	1-3-4	M	92.48	170	135	180	95	32	39.68	1.88	1.03	1.31	0.95	174.76	0.01	1.61	1.61

INDICE DE ADIPOSIDAD VISCERAL
Validación de la edad
Referencia: Flujograma 8.1

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
<i>a=arcos n=nodos r=regiones</i>			
<i>nps=nodos de predicado simple</i>			
a	13	$(a-n)+2$	5
n	10	r	5
r	5	$1+nps$	5
nps	4		

a) Grafo de Control



c) Casos de Prueba

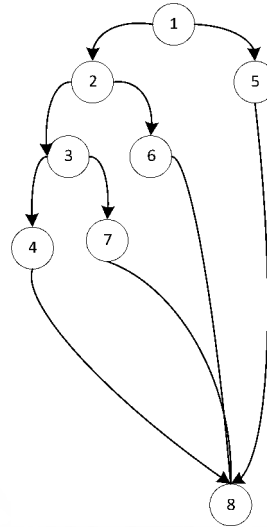
#	caminos	Pre-Condición	Entradas	Salidas Esperadas	Salidas obtenidas
			Edad	conector	conector
1	1-2-3-4-5-10	Cálculo del IAV	70	E	E
2	1-2-3-4-9-10	Cálculo del IAV	60	D	D
3	1-2-3-8-10	Cálculo del IAV	50	C	C
4	1-2-7-10	Cálculo del IAV	40	B	B
5	1-6-10	Cálculo del IAV	28	A	A

INDICE DE ADIPOSIDAD VISCERAL
Puntos de Corte I

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
<i>a=arcos n=nodos r=regiones</i>			
<i>nps = nodos de predicado simple</i>			
a	10	(a-n)+2	4
n	8	r	4
r	4	1+nps	4
nps	3		

a) Grafo de Control



c) Casos de Prueba

Conector A Referencia: Flujograma+C2:V27 8.2 Pre-Condición: Cálculo IAV y Validación de la edad. < 30 años																			
#	Camino	Entradas					Cálculos intermedios							Salidas Esperadas		Salidas obtenidas			
		Genero	Peso	Talla	HDL	Triglic	CC	IMC	A	B	C	D	E	F	G	IAV	Valoración	IAV	Valoración
1	1-2-3-4-9	M	100	150	50	200	90	44	39.68	1.88	1.03	1.31	0.73	194.17	0.03	3.72	severa	3.72	severa
2	1-2-3-7-9	M	100	150	70	200	90	44	39.68	1.88	1.03	1.31	0.73	194.17	0.02	2.65	moderada	2.65	moderada
3	1-2-6-9	F	100	150	55	100	90	44	36.58	1.89	0.81	1.52	0.75	123.46	0.03	2.55	baja	2.55	baja
4	1-5-9	F	100	150	70	100	90	44	36.58	1.89	0.81	1.52	0.75	123.46	0.02	2.00	ausente	2.00	ausente

Conector B Referencia: Flujograma 8.3 Pre-Condición: Cálculo IAV y Validación de la edad Edad ≥30 y edad <42																			
#	Camino	Entradas					Cálculos intermedios							Salidas Esperadas		Salidas obtenidas			
		Genero	Peso	Talla	HDL	Triglic	CC	IMC	A	B	C	D	E	F	G	IAV	Valoración	IAV	Valoración
1	1-2-3-4-9	M	100	150	50	200	90	44	39.68	1.88	1.03	1.31	0.73	194.17	0.03	3.72	severa	3.72	severa
2	1-2-3-7-9	M	100	150	50	150	90	44	39.68	1.88	1.03	1.31	0.73	145.63	0.03	2.79	moderada	2.79	moderada
3	1-2-6-9	F	100	150	85	150	90	44	36.58	1.89	0.81	1.52	0.75	185.19	0.02	2.47	baja	2.47	baja
4	1-5-9	F	100	150	100	150	90	44	36.58	1.89	0.81	1.52	0.75	185.19	0.02	2.10	ausente	2.10	ausente

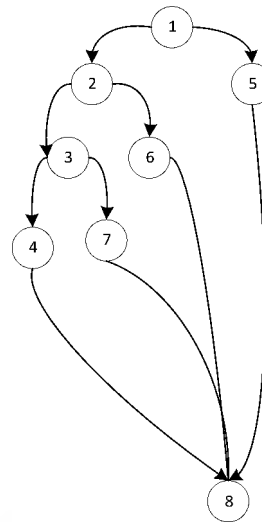
Conector C Referencia: Flujograma 8.4 Pre-Condición: Cálculo IAV y Validación de la edad Edad ≥42 y edad <52																			
#	Camino	Entradas					Cálculos intermedios							Salidas Esperadas		Salidas obtenidas			
		Genero	Peso	Talla	HDL	Triglic	CC	IMC	A	B	C	D	E	F	G	IAV	Valoración	IAV	Valoración
1	1-2-3-4-9	M	100	150	50	200	90	44	39.68	1.88	1.03	1.31	0.73	194.17	0.03	3.72	severa	3.72	severa
2	1-2-3-7-9	M	100	150	60	200	90	44	39.68	1.88	1.03	1.31	0.73	194.17	0.02	3.10	moderada	3.10	moderada
3	1-2-6-9	F	100	150	100	150	90	44	36.58	1.89	0.81	1.52	0.75	185.19	0.02	2.10	baja	2.10	baja
4	1-5-9	F	100	150	110	150	90	44	36.58	1.89	0.81	1.52	0.75	185.19	0.01	1.91	ausente	1.91	ausente

