



Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil Informática

# **SISTEMA DE RECOMENDACIÓN DE MINUTAS NUTRICIONALES AUTOMATIZADAS ENFOCADAS EN NUTRICIÓN CLÍNICA**

Por

**Dagoberto Rubilar Donoso**

Trabajo realizado para optar al Título de  
**INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA**

Prof. Guía: Ana Aguilera Faraco

Mayo 2019

# Resumen

El estado nutricional describe la situación en la que se encuentra una persona con respecto a la ingesta y adaptación fisiológica tras el consumo de nutrientes, por lo que llevar un buen estado nutricional puede ser crucial tanto para prevenir como para tratar enfermedades con el fin de conseguir una buena calidad de vida. El proceso para llegar a realizar las minutas nutricionales que son recetadas a los pacientes es un trabajo que generalmente un nutricionista lo realiza de forma manual por cada uno de los pacientes que debe atender.

En la actualidad el uso de plataformas informáticas han tomado cada vez mayor protagonismo en el área de la salud. En el caso de Chile esto no es una excepción, ya que se han diseñado sistemas de información que apoyan la correcta y justa administración de salud en la población y forma parte de la política gubernamental la adopción de programas y lineamientos en este sentido, tal es el caso de los programas Elige Vivir Sano y Vida Sana [13] del Ministerio de Salud entre otros.

Es por esto que en el presente trabajo de título se propone la implementación de una aplicación la cual ayudará al profesional del área de la nutrición a agilizar su trabajo al momento de hacer las evaluaciones nutricionales y posteriormente al recomendarle las minutas nutricionales respectivas para los pacientes que padezcan de algún tipo de enfermedad.

# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>II</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Marco Conceptual y Estado del Arte</b>	<b>3</b>
2.1. Marco Conceptual . . . . .	3
2.1.1. Sistemas de Recomendación . . . . .	3
2.1.2. Minutas Nutricionales . . . . .	5
2.1.3. Nutrición Clínica . . . . .	5
2.1.4. Árboles de decisión . . . . .	7
2.2. Estado del Arte . . . . .	7
2.2.1. Programa Dial . . . . .	7
2.2.2. Programa Dietopro . . . . .	9
2.2.3. Programa NutrIBer . . . . .	10
2.2.4. Programa Nutrisol . . . . .	11
2.2.5. Sistema de evaluación nutricional y asignación de menús a minutas	12
2.2.6. Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda	
al tratamiento nutricional o dietético . . . . .	12
2.2.7. Comparación y conclusiones de las plataformas existentes . . . . .	12
<b>3. Definición del Problema y Análisis</b>	<b>16</b>
3.1. Trabajos de Título de Desarrollo . . . . .	16
3.1.1. Definición del problema . . . . .	16
3.1.2. Solución Propuesta . . . . .	17
3.2. Objetivos . . . . .	18
3.2.1. Objetivo General . . . . .	18
3.2.2. Objetivos Específicos . . . . .	18
3.3. Metodología . . . . .	18
3.4. Especificación de Requerimientos. . . . .	19
3.4.1. Requerimiento funcionales . . . . .	19

3.4.2.	Requerimiento no funcionales . . . . .	20
3.5.	Ingeniería del conocimiento . . . . .	20
3.5.1.	Modelo para ingeniería del conocimiento . . . . .	21
3.5.2.	Análisis de datos . . . . .	24
3.6.	Diagramas de casos de uso del sistema . . . . .	25
3.6.1.	Funcionalidades generales . . . . .	25
3.6.2.	Gestión de Pacientes . . . . .	26
3.6.3.	Gestión de Alimentos . . . . .	26
3.6.4.	Gestión de preparaciones . . . . .	27
3.6.5.	Gestión de Patologías . . . . .	28
3.6.6.	Evaluación nutricional . . . . .	28
3.6.7.	Recomendación de minuta nutricional . . . . .	29
3.6.8.	Informe de evolución del paciente . . . . .	29
3.7.	Diagramas de Secuencia del Sistema . . . . .	30
3.7.1.	Registro de nutricionista . . . . .	30
3.7.2.	Gestión de paciente . . . . .	31
3.7.3.	Gestión patología . . . . .	35
3.7.4.	Gestión de alimentos . . . . .	38
3.7.5.	Gestión de preparaciones . . . . .	42
3.7.6.	Evaluación nutricional . . . . .	46
3.7.7.	Generar recomendación de minuta . . . . .	47
3.7.8.	Evolución del paciente . . . . .	48

<b>Bibliografía</b>	<b>49</b>
---------------------	-----------

# Capítulo 1

## Introducción

Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el 34,4 % de la población chilena mayor de 15 años presenta altos índices de obesidad, los que continúan en aumento, ya que en 2016 Chile ocupaba el octavo puesto entre los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) con un 25,1 %[20]. Esto es preocupante debido a que al menos 13 tipos de cáncer se asocian a la obesidad, lo cual componen el 40 % de todos los tipos de cáncer diagnosticados. En Chile, 1 de cada 4 muertes es causada por tumores por lo que fallecen alrededor de 26 mil personas al año. Además, según la asociación de isapres de Chile (AICH)[4] el cáncer es la segunda causa de muerte en Chile después de las enfermedades cardiovasculares (30 % de las muertes).

Estas son algunas de las patologías abordadas por la nutrición clínica, ya sea para seguir el tratamiento alimenticio respectivo para una enfermedad, o para su prevención. Dicho esto, se ve reflejado que el impacto de la nutrición en la calidad de vida de las personas es muy alto, debido a esto, los especialistas en el área de nutrición clínica tiene la gran responsabilidad de guiar correctamente la alimentación de los pacientes, para así lograr conseguirles una buena calidad de vida.

Este trabajo busca contribuir con los especialistas para reducir los tiempos de trabajo del nutricionista, lo que provocaría un impacto en el ámbito económico al optimizar los tiempos de trabajo. Otra importancia significativa que se le atribuye al presente trabajo de título es colaborar con los objetivos de instituciones que tengan como enfoque mejorar la calidad de vida de las personas, como lo es por ejemplo el caso del actual programa del ministerio de salud (MINSAL), Elige Vivir Sano [13], donde muchas de las causas que atienden y dan soporte se relacionan directamente con el área de la nutrición clínica (área base de este trabajo de título). Por lo que el presente trabajo sería una ayuda al objetivo principal del programa Elige Vivir Sano impulsado por el plan de gobierno. Respecto al

área tecnológica, incluir un sistema de recomendación en el área de la nutrición genera un impacto tecnológico al colaborar con la inserción de plataformas informáticas la cual toma cada vez mayor protagonismo dentro de la gran área de la salud. Dicho esto, se ve reflejada la importancia de la nutrición en la calidad de vida de las personas, y al automatizar la generación de minutas nutricionales, se busca ayudar al profesional agilizando su trabajo al realizar las recomendaciones pertinentes de minutas nutricionales.

La estructura del presente documento se compone de varias secciones. En la sección 2 que corresponde al marco conceptual y estado del arte, se definen los tópicos relevantes que son necesarios para el entendimiento del presente trabajo. En el estado del arte se describirán las plataformas informáticas que fueron encontradas en el área de la nutrición. La sección 3 define el problema que se está abordando, y se realiza un profundo análisis en la solución que se propone desarrollar, explicando la base del conocimiento, los requerimientos tanto funcionales como no funcionales y un análisis de los datos con los que se trabajará. Además esta sección contiene diagramas de casos de uso (para entender la funcionalidad de los módulos del sistema) y diagramas de secuencia (para entender el flujo de los procesos del sistema).

# Capítulo 2

## Marco Conceptual y Estado del Arte

### 2.1. Marco Conceptual

En la presente sección se definirán los tópicos que conciernen a esta investigación, dando a entender sus significados en el contexto del presente trabajo.

#### 2.1.1. Sistemas de Recomendación

Los sistemas de recomendación[24] son una herramienta o un conjunto de herramientas que se dedican a realizar recomendaciones respecto a un objetivo de estudio. El sistema de recomendación tiene la meta de recomendar al usuario una posible solución factible (en el mejor de los casos la solución óptima) dentro del universo de soluciones posibles que contiene el objetivo de estudio. Para la implementación de un sistema de recomendación se debe tener en consideración el tipo de información con el que se va a trabajar (ya que es la base en el diseño e implementación del sistema de recomendación), para el caso de estudio del presente trabajo son las minutas nutricionales. La estructura de un sistema de recomendación[25] está conformada por tres elementos principales los cuales son las entradas/salidas, el método usado para generar las recomendaciones y el grado de personalización (Figura 2.1).

- Las entradas / salidas.

Para obtener una recomendación, se necesita saber información tanto del usuario a quien se le realizará la recomendación, como también información de los ítems con los cuales se va a trabajar para realizar la recomendación. Toda esta información que se necesita conforma las entradas del sistema.

Por otra parte, la salida será la recomendación generada del sistema a partir de la información obtenida en la entrada, esta salida varía principalmente por el tipo y cantidad de la información que propinó el usuario.

- Método usado para generar las recomendaciones.

A continuación se describirán una serie de métodos de recomendación que son implementados habitualmente e los sistemas de recomendación, estos métodos no son excluyentes entre sí, por lo que un mismo sistema de recomendación podría usar uno o más de ellos.

- Recomendación nula: En este método el sistema propina una interfaz de búsqueda directa a la base de datos de ítems, por lo que en sí se trata más de un sistema de búsqueda, pero ante el usuario se ve como una recomendación.
- Otros sistemas utilizan recomendaciones que fueron seleccionadas de forma manual por un experto en el campo que se basa el sistema de recomendación. Los expertos realizan recomendaciones de ítems basándose en sus propias preferencias.
- Hay sistemas que ofrecen resúmenes estadísticos que se calculan utilizando como referencia un criterio como por ejemplo las preferencias que han tenido los usuarios con ciertos ítems, la evaluación que les otorgan los usuarios a los ítems, o al porcentaje de usuarios que han satisfecho los ítems.

- Grado de personalización.