INDICE DE ADIPOSIDAD VISCERAL
Puntos de Corte II

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
<i>a</i> =arcos <i>n</i> =nodos <i>r</i> =regiones			
<i>nps</i> =nodos de predicado simple			
<i>a</i>	10	(<i>a</i> - <i>n</i>)+2	4
<i>n</i>	8	<i>r</i>	4
<i>r</i>	4	1+ <i>nps</i>	4
<i>nps</i>	3		

a) Grafo de Control



c) Casos de Prueba

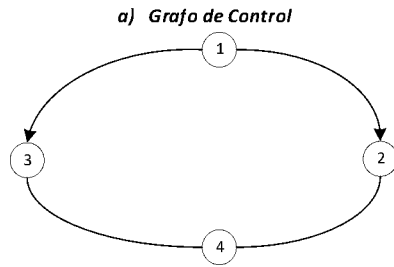
Conector D Referencia: Flujograma 8.5 Pre-Condición: Cálculo IAV y Validación de la edad																			
Edad ≥52 y edad <66																			
#	Camino	Entradas				Cálculos intermedios										Salidas Esperadas		Salidas obtenidas	
		Genero	Peso	Talla	HDL	Triglic	CC	IMC	A	B	C	D	E	F	G	IAV	Valoración	IAV	Valoración
1	1-2-3-4-9	M	100	150	60	150	90	44	39.68	1.88	1.03	1.31	0.73	145.63	0.02	2.32	severa	2.322	severa
2	1-2-3-7-9	M	100	150	60	150	90	44	39.68	1.88	1.03	1.31	0.73	145.63	0.02	2.32	moderada	2.322	moderada
3	1-2-6-9	F	100	150	100	150	90	44	36.58	1.89	0.81	1.52	0.75	185.19	0.02	2.10	baja	2.101	baja
4	1-5-9	F	100	150	100	100	90	44	36.58	1.89	0.81	1.52	0.75	123.46	0.02	1.40	ausente	1.401	ausente

Conector E Referencia: Flujograma 8.6 Pre-Condición: Cálculo IAV y Validación de la edad																			
Edad ≥66																			
#	Camino	Entradas				Cálculos intermedios										Salidas Esperadas		Salidas obtenidas	
		Genero	Peso	Talla	HDL	Triglic	CC	IMC	A	B	C	D	E	F	G	IAV	Valoración	IAV	Valoración
1	1-2-3-4-9	M	100	150	50	200	90	44	39.68	1.88	1.03	1.31	0.73	194.17	0.03	3.72	severa	3.715	severa
2	1-2-3-7-9	M	100	150	60	200	90	44	39.68	1.88	1.03	1.31	0.73	194.17	0.02	3.10	moderada	3.096	moderada
3	1-2-6-9	F	100	150	100	150	90	44	36.58	1.89	0.81	1.52	0.75	185.19	0.02	2.10	baja	2.101	baja
4	1-5-9	F	100	150	100	100	90	44	36.58	1.89	0.81	1.52	0.75	123.46	0.02	1.40	ausente	1.401	ausente

GASTO METABOLICO
Referencia: Flujograma #9

b) Cálculo de Complejidad Ciclomática

Complejidad Ciclomática			
rcos n=nodos r=regopmes nps=nodos de predicado sim			
a	4	(a-n)+2	2
n	4	r	2
r	2	1+nps	2
nps	1		

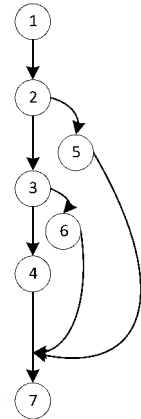


c) Casos de Prueba

Conjunto Básico de Caminos Independientes																	
#	Caminos	Precondición	Entradas					Constantes de la fórmula				Resultados Esperados			Resultados Reales		
			Genero	Peso	Talla.	edad	FA	A	B	C	D	GMB	TA	GMT	GMB	TA	GMT
1	1-2-4	Registro Paciente	F	73	150	20	1.2	655	9.6	1.8	4.7	1532	153.18	2021.98	1531.80	153	2021.98
2	1-3-4	Registro Paciente	M	80	150	35	1.3	66.4	13.7	5	6.8	1674	167.44	2394.39	1674.40	167	2394.39

PERFILES CALORICOS
Referencia: Flujograma #10

Complejidad Ciclomática			
rcos n=nodos r=regopmes nps=nodos de predicado sim			
a	8	(a-n)+2	3
n	7	r	3
r	3	1+nps	3
nps	2		



Conjunto Básico de Caminos Independientes																
#	Caminos	Pre-condición					Entradas									
		Genero	Peso	Talla.	edad	FA	GMT	Tipo	carbos	proteinas	grasas	desayuno	mediaM	almuerzo	mediaT	cena
1	1-2-3-4-7	F	73	150	20	1.2	2021.98	Normocal	55.00	15.00	30.00	20	10	35	10	25
2	1-2-3-6-7	M	65	150	40	1.3	2051.91	Hiperocal	50.00	20.00	30.00	20	10	35	10	25
3	1-2-5-7	M	80	150	35	1.3	2394.39	Hipocal	60.00	15.00	25.00	20	10	35	10	25

#	Caminos	Resultados Esperados								
		Calorías	Carbos	proteinas	grasas	CALD	CALM	CALA	CALT	CALC
1	1-2-3-4-7	2021.98	1112.09	303.30	606.59	404.40	202.20	707.69	202.20	505.50
2	1-2-3-6-7	2551.91	1275.96	510.38	765.57	510.38	255.19	893.17	255.19	637.98
3	1-2-5-7	1894.39	1136.63	284.16	473.60	378.88	189.44	663.04	189.44	473.60

#	Caminos	Resultados Reales								
		Calorías	Carbos	proteinas	grasas	CALD	CALM	CALA	CALT	CALC
1	1-2-3-4-7	2021.98	1112.09	303.30	606.59	404.40	202.20	707.69	202.20	505.50
2	1-2-3-6-7	2551.91	1275.96	510.38	765.57	510.38	255.19	893.17	255.19	637.98
3	1-2-5-7	1894.39	1136.63	284.16	473.60	378.88	189.44	663.04	189.44	473.60