Existen tres grados de personalización en los cuales se clasifica un sistema de recomendación, estos son:

- No personalizado: Cuando el sistema de recomendación ofrece la misma información a todos los usuarios.
- Personalización efímera: Cuando el sistema de recomendación toma en consideración el comportamiento e información del usuario.
- Personalización persistente: Cuando el sistema de recomendación ofrece recomendaciones distintas para los usuarios, incluso cuando el objetivo a recomendar es el mismo.



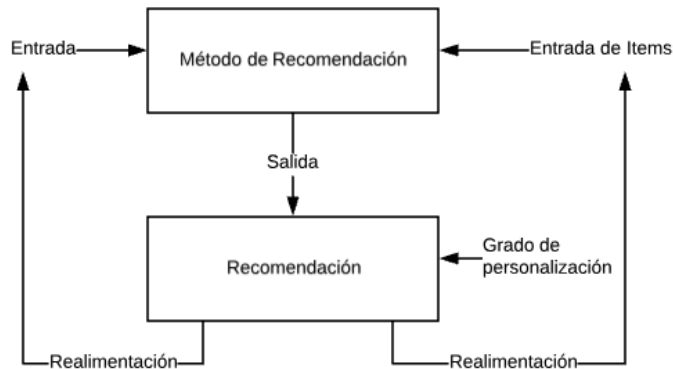


Figura 2.1: Sistema de recomendación

### 2.1.2. Minutas Nutricionales

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) una minuta o menú[3] es el conjunto de alimentos y/o preparaciones que son considerados en el tiempo de comida, mientras que la nutrición[3] la definen como el proceso autónomo de la utilización de los nutrientes en el organismo para convertirse en energía y cumplir las funciones vitales. Existen dos tipos de nutrición, la autótrofa y la heterótrofa:

- Autótrofa: Hace referencia a la nutrición que llevan acabo las plantas produciendo su propio alimento.
- Heterótrofa: La alimentación se lleva a cabo partir de sustancias orgánicas que ya fueron sintetizadas por otros organismos.

### 2.1.3. Nutrición Clínica

La nutrición clínica[19] es una disciplina que se enfoca en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades tanto agudas (enfermedades que tienen un comienzo y fin definidos y son de corta duración) como crónicas (enfermedades de larga duración y progresión lenta). Esta disciplina no solo se utiliza con un enfoque curativo, sino que también preventivo. Por ejemplo, en el caso de la diabetes la nutrición clínica trata la enfermedad, pero también con ella se puede prevenir. Los problemas que atiende la nutrición clínica con mayor frecuencia son:

- Malnutrición[11]: desequilibrios de la ingesta de energía y/o nutrientes de una persona.
- obesidad[10]: Acumulación excesiva de grasa que impacta en la salud y calidad de vida de las personas.

- Diabetes[8]: Enfermedad que aparece cuando el páncreas no produce la insulina suficiente, o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que se tiene. El efecto de no controlar esta enfermedad es la hiperglucemia, que es el aumento de azúcar en la sangre.
- Alteraciones del aparato digestivo
  - diarrea[9]: La deposición frecuente de heces sueltas y líquidas.
  - úlceras pépticas[18]: lesión en forma de herida más o menos profunda, en la capa más superficial que recubre el tubo digestivo.
  - enfermedad inflamatoria intestinal.[26]

Existen situaciones en las que la ingesta de alimentos por la vía oral se encuentra obstruida, en esos casos se deben seguir otros tipos de soporte nutricional. Los dos más utilizados son:

- Nutrición enteral (NE)[21]: Administrar nutriente por sondas directo al tracto gastrointestinal.
- Nutrición parenteral (NP)[17]: Administrar nutrientes al organismo por vía extradigestiva.

La nutrición clínica va de la mano con la obtención de un correcto estado nutricional. El estado nutricional de una persona se determina con indicadores antropométricos[27], los cuales son valores de composición corporal que se obtienen utilizando instrumentos de medición (cálipers, balanzas y cintas métricas) en distintas zonas del cuerpo del paciente (ver figura 2.2).

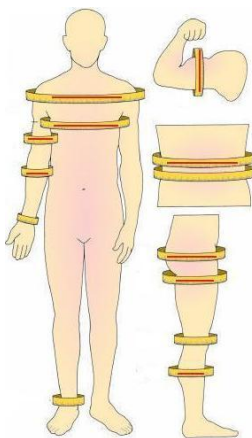


Figura 2.2: Medidas antropométricas

#### 2.1.4. Árboles de decisión

Un árbol de decisión[23] es una representación gráfica de los resultados que existen dentro del universo de soluciones referentes a un contexto. Estos resultados son modelados en un mapa, en el cual se puede visualizar y analizar todas las soluciones que se tienen en un contexto dado (ver figura 2.3).

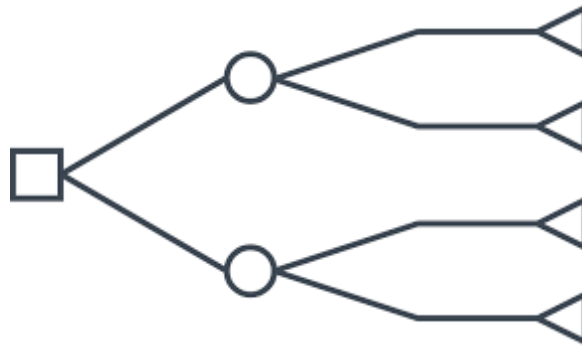


Figura 2.3: Ejemplo de árbol de decisión

### 2.2. Estado del Arte

Actualmente existen diversas plataformas informáticas que abordan el área de la nutrición desde distintos enfoques. A continuación se mencionarán las características de las aplicaciones que fueron encontradas las cuales serán un apoyo para el desarrollo del presente trabajo.