REPARTOS E INTERCAMBIOS
Referencia: Flujogramas #11a-11e

Complejidad Ciclomática			
r cos n=nodos r = regopmes nps=nodos de predicado sim			
a	2	(a-n)+2	1
n	3	r	1
r	1	1+nps	1
nps	0		



Intercambios del Desayuno/Ref. Flujograma 11a		Resultados Esperados																
#	Caminos	Entradas				Calorias de macronutrientes			calorias para grupos de carbos				Intercambios					
		CALD	Carbos	proteinas	grasas	CALDC	CALDP	CALDG	CALDL	CALDFR	CALDV	CALDFA	des_lacteo	des_fruta	des_verdura	des_farinac	des_proteina	des_grasa
1	1-2-3	404.40	55.00	15.00	30.00	222.42	60.66	121.3	22.24	44.484	22.242	133.45	0.6	1.11	0.56	3.34	0.68	0.67

Resultados Reales													
#	Calorias de macronutrientes			calorias para grupos de carbos				Intercambios					
	CALDC	CALDP	CALDG	CALDL	CALDFR	CALDV	CALDFA	des_lacteo	des_fruta	des_verdura	des_farinac	des_proteina	des_grasa
1	222.42	60.66	121.3	22.24	44.484	22.242	133.45	0.6	1.11	0.56	3.34	0.68	0.67

Int. Media Mañana/ Ref. Flujograma 11b		Resultados Esperados																
#	Caminos	Entradas				Calorias de macronutrientes			calorias para grupos de carbos				Intercambios					
		CALM	Carbos	proteinas	grasas	CALMC	CALMP	CALMG	CALML	CALMFR	CALMV	CALMFA	mm_lacteo	mm_fruta	mm_verdura	mm_farinac	mm_proteina	mm_grasa
1	1-2-3	202.20	55.00	15.00	30.00	111.21	30.33	60.66	11.12	22.242	11.121	66.726	0.3	0.56	0.28	1.67	0.34	0.34

Resultados Reales													
#	Calorias de macronutrientes			calorias para grupos de carbos				Intercambios					
	CALMC	CALMP	CALMG	CALML	CALMFR	CALMV	CALMFA	mm_lacteo	mm_fruta	mm_verdura	mm_farinac	mm_proteina	mm_grasa
1	111.21	30.33	60.66	11.12	22.242	11.121	66.726	0.3	0.56	0.28	1.67	0.34	0.34

Intercambios del Almuerzo/ Ref. Flujograma 11c		Resultados Esperados																
#	Caminos	Entradas				Calorias de macronutrientes			calorias para grupos de carbos				Intercambios					
		CALAC	Carbos	proteinas	grasas	CALAC	CALAP	CALAG	CALAL	CALAFR	CALAV	CALAFA	alm_lacteo	alm_fruta	alm_verdura	alm_farinac	alm_proteina	alm_grasa
1	1-2-3	707.69	55.00	15.00	30.00	389.23	106.15	212.3	38.92	77.846	38.923	233.54	0.97	1.95	0.97	5.84	1.19	1.18

Resultados Reales													
#	Calorias de macronutrientes			calorias para grupos de carbos				Intercambios					
	CALAC	CALAP	CALAG	CALAL	CALAFR	CALAV	CALAFA	alm_lacteo	alm_fruta	alm_verdura	alm_farinac	alm_proteina	alm_grasa
1	389.23	106.15	212.3	38.92	77.846	38.923	233.54	1.0	1.95	0.97	5.84	1.19	1.18

REPARTOS E INTERCAMBIOS
(Continuación)

Intercambios Media Tarde /Ref. Flujograma 11d					Resultados Esperados													
#	Caminos	Entradas				Calorias de macronutrientes			calorias para grupos de carbos				Intercambios					
		CALT	Carbos	proteinas	grasas	CALTC	CALTP	CALTG	CTDL	CALFR	CALV	CALFA	mt_lacteo	mt_fruta	mt_verdura	mt_farinac	mt_proteina	mt_grasa
1	1-2-3	202.20	55.00	15.00	30.00	111.21	30.33	60.66	11.12	22.242	11.121	66.726	0.3	0.56	0.28	1.67	0.34	0.34

Resultados Reales													
#	Calorias de macronutrientes			calorias para grupos de carbos				Intercambios					
	CALTC	CALTP	CALTG	CTDL	CALFR	CALV	CALFA	mt_lacteo	mt_fruta	mt_verdura	mt_farinac	mt_proteina	mt_grasa
1	111.21	30.33	60.66	11.12	22.242	11.121	66.726	0.3	0.56	0.28	1.67	0.34	0.34

Intercambios del la Cena/Ref. Flujograma 11e					Resultados Esperados													
#	Caminos	Entradas				Calorias de macronutrientes			calorias para grupos de carbos				Intercambios					
		CALC	Carbos	proteinas	grasas	CALCC	CALCP	CALCG	CALCL	CALCFR	CALCV	CALCFA	cen_lacteo	cen_fruta	cen_verdura	cen_farinac	cen_proteina	cen_grasa
1	1-2-3	505.50	55.00	15.00	30.00	278.03	75.83	151.7	27.8	55.605	27.803	166.82	0.70	1.39	0.70	4.17	0.85	0.84

Resultados Reales													
#	Calorias de macronutrientes			calorias para grupos de carbos				Intercambios					
	CALCC	CALCP	CALCG	CALCL	CALCFR	CALCV	CALCFA	cen_lacteo	cen_fruta	cen_verdura	cen_farinac	cen_proteina	cen_grasa
1	278.03	75.83	151.7	27.8	55.605	27.803	166.82	0.7	1.39	0.70	4.17	0.85	0.84

Anexo B PRUEBAS UNITARIAS

Objetivo: Evaluar la precisión y exactitud de los cálculos realizados por el prototipo.

Referencia: Requisito funcional #2, 3,4,5,6.

Alcance:

- Cálculo y valoración de porcentaje graso y masa libre de grasa
- Cálculo de complejidad corporal
- Cálculo de IMC
- Valoración de la circunferencia del cuello
- Cálculo y valoración del ICC
- valoración de la circunferencia de la cintura
- Cálculo y valoración del ICT
- Cálculo y valoración del IAV
- Cálculo de GMT
- Cálculo de los perfiles calóricos
- Cálculo de los Repartos e intercambios

Proceso:

- Se utilizaron los casos de prueba generados en las pruebas de complejidad ciclométrica.
- Se introdujeron todos los datos al prototipo.
- Se verificaron los resultados arrojados por el prototipo comparándolos con los resultados esperados.

PRUEBAS DE CALCULO DE PORCENTAJE GRASO Y MASA LIBRE DE GRASA

#	Entradas						Salidas esperadas			Resultados Reales		
	Biceps	triceps	Subesc	Suprail.	Genero	edad	%G	Valoracion	MLG	%G	Valoracion	MLG
1	20	20	20	20	F	51	39.54	Obesidad	60.46	39.54	Obesidad	60.46
2	20	20	10	10	F	41	33.17	Obesidad	66.83	33.17	Obesidad	66.83
3	20	10	20	10	F	31	30.62	Sobrepeso	69.38	30.62	Sobrepeso	69.38
4	10	10	20	20	F	21	29.46	Sobrepeso	70.54	29.46	Sobrepeso	70.54
5	10	10	10	10	F	17	23.10	Ligero Sobrepeso	76.90	23.10	Ligero Sobrepeso	76.90
6	20	20	20	20	M	51	33.75	Obesidad	66.25	33.75	Obesidad	66.25
7	20	20	10	10	M	41	27.09	Obesidad	72.91	27.09	Obesidad	72.91
8	20	10	20	10	M	31	23.47	Sobrepeso	76.53	23.47	Sobrepeso	76.53
9	10	10	20	20	M	21	21.11	Sobrepeso	78.89	21.11	Sobrepeso	78.89
10	10	10	10	10	M	17	16.51	Ligero Sobrepeso	83.49	16.51	Ligero Sobrepeso	83.49

PRUEBAS DE CALCULO DE LA COMPLEXION CORPORAL

#	Entradas			Resultados Esperados		Resultados Reales	
	Genero	Talla	muñeca	Complexion	Valoración	Complexion	Valoración
1	F	175	15	11.67	Pequeña	11.67	Pequeña
2	F	160	15	10.67	Mediana	10.67	Mediana
3	F	145	15	9.67	Grande	9.67	Grande
4	M	175	15	11.67	Pequeña	11.67	Pequeña
5	M	150	15	10.00	Mediana	10.00	Mediana
6	M	140	15	9.33	Grande	9.33	Grande

PRUEBAS DE CALCULO DEL INDICE DE MASA CORPORAL (IMC)

#	Entradas		Salidas esperadas		Resultados Reales	
	Peso	Talla	IMC	Valoración	IMC	Valoración
1	120	170	41.52	Obesidad 3	41.52	Obesidad 3
2	110	170	38.06	Obesidad 2	38.06	Obesidad 2
3	95	170	32.87	Obesidad 1	32.87	Obesidad 1
4	80	170	27.68	Preobesidad	27.68	Preobesidad
5	72.26	170	25.00	Sobrepeso	25.00	Sobrepeso
6	60	170	20.76	Normopeso	20.76	Normopeso
7	50	170	17.30	Insuficiencia	17.30	Insuficiencia

PRUEBAS DE VALORACION DE LA CIRCUNFERENCIA DE CUELLO

#	Entradas		Salidas Esperadas	Resultados Reales
	Genero	Cuello		
1	F	35	Riesgo	Riesgo
2	F	31	Saludable	Saludable
3	M	39	Riesgo	Riesgo
4	M	35	Saludable	Saludable

PRUEBAS DE CALCULO DEL INDICE DE CINTURA CADERA (ICC)

#	Entradas			Salidas esperadas		Salidas Reales	
	Genero	Cintura	Cadera	ICC	Validación	ICC	Validación
1	F	95	110	0.86	Androide	0.86	Androide
2	F	85	110	0.77	Ginecoide	0.77	Ginecoide
3	M	120	120	1.00	Androide	1.00	Androide
4	M	115	120	0.96	Ginecoide	0.96	Ginecoide

PRUEBAS DE VALORACION DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA (CC)

#	Entradas		Salidas Esperadas	Salidas Reales
	Genero	Cintura	Valoración	Valoración
1	F	95	Obesidad Central	Obesidad Central
2	F	85	Rango normal	Rango normal
3	M	120	Obesidad Central	Obesidad Central
4	M	101	Rango normal	Rango normal

PRUEBAS DE CALCULO DEL INDICE DE CINTURA TALLA (ICT)

#	Entradas			Resultados Esperados		Resultados Reales	
	Genero	cintura	Talla.	ICT	Valoración	ICT	Valoración
1	F	100	160	0.63	Obesiad Abdominal	0.63	Obesiad Abdominal
2	M	80	170	0.47	Normal	0.47	Normal

PRUEBAS DE CALCULO DEL INDICE DE ADIPOSIDAD VISCERAL EN LAS DIFERENTES EDADES.