#### 2.2.1. Programa Dial

Este programa[14] fue realizado en la facultad de farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, España. Está orientado para ser usado por personas que no necesariamente sean profesionales del área de la nutrición. Éste permite conocer las propiedades de preparaciones, consultar por el valor nutricional de alimentos, y crear minutas para conocer el beneficio nutricional que va a proporcionar dicha dieta creada. Además, el programa dial permite trabajar con más de una ventana a la vez, lo que facilita la comparaciones ya sea de un alimento, una preparación o una minuta.

El programa contiene aproximadamente 700 alimentos los cuales están descritos en base a sus propiedades. Algunas de las propiedades que están incluidas en el programa dial son la cantidad de ácidos grasos, energía, hidratos de carbono, minerales, vitaminas,

colesterol, proteínas, aminoácidos, fibra, entre otros (llegando hasta un total del 140 propiedades distintas). Respecto a la búsqueda de los alimentos, se puede realizar no solo por su nombre común sino que se incluyen varias denominaciones, sumándole a éstas el nombre científico y su equivalencia en inglés.

Al momento de tener una ficha en pantalla (sea de alimentos, recetas o valoración nutricional), ésta se puede imprimir de acuerdo a un modelo de presentación reconfigurado del programa dial.

**COCIDO MADRILEÑO**

Código: 45    Nombre: COCIDO MADRILEÑO

Ingredientes | Información | Nutrientes | Ac. grasos | Aminoácidos | H. carbono/Otros | Adicional

**Datos por ración**    Peso neto [g]: 785    Peso total (alimentos enteros) [g]: 858

**Aporte por ración**

Macronutrientes		Vitaminas		Minerales	
Energía [kcal]	851	B1 Tiamina [mg]	0,88	Calcio [mg]	202
Agua [g]	609	B2 Riboflavina [mg]	0,49	Hierro [mg]	8
Alcohol [g]	0	Niacina [mg]	241	Iodo [µg]	18,3
Proteínas [g]	42,3	B6 Piridoxina [mg]	1,3	Magnesio [mg]	109
Hidratos de carbono [g]	63,4	B12 Cianocobalamina [µg]	1,6	Zinc [mg]	5
Simples [g]	12	Acido fólico [µg]	283	Sodio [mg]	1621
Almidón [g]	48,6	C Acido ascórbico [mg]	93,4	Potasio [mg]	1687
Fibra [g]	13,2	A [µg]	505	Fósforo [mg]	592
Fibra soluble [g]	2,7	Retinol [µg]	58,7	Selenio [mg]	28,9
Fibra insoluble [g]	6,3	Eq. Carotenoides [µg]	2060	Cobre [mg]	0,54
Grasas [g]	49,5	D [µg]	0,47	Cromo [µg]	6,1
AGS [g]	18,8	E Tocotrioles [mg]	2,9	Níquel [µg]	87,7
AGM [g]	21,6	K [µg]	21,5	Cloro [mg]	1099
AGP [g]	5	Pantoténico [mg]	2,3	Flúor [µg]	47,2
Colesterol [mg]	200	Biotina [µg]	8,9	Manganeso [mg]	1,9
AGP/AGS	0,27			Calcio/Fósforo	0,34
(AGM+AGP)/AGS	1,4			Calcio/Proteínas [mg/g]	4,8

Figura 2.4: Programa Dial - Composición de plato

### 2.2.2. Programa Dietopro

Dietopro [2] es una herramienta de gestión dietoterapéutica basada en la tecnología cloud computing destinado para el uso de profesionales del área de la nutrición. Este programa es un sistema de apoyo para el profesional que lo esté ocupando debido a que sirve como administrador para las tareas que realiza. En dietopro se le permite al usuario crear una ficha clínica para un paciente con sus respectivas características en donde se detalla su estado nutricional y patológico. Luego el programa le permite al profesional crear una minuta nutricional para el paciente, dietopro cuenta con aproximadamente de 3200 platos y 650 alimentos (además de poder ingresar más platos y alimentos). Otra característica de este programa es que permite realizar seguimientos antropométricos y bioquímicos de los pacientes, además de poder asignarle a los pacientes las respectivas citas a consulta médica, las cuales pueden ser consultadas por el paciente junto a la planificaciones dietéticas que se le haya asignado.

Los usuarios que optan por una licencia de dietopro pueden personalizar la apariencia de la aplicación mostrando el logo del usuario (sea personal o de alguna empresa). Para poder registrarse y optar a la licencia, dietopro solicita adjuntar el certificado que ratifique algún título profesional en el área de nutrición, este certificado es posteriormente revisado por el personal de dietopro para proceder a aprobar la cuenta de la persona que está haciendo la solicitud.



Figura 2.5: Dashboard Dietopro versión web

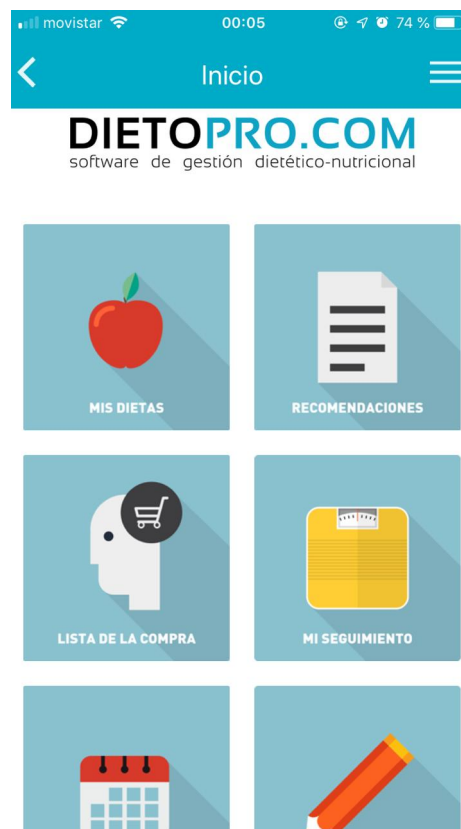


Figura 2.6: Dashboard Dietopro versión móvil

### 2.2.3. Programa NutriBer

Programa realizado través de la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER) en Barcelona, España. Este programa [16] está enfocado para ser usado por profesionales de la nutrición. Nutriber permite crear minutas nutricionales a pacientes, cuenta con una base de datos con aproximadamente 1100 alimentos (permite la inclusión de más alimentos) especificando la composición nutricional de estos. El programa cuenta con un módulo que da la posibilidad de ingresar las medidas antropométricas de los pacientes, las cuales son procesadas para luego mostrárselas al profesional como parámetros de interés. Además, el programa crea una ficha del paciente, en la cual se almacenan datos personales, hábitos, historia clínica, costumbres y preferencias alimenticias. Por otra parte el programa compara el crecimiento individual de un paciente basándose en la maduración ósea y la maduración sexual.



Figura 2.7: Menú principal programa Nutriber

#### 2.2.4. Programa Nutrisol

Programa realizada en la Universidad de Málaga en Málaga, España. Este programa [7] sirve de instrumento para las evaluaciones nutricionales de los pacientes, por lo cual, es una ayuda en los estudios antropométricos. El programa cuenta con 3 grandes módulos:

- **Epidemiología nutricional.**  
Módulo diseñada para trabajo epidemiológico en el cual se puede crear/abrir bases de datos que almacenen los datos personales de los pacientes, y por otro lado gestionar la ingesta de alimentos de cada persona.
- **Análisis de dietas y/o recetas.**  
Módulo diseñado para gestionar los alimentos, crear/modificar dietas, consultar sobre los nutrientes respectivos que conforma una dieta, generar análisis de una dieta obteniendo el aporte nutricional de éste, y exportación de datos del análisis realizado.
- **Solicitud de dieta.**  
El programa ofrece minutas estándares para ciertas patologías, entre ellas destacan obesidad, diabetes y hepatitis.

### **2.2.5. Sistema de evaluación nutricional y asignación de menús a minutas**

El presente sistema [15] fue implementado para el Departamento de nutrición del Hospital Santo Tomás de Limache, consta de una aplicación de escritorio desarrollada en base al lenguaje de programación Visual Basic.Net y el motor de base de datos SQL SERVER por una alumna de la Universidad Católica de Valparaíso en Valparaíso, Chile. Esta aplicación tiene el fin de generar minutas nutricionales asociadas al menor costo monetario para el paciente. La búsqueda de los menús para conformar la minuta se realiza en base a una meta heurística de optimización llamada Simulated Annealing. Este tipo de heurísticas escoge una solución dentro del universo de soluciones posibles, donde finalmente es considerada la solución que más se acerque al óptimo. El criterio para descartar soluciones se basa en si cumple con el objetivo de reducir una determinada función de costo, o una probabilidad de aceptación predefinida.

### **2.2.6. Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento nutricional o dietético**

Este prototipo [22] fue desarrollado por una estudiante de la Universidad de Carabobo, Venezuela. El objetivo de este prototipo es establecer los criterios necesarios para la detección de malnutrición por déficit o exceso con el fin de clasificarlas para generar un sistema de alertas y así ayudar en el diagnóstico del paciente. Los criterios para la evaluación del estado nutricional del paciente se conforman en base a un árbol de decisión, en el cual interactúan variables tales como la edad, peso, talla e índice de masa corporal (IMC). Por lo cual, con este árbol de decisión se establecen un conjunto de reglas las cuales dan como resultado el estado nutricional del paciente.

### **2.2.7. Comparación y conclusiones de las plataformas existentes**

El estudio de las plataformas informáticas descritas con anterioridad, fue de mucha ayuda para conocer como se ha abordado el área de nutrición con respecto a la automatización de labores. El presente trabajo de título considerará como base las mejores características de las plataformas que se mencionaron, con el fin de conseguir un sistema que complemente las carencias de las plataformas ya existentes. Las principales características que se considerarán son:

- Programa Dial: Tiene como prioridad dar a conocer la composición nutricional de los platos que se van a incluir en una minuta nutricional. por lo que esto se considerará para la sección que informará sobre algunas propiedades de los alimentos.