< 30 años										
#	Entradas						Salidas Esperadas		Salidas Reales	
	Genero	Peso	Talla	HDL	Triglic	CC	IAV	Valoración	IAV	Valoración
1	M	100	150	50	200	90	3.72	severa	3.72	severa
2	M	100	150	70	200	90	2.65	moderada	2.65	moderada
3	F	100	150	55	100	90	2.55	baja	2.55	baja
4	F	100	150	70	100	90	2.00	ausente	2.00	ausente
Edad ≥30 y edad <42										
#	Entradas						Salidas Esperadas		Salidas Reales	
	Genero	Peso	Talla	HDL	Triglic	CC	IAV	Valoración	IAV	Valoración
1	M	100	150	50	200	90	3.72	severa	3.72	severa
2	M	100	150	50	150	90	2.79	moderada	2.79	moderada
3	F	100	150	85	150	90	2.47	baja	2.47	baja
4	F	100	150	100	150	90	2.10	ausente	2.10	ausente
Edad ≥42 y edad <52										
#	Entradas						Salidas Esperadas		Salidas Reales	
	Genero	Peso	Talla	HDL	Triglic	CC	IAV	Valoración	IAV	Valoración
1	M	100	150	50	200	90	3.72	severa	3.72	severa
2	M	100	150	60	200	90	3.10	moderada	3.10	moderada
3	F	100	150	100	150	90	2.10	baja	2.10	baja
4	F	100	150	110	150	90	1.91	ausente	1.91	ausente
Edad ≥52 y edad <66										
#	Entradas						Salidas Esperadas		Salidas Reales	
	Genero	Peso	Talla	HDL	Triglic	CC	IAV	Valoración	IAV	Valoración
1	M	100	150	60	150	90	2.32	severa	2.32	severa
2	M	100	150	60	150	90	2.32	moderada	2.32	moderada
3	F	100	150	100	150	90	2.10	baja	2.10	baja
4	F	100	150	100	100	90	1.40	ausente	1.40	ausente
Edad ≥66										
#	Entradas						Salidas Esperadas		Salidas Reales	
	Genero	Peso	Talla	HDL	Triglic	CC	IAV	Valoración	IAV	Valoración
1	M	100	150	50	200	90	3.72	severa	3.72	severa
2	M	100	150	60	200	90	3.10	moderada	3.10	moderada
3	F	100	150	100	150	90	2.10	baja	2.10	baja
4	F	100	150	100	100	90	1.40	ausente	1.40	ausente

PRUEBAS DE CALCULO DEL GASTO METABOLICO TOTAL

#	Entradas					Resultados Esperados	Resultados Reales
	Genero	Peso	Talla.	edad	FA	GMT	GMT
1	F	73	150	20	1.2	2021.98	2021.98
2	M	80	150	35	1.3	2394.39	2394.39

PRUEBAS DE CALCULO DE PERFILES CALORICOS

#	Entradas									
	GMT	Tipo	Porcentajes de macros			Porcentajes de Ingestas				
			carbos	proteinas	grasas	desayuno	mediaM	almuerzo	mediaT	cena
1	2021.98	Normocal	55.00	15.00	30.00	20	10	35	10	25
2	2051.91	Hipercal	50.00	20.00	30.00	20	10	35	10	25
3	2394.39	Hipocal	60.00	15.00	25.00	20	10	35	10	25

Resultados Esperados									
#	Calorías de Macronutrientes				Calorías de ingestas				
	Calorías	Carbos	proteinas	grasas	Desayuno	Media M.	Almuerzo	Media T.	Cena
1	2021.98	1112.09	303.30	606.59	404.40	202.20	707.69	202.20	505.50
2	2551.91	1275.96	510.38	765.57	510.38	255.19	893.17	255.19	637.98
3	1894.39	1136.63	284.16	473.60	378.88	189.44	663.04	189.44	473.60

Resultados Reales									
#	Calorías de Macronutrientes				Calorías de ingestas				
	Calorías	Carbos	proteinas	grasas	Desayuno	Media M.	Almuerzo	Media T.	Cena
1	2021.98	1112.09	303.30	606.59	404.40	202.20	707.69	202.20	505.50
2	2551.91	1275.96	510.38	765.57	510.38	255.19	893.17	255.19	637.98
3	1894.39	1136.63	284.16	473.60	378.88	189.44	663.04	189.44	473.60

PRUEBAS DE CALCULO DE INTERCAMBIOS

#	Entradas									
	GMT	Tipo	Porcentajes de macros			Porcentajes de Ingestas				
			carbos	proteinas	grasas	desayuno	mediaM	almuerzo	mediaT	cena
1	2021.98	Normocal	55.00	15.00	30.00	20	10	35	10	25

	Lacteos	Frutas	Verduras	Farinaceos	Proteinas	Grasas
Desayuno	0.56	1.11	0.56	3.34	0.68	0.67
Media M	0.28	0.56	0.28	1.67	0.34	0.34
Almuerzo	0.97	1.95	0.97	5.84	1.19	1.18
Media T.	0.28	0.56	0.28	1.67	0.34	0.34
Cena	0.70	1.39	0.70	4.17	0.85	0.84

Anexo C PRUEBAS INTEGRALES

Objetivo: Evaluar funcionamiento general del prototipo.

Referencia: Requisito funcionales.

Alcance: Funcionamiento integral de los módulos del sistema y sus diferentes procesos:

- Módulo de Registro de Pacientes:
- Módulo de Evaluaciones.
- Módulo de Intercambios.

Proceso:

- Se seleccionó un caso particular de un paciente al azar.
- Se introdujeron sus datos generales al sistema.
- Se introdujeron sus medidas antropométricas.
- Se obtuvo el resultado de los cálculos antropométricos y sus valoraciones.
- Se introdujo su factor de actividad y se obtuvo su gasto metabólico total.
- Se seleccionó un tipo de dieta y se obtuvieron las calorías de la dieta.
- Se seleccionaron los perfiles de macronutrientes y repartos diarios
- Se obtuvieron los intercambios.
- Se compararon los resultados esperados con los resultados reales.
- Los resultados reales se muestran en capturas de pantalla del prototipo.