- El programa Dietopro sirve como herramienta de organización de todas las tareas que realiza un nutricionista, siendo una de las principales la gestión de pacientes. Esta característica servirá como base para llevar a cabo el seguimiento al paciente, logrando saber como ha evolucionado su estado nutricional.
- Programa Nutriber se caracteriza por agilizar el proceso de creación de minutas nutricionales ya que cuenta con una base de datos de alimentos y preparaciones que son ingresadas (modificadas y eliminadas) por el profesional, las cuales son seleccionadas por el profesional para componer la minuta final. De este programa se considera la idea de que el nutricionista sea el encargado de gestionar los alimentos y las preparaciones que posteriormente el sistema utilizará para en la recomendación a realizar.
- El Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento Nutricional o Dietético, proporciona una interesante técnica para determinar el estado nutricional del paciente basada en árboles de decisión. En el presente trabajo de título la evaluación nutricional antropométrica es un factor de mucha importancia para el sistema de recomendación que se implementará, ya que con ella se logra conocer el estado nutricional. Aparte de este factor existen otras variables que influyen en las decisiones que se deben tomar para conformar una minuta. Por lo que de este prototipo se rescatará el uso de árboles de decisión para llevar acabo el sistema de recomendación que se debe implementar.

A pesar de que se obtuvieron muchas características beneficiosas para la implementación del sistema propuesto, no se logró encontrar un sistema que cumpla con todos los objetivos a realizar en el presente trabajo de título. Estos objetivos fueron representados como criterios generales (ver tabla 2.1) y criterios funcionales (ver tabla 2.2 y tabla 2.3), los cuales servirán de exclusión al momento de analizar y comparar la propuesta a realizar con las plataformas existentes. El no haber logrado encontrar plataformas que cubran el total de los criterios establecidos, hace que este trabajo de título tenga argumentos sólidos para su realización.

Evaluación de criterios generales			
Sistema	Tipo de usuario	usabilidad intuitiva de interfaz	Aplicación web
Programa Dial	Profesional		
Programa Dietopro	Profesional/paciente	X	X
Programa NUTRIBER	Profesional	X	
Programa Nutrisol	Profesional		
Sistema De Evaluación Nutricional Y Asignación De Menús A Minutas	Profesional		
Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento Nutricional o Dietético	Profesional		X

Tabla 2.1: Tabla comparativa entre sistemas - criterios generales

Evaluación de criterios específicos a sistemas				
Sistema	registro de nutricionista	gestión de alimentos y preparaciones	gestión de pacientes	realizar evaluaciones nutricionales
Programa Dial		X		
Programa Dietopro	X	X	X	X
Programa NUTRIBER		X	X	
Programa Nutrisol		X	X	
Sistema De Evaluación Nutricional Y Asignación De Menús A Minutas		X	X	X
Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento Nutricional o Dietético				X

Tabla 2.2: Tabla comparativa entre sistemas - criterios específicos(1)

Evaluación de criterios específicos a sistemas			
Sistema	selecciona patología	informar evolución del paciente	recomendar minuta nutricional
Programa Dial	X	X	
Programa Dietopro	X	X	
Programa NUTRIBER	X	X	
Programa Nutrisol	X	X	X
Sistema De Evaluación Nutricional Y Asignación De Menús A Minutas	X		X
Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento Nutricional o Dietético			

Tabla 2.3: Tabla comparativa entre sistemas - criterios específicos(2)

## Capítulo 3

# Definición del Problema y Análisis

### 3.1. Trabajos de Título de Desarrollo

#### 3.1.1. Definición del problema

El propósito del estudio de la nutrición es explicar la respuesta metabólica y fisiológica del cuerpo ante la dieta que se lleva a cabo, el objetivo en la nutrición clínica es el mismo, con la salvedad que se dirige el enfoque a estudiar los cambios metabólicos y nutricionales en enfermedades (agudas o crónicas) causadas por un exceso o falta de energía. El proceso para generar una minuta nutricional enfocada en las condiciones que se encuentra un paciente, involucra distintos factores, entre los cuales se destacan las patologías que tiene el paciente, la tolerancia a los alimentos, la evaluación nutricional antropométrica, entre otros. Respecto a la evaluación antropométrica, ésta hace referencia al conjunto de mediciones corporales con el que se consigue la noción del nivel y estado nutricional en la cual se encuentra un individuo.

El objetivo del presente trabajo de título se enfoca en la recomendación de minutas nutricionales que sirvan de apoyo para los especialistas de la nutrición, con el propósito agilizar la toma de decisiones al momento de conformar la dieta de un paciente que necesitan tratar o incluso prevenir algún tipo de enfermedad. Dado que no todas las condiciones patológicas que tiene un paciente sigue un mismo accionar, se necesita que cada minuta esté focalizada en las condiciones y objetivos del paciente. También es importante tener en consideración que previo a la generación automática de la minuta nutricional que se recomendará, se debe realizar una evaluación nutricional antropométrica ya que con esta el profesional a cargo pueda tener conocimiento del estado nutricional del paciente, ya que esto es uno de los factores que va a influir en la minuta nutricional obtenida.