Entradas	
Edad	51
Genero	F
Peso	90
Talla	160
Cuello	35
Cintura	90
Cadera	110
Muñeca	17
Biceps	20
Triceps	20
Subescapular	20
Suprailiaco	20
HDL	85
Trigliceridos	130
FA	1.3
Tipo de Dieta	Hipocalórica
Carbohidratos	55
Proteinas	15
Grasas	30
Desayuno	20
Media Mañana	10
Almuerzo	35
Media Tarde	10
Cena	25

Salidas esperadas de calculos antropometricos gasto metabólico y calorías de la dieta	
%G	39.54
MLG	60.46
Complexion Corporal	9.41
IMC	35.16
Ccu	Riesgo
ICC	0.82
CC	Obesidad Central
ICT	0.56
IAV	2.51
GMT	2241.24
Peso Saludable	60
Calorías de la Dieta	1741.24

Salidas esperadas de perfiles calóricos		
	Calorias	Gramos
Carbohidratos	957.68	239.42
Proteinas	261.19	65.30
Grasas	522.37	58.04
Desayuno	348.248	
Media Mañana	174.124	
Almuerzo	609.434	
Media Tarde	174.124	
Cena	435.31	

Salidas esperadas de intercambios						
	Lacteos	Frutas	Verduras	Farinaceos	Proteinas	Grasas
Desayuno	0.48	0.96	0.48	2.87	0.59	0.58
Media M	0.24	0.48	0.24	1.44	0.29	0.29
Almuerzo	0.84	1.68	0.84	5.03	1.03	1.01
Media T.	0.24	0.48	0.24	1.44	0.29	0.29
Cena	0.60	1.20	0.60	3.59	0.73	0.72

Salidas esperadas de calculos antropometricos gasto metabólico y calorías de la dieta	
%G	39.54
MLG	60.46
Complexion Corporal	9.41
IMC	35.16
Ccu	Riesgo
ICC	0.82
CC	Obesidad Central
ICT	0.56
IAV	2.51
GMT	2241.24
Peso Saludable	60
Calorías de la Dieta	1741.24

SALIDAS REALES

Sistema de Dietas por Intercambios

EVALUACIONES

Paciente Nombre: Edad: Genero: Fecha:

Medidas Generales

Peso (Kg): Muñeca (Cm): Biceps: Supra Iliaco: HDL:
Talla (Cm): Cintura (Cm): Triceps: Sub Escapular: Triglicéridos:
Cuello (Cm): Cadera (Cm):

Pliegues Cutáneos (mm)

Laboratorio:

Indicadores de Distribución de la Grasa Corporal

IMC: Obesidad Periférica II:
CCu: Riesgo:
ICC: Obesidad Androide:

Composición Corporal

% G.: Obesidad:
MLG:

Indicadores de Obesidad Abdominal

CC: Obesidad Central:
ICT: Obesidad Abdominal:
IAV: Moderada:

Estructura Corporal

Complex. C.: Grande:
Peso Ideal:
Evaluacion:

Gasto Metabólico: Calorías de la Dieta: Plan Nutricional:

Salidas esperadas de perfiles calóricos		
	Calorias	Gramos
Carbohidratos	957.68	239.42
Proteinas	261.19	65.30
Grasas	522.37	58.04
Desayuno	348.248	
Media Mañana	174.124	
Almuerzo	609.434	
Media Tarde	174.124	
Cena	435.31	

Salidas esperadas de intercambios						
	Lacteos	Frutas	Verduras	Farinaceos	Proteinas	Grasas
Desayuno	0.48	0.96	0.48	2.87	0.59	0.58
Media M	0.24	0.48	0.24	1.44	0.29	0.29
Almuerzo	0.84	1.68	0.84	5.03	1.03	1.01
Media T.	0.24	0.48	0.24	1.44	0.29	0.29
Cena	0.60	1.20	0.60	3.59	0.73	0.72

SALIDAS REALES

Sistema de Dietas por Intercambios - □ ×

INTERCAMBIOS

idEvaluacion: 06/07/23 Paciente Nombre: Sandra Betances Calorias de la dieta: 1741.24

Macronutrientes

% Carbohidratos: 55 ▾ 957.68 239.42

% Proteinas: 15 ▾ 261.19 65.30

% Grasas: 30 ▾ 522.37 58.04

Totales: 100.00 1741.24 362.76

Ingestas

% Desayuno: 20 ▾ 348.25 % Media T.: 10 ▾ 174.12

% Media M.: 10 ▾ 174.12 % Cena: 25 ▾ 435.31

% Almuerzo: 35 ▾ 609.43

Totales: 100.00 1741.23

Intercambios

	Lacteos	Frutas	Verduras	Farinaceos	Proteinas	Grasas	TOTALES
Desayuno	0.48	0.96	0.48	2.87	0.59	0.58	348.61
Media M.	0.24	0.48	0.24	1.44	0.29	0.29	174.11
Almuer...	0.84	1.68	0.84	5.03	1.03	1.01	609.75
Media T.	0.24	0.48	0.24	1.44	0.29	0.29	174.11
Cena	0.60	1.20	0.60	3.59	0.73	0.73	435.69

1742.27

Anexo D PRUEBAS DE USUARIO

PRUEBAS DE USUARIO TIPO BETA

<i>Objetivos</i>	1.- Probar el prototipo en un ambiente real. 2.- Realizar una entrevista de retroalimentación a los usuarios. 3.- Elaborar un reporte de retroalimentación
<i>Referencia</i>	<i>Requisitos Funcionales</i>
<i>Alcance</i>	<i>Todos los módulos del prototipo especialmente el módulo de evaluación antropométrica y el módulo de intercambios.</i>
<i>Lugares:</i>	1.- <i>Trinity Medical Centre/ St. John's Antigua</i> 2.- <i>Medical Center, Antigua and Barbuda Defense Force</i>
<i>Fecha:</i>	<i>Diciembre 2022-Mayo, 2023</i>
<i>Aprobado Por:</i>	<i>Dra. Tadia Smith/ Chief Medical Officer Defense Force, Antigua and Barbuda</i>

Descripción del Proceso

El prototipo fue evaluado durante el período diciembre 2022 a Mayo del 2023 en el centro médico Trinity Medical Centre en la ciudad de St. Jon's Antigua. La evaluación fue realizada en dos instituciones diferentes: Trinity Medical Centre, Antigua and Barbuda Defense Force. Estos lugares fueron seleccionadas de acuerdo a la facilidad de acceso y la disponibilidad de los mismos.

Feedback Interview

- 1.Does the prototype allow, in an easy and intuitive way, the typing of the anthropometric measurements of the patient?*
- 2.Does the prototype accurately perform the formulas to calculate anthropometric indicators?*
- 3.Does the prototype handle the different tables of cut-off points to accurately assess the results of the anthropometric measurements and calculations carried out?*
- 4.Does the prototype accurately calculate the different anthropometric indicators and their corresponding assessments?*

5.Does the prototype calculate total metabolic expenditure accurately, using the Harris and Benedict formula?

6.Does the system allow the recording of dietary calories profiles and perform calculations of calorie profiles correctly?

7.Does the system allow the typing of the percentages of daily deliveries and calories distribution correctly?

8.Does the system calculate the correct exchange table based on the calories in the diet?

Anexo E ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE USUARIO

Con el propósito de evaluar la satisfacción del usuario con el Prototipo de cálculo de dietas por intercambio de alimentos deseamos conocer su opinión al respecto. Solicitamos tener en cuenta la siguiente escala establecida para su valoración.

1.- Deficiente 2.- Aceptable 3.- Bueno 4.- Muy Bueno 5.- Excelente

Criterios de evaluación	1	2	3	4	5
1. El prototipo permite, de manera fácil e intuitiva, el registro de las medidas antropométricas del paciente . (The prototype allows, in an easy and intuitive way, the recording of the anthropometric measurements of the patient)				7	13
2. El prototipo calcula con rapidez y eficiencia los diferentes indicadores antropométricos y sus valoraciones correspondientes. (The prototype calculates quickly and efficiently the different anthropometric indicators and their corresponding assessments.)				9	11
3. El prototipo calcula el gasto metabólico total GMB de manera rápida y precisa. (The prototype calculates the total metabolic expenditure GMB quickly and accurately)				12	8
4. El sistema permite el registro de los perfiles calóricos de la dieta y realiza los cálculos de los perfiles calóricos con rapidez y eficiencia. (The system allows the recording of dietary calorie profiles and performs calculations of caloric profiles quickly and efficiently)				18	2
5. El sistema permite el registro de los porcentajes de repartos diarios y realiza la distribución de las calorías de manera correcta y en tiempo aceptable (The system allows the recording of the percentages of daily distributions and performs the distribution of calories correctly and in acceptable time)				20	
6. El sistema presenta una tabla de intercambios que facilita el trabajo (The system presents a table of exchanges that facilitates the work)				9	11
7. El prototipo es fácil de utilizar y es intuitivo. (The prototype is easy to use and intuitive.)				18	2
8. La información que me brinda el prototipo es útil para mi trabajo (The information provided by the prototype is useful for my work)				17	3
9. La interfaz de usuario tiene una estructura y organización claras (User interface has clear structure and organization)				5	15
10. Los resultados de la evaluación antropométrica son congruentes con condiciones observables o clínicas del paciente analizado (The results of the anthropometric evaluation are consistent with observable or clinical conditions of the patient analyzed)				12	8

Si tiene dudas sobre el uso de este prototipo puede observar el siguiente link:
https://www.youtube.com/watch?v=t62KVMC_8Y

Resumen de Resultados de la Encuesta.

1.- Deficiente 2.- Aceptable 3.- Bueno 4.- Muy Bueno 5.- Excelente

Categorías	Número de respuestas
6. Deficiente	0
7. Aceptable	0
8. Bueno	0
9. Muy Bueno	73
10. Excelente	127



Anexo F PRUEBAS DE VELOCIDAD DE LOS CALCULOS.

PRUEBAS DE VELOCIDAD DE LOS CALCULOS EFECTUADOS POR EL PROTOTIPO

Objetivo: Medir la velocidad en la que el prototipo realiza los cálculos comparado con los cálculos manuales.

Referencia: Objetivo #5.

Alcance: Todos los módulos del prototipo.

Proceso:

1. Después de realizar el proceso de forma manual se estimaron los tiempos para para los cálculos manuales.
2. Se entregaron las entradas utilizadas en las pruebas integrales a diez usuarios seleccionados al azar.
3. Se les pidió que, por tres veces consecutivas, ingresaran los datos al sistema y obtuvieran todos los cálculos de todos los módulos realizados por el prototipo.
4. Se midió el tiempo de cada una de las entradas.

Resultados esperados: Se esperan tiempos de entrada de datos y procesamiento de los mismos inferiores a las pruebas manuales.