### 3.1.2. Solución Propuesta

Para satisfacer las necesidades del problema planteado con anterioridad, se propone en este trabajo de título el desarrollo de una aplicación web basando su lógica de desarrollo en el lenguaje de programación PHP[12], apoyado del framework Codeigniter[1] (el cual trabaja en base al patrón MVC[5]). Ésta elección se justifica principalmente a que la propuesta de solución se encuentra dentro del contexto de desarrollo web, donde el lenguaje PHP está especialmente adecuado para darle ese contexto de uso, además de ser compatible con distintos motores gestores de bases de datos, logrando una fácil manipulación a los datos. Respecto a la gestión de la data, ésta se realizará por medio del motor de base de datos MySQL[6], ésta elección se debe a que el volumen de registros que se manipularán en la aplicación a desarrollar no será demasiado, por lo que las características y beneficios que ofrece éste motor son suficientes para optar por su uso. En esta solución, la aplicación debe contar con distintos perfiles respecto a las patologías que se abordarán, esto para que el sistema pueda elaborar las minutas basándose en el perfil que se encuentre. Además el sistema proporcionará un módulo para el ingreso de los datos respectivos en la evaluación nutricional antropométrica, la cual se realiza de manera previa a la elaboración de la minuta. La manera en que el sistema procederá a tomar las decisiones para considerar ciertos alimentos en una minuta será en base a un algoritmo inteligente, el cual trabajará basándose en conocimientos que serán proporcionados por distintos nutricionistas, en donde se conformará un árbol de decisión el cual va a contener el universo de opciones que se manejarán con el fin de generar el conjunto de reglas que logren determinar los alimentos que necesita el paciente.

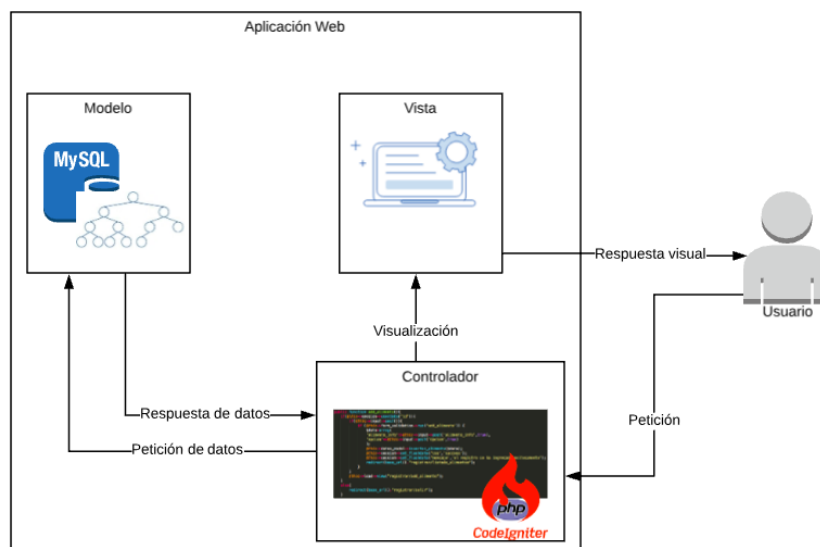


Figura 3.1: Solución propuesta

## 3.2. Objetivos

### 3.2.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación web que funcione como sistema de recomendación de minutas nutricionales para especialistas.

### 3.2.2. Objetivos Específicos

1. Advertir el estado nutricional de un paciente en base a la evaluación nutricional antropométrica.
2. Sugerir una minuta factible para cada caso que involucre nutrición clínica en pacientes.
3. Comparar fichas de un paciente en distintas instancias de tiempo para observar la evolución de su estado.

## 3.3. Metodología

Para el presente trabajo de título se utilizará una metodología de desarrollo en cascada, la cual se caracteriza por tener un flujo secuencial en el desarrollo de un producto desde su inicio hasta el final de las etapas que deben ser realizadas (observar figura 2). Esta

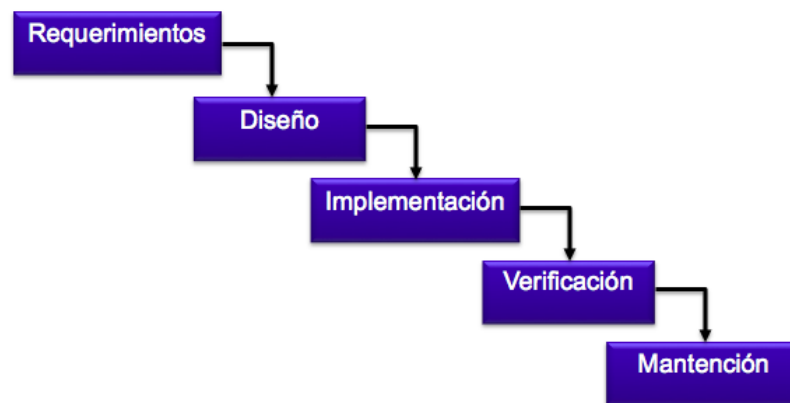


Figura 3.2: Modelo Cascada

metodología promueve un proceso de trabajo efectivo en donde se define antes que diseñar, y se diseña antes de codificar. Esto es necesario para el presente trabajo ya que se requiere una gran recopilación de información sobre nutrición clínica (seguido por el respectivo