TIEMPO ESTIMADO PARA CALCULOS MANUALES			PROTOTIPO	Primer intento	Segundo Intento	Tercer Intento
Calculo	Minutos					
IMC	1	minuto	Usuario 1	10 minutos	7 minutos	5 minutos
ICC	1	minuto	Usuario 2	6 minutos	3 minutos	3 minutos
ICT	0	minutos	Usuario 3	14 minutos	10 minutos	7 minutos
IAV	5	minutos	Usuario 4	20 minutos	14 minutos	7 minutos
%G	20	minutos	Usuario 5	8 minutos	5 minutos	3 minutos
MLG	1	minuto	Usuario 6	10 minutos	10 minutos	8 minutos
GMB	3	minutos	Usuario 7	9 minutos	4 minutos	4 minutos
GMT	2	minutos	Usuario 8	6 minutos	3 minutos	4 minutos
PERFILES	7	minutos	Usuario 9	10 minutos	6 minutos	3 minutos
Intercambios	80	minutos	Usuario 10	8 minutos	7 minutos	5 minutos
Total de Minutos	120	minutos	Promedio	10.1 minutos	6.9 minutos	4.9 minutos
Horas	2	Horas				

Anexo G CARTA REMITIDA POR USUARIOS

 <p>Trinity Medical Services</p>	<p>Dr. Tadia S. Smith</p> <ul style="list-style-type: none">• Cairns Commercial Centre • P. O. Box W2221• Deanery Lane • St. John's • Antigua <p>Tel: (268) 562-2221 (C) / (268) 779-1621 (L) Fax: 1-268-562-2201 Email: trinitymedicalservices268@gmail.com</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

11th June 2023

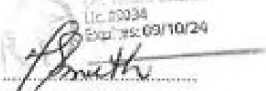
Pedro Henriquez Ureña
Faculty of Science & Technology
School of Informatics
Santo Domingo
Dominican Republic

Re: Use of Software

This letter serves to inform that Mrs. Sandra Reyes-Betances has been implementing the use of a software prototype that aids the easier calculation/ computation processes involved in the Elaboration of Nutritional diets by the Food Exchange method.




This project has been undertaken at our office and by extension at the Antigua & Barbuda Defence Force, where I am also the Force Medical Officer. As a result of said software, we can extrapolate the necessary information from the inputted data so as to make proper and correct nutritional assessments. This was started since December 2022 and continue as recent as May 2023 thus offering excellent results within our patients.

Best Regards,


Dr. Tadia Smith
Physician

Dr. Tadia Smith
Lic. 20034
Exp. as: 03/10/24

Anexo H LISTA DE EQUIVALENCIAS

LISTA DE EQUIVALENCIAS	
Alimento	Cantidad equivalente a un intercambio
LÁCTEOS 	200 ml de leche desnatada (1 vaso).
	2 yogures desnatados.
	2 yogures líquidos (0% MG).
	100 g de queso de Burgos.
FARINACEOS 	20 g de pan (rebanada del grosor de 2 dedos).
	20 g de cereales de desayuno integrales.
	15 g de tostadas, biscotes, cereales para desayuno, galletas (3 galletas), croissants, magdalenas.
	15 g de arroz (1 cucharón, ya cocido), sémola, harina, avena en hojuelas.
	15 g de pasta, incluyendo fideos, macarrones (1 cucharón, ya cocido) o canelones.
	50 g de guisantes, habas.
	50 g de patatas, boniatos (1/3 de patata mediana).
	20 g de legumbres (1 cucharón, ya cocido).
	40 g de camote, yuca.
	20 g de tortilla de maíz blanco, frijol.
100 g de maíz cocido.	
PROTEÍNAS 	50 g de ternera magra, buey, pollo, conejo, cordero, cerdo.
	60 g de jamón york, pechuga de pavo.
	75 g de pescado blanco, azul, marisco.
	40 g de embutido.
	40 g de queso fresco cremoso, seco.
	35 g de jamón serrano.
	1 huevo.

	80 g de berberechos, navajas, mejillones al natural.
	40 g de almendras, nueces, cacahuetes, pistachos, avellanas (1 puñado pequeño).
VERDURAS 	300 g de escarola, lechuga, endivias, acelgas, espinacas, setas, apio, espárragos, pepinos, tomates, pimientos, col, berenjenas, palmito, rábano, coliflor, calabacín, champiñón (1 plato grande lleno).
	200 g de judías verdes, nabos, puerros (1 plato grande raso).
	100 g de alcachofas, coles de Bruselas, zanahorias, remolachas, cebollas (1 plato mediano).
FRUTAS 	150 g de melón, sandía, frambuesa, mora, pomelo.
	100 g de naranja, albaricoque, pera, manzana, mandarina, ciruelas, piñas, kiwi, fresón, paraguaya, melocotón, maracuyá (fruta de la pasión), granada, nectarina, papaya, mango, guayaba (1 pieza mediana).
	45 g de plátano macho (½ pieza).
	50 g de plátano, chirimoya, mango, caquis (½ pieza) uvas, cerezas, higos, nísperos (racimo pequeño o puñado pequeño).
	15 g uva pasa, dáttil (3 unidades).
GRASAS 	1 cucharada de aceite de oliva, mahonesa.
	10 g de mantequilla, margarina.
	40 g de aceitunas.
	30 g de nata.
	70 g de aguacate.

Hospital Universitario Ramón y Cajal, 2006

TEMA DE TRABAJO DE GRADO

Implementación de un Prototipo de Software Destinado a Automatizar los Procesos de Cálculo Involucrados en la Elaboración de Dietas Nutricionales por el Método de Intercambio de Alimentos.

HOJA DE EVALUACION


Sandra Reyes Ruiz
Sustentante

Bladimir Báez (9754)
Asesor

José Ramon Romero (9392)
Miembro del jurado


Nadia Disla (10314)
Miembro del jurado

Pantaleón Muses (8037)
Presidente del jurado.

Héctor Santillán
Director de la escuela de Informática

Nombre del sustentante
Calificación Numérica: 90
Calificación Alfabética: A