análisis) antes de realizar algún diseño o un prototipo funcional ya que los módulos con los que contará la aplicación tendrán una fuerte dependencia entre ellos para lograr el objetivo de conformar una minuta nutricional. Debido a esto, no sería viable utilizar alguna otra metodología que requiera de prototipos funcionales a corto plazo, o incrementos paulatinos de la aplicación por la poca o nula funcionalidad que tendrían esos prototipos. Además esta metodología dispone de una completa planificación y documentación, lo que se adapta en este trabajo de título ya que se deben planificar los plazos de entrega que se deben realizar y se deben redactar los informes en las entregas respectivas.

### **3.4. Especificación de Requerimientos.**

En la sección presente se procederá a definir los requerimientos tanto funcionales como no funcionales que serán considerados para la implementación del sistema a desarrollar.

#### **3.4.1. Requerimiento funcionales**

Definición de requerimientos funcionales:

- RF01: El sistema debe permitir registrar a nutricionista.
- RF02: El sistema debe permitir iniciar sesión a nutricionista.
- RF03: El sistema debe permitir crear, modificar y eliminar alimentos especificando propiedades.
- RF04: El sistema debe permitir crear, modificar y eliminar preparaciones.
- RF05: El sistema debe permitir crear ficha de paciente.
- RF06: El sistema debe permitir ingresar medidas de la evaluación nutricional antropométrica.
- RF07: EL sistema debe calcular el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa del paciente.
- RF08: El sistema debe informar el estado nutricional del paciente luego de finalizar la evaluación nutricional.
- RF09: El sistema debe permitir seleccionar el grupo patológico que se encuentra el paciente.

- RF10: El sistema debe desplegar las patologías asociadas al grupo patológico del paciente.
- RF11: El sistema debe permitir seleccionar la patología que padece el paciente.
- RF12: El sistema debe desplegar la minuta nutricional recomendada a las condiciones patológicas y nutricionales del paciente.
- RF13: La minuta nutricional debe contener El nombre del paciente, patología asociada, fecha, nombre nutricionista.
- RF14: La minuta nutricional debe informar los alimentos que se deben evitar consumir.
- RF15: El sistema debe permitir consultar por las fichas de los pacientes.
- RF16: El sistema debe permitir ver la evolución del paciente.
- RF17: La interfaz gráfica del sistema debe ser intuitiva.
- RF18: El nutricionista puede editar la minuta que recomienda el sistema.
- RF19: La minuta nutricional debe ser descargada en formato pdf.

### 3.4.2. Requerimiento no funcionales

- RNF01: El sistema debe tener una interfaz simple de usar.
- RNF02: La aplicación debe ser segura, solo las personas registradas pueden acceder a la información.
- RNF03: El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario deberá ser menor a 3 horas.

## 3.5. Ingeniería del conocimiento

Los conocimientos y razonamientos de la nutrición clínica se deben representar en el dominio del sistema para ser usados en la construcción de la minuta nutricional. Debido a esto, se debe generar una base del conocimiento la cual extraiga los conocimientos de expertos en el dominio del tema, que en el caso del presente trabajo de título es la nutrición clínica. Para esto, se contactó a 2 nutricionistas, con quienes se realizaron reuniones presenciales donde se abordaron los puntos necesarios para saber como crear una minuta nutricional. El primer paso que se realizó en la extracción del conocimiento, fue acotar el



universo de patologías, ya que muchas de éstas son atendidas por los expertos en casos muy esporádicos, y se necesita un raciocinio diferente con éstas. Debido a esto, se decidió en común acuerdo con ambos nutricionistas que están proporcionando el conocimiento, acotar el universo de patologías a las que son mayoritariamente atendidas por nutricionistas. Éstas se pueden clasificar en 2 grandes grupos, que son:

- Enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT).
- Enfermedades Autoinmunes.

El siguiente paso en la extracción del conocimiento, fue clasificar cada patología que se abordará en uno de los grupos que se definieron con anterioridad. Al trabajar con dos grupos patológicos y 2 expertos en el área de la nutrición, se decidió repartir un grupo patológico a cada especialista para proporcionar el conocimiento, sin embargo no se descarta la retroalimentación entre especialistas, además de la ayuda de un eventual tercer experto en el área de nutrición. Hasta el momento, la base del conocimiento que se está generando, ha sido definida mayormente en el grupo patológico de enfermedades autoinmune, donde se definieron las patologías a considerar y los tipos de dietas que se acomodan a cada una de las patologías. Los tipos de dietas especifican los grupos alimenticios que se tienen permitido consumir, y los que se tienen que evitar, estos tipos de dieta son:

- Dieta antiinflamatoria.
- Dieta Autoinmune.
- Dieta antialérgica.

Por otra parte, el estado nutricional de los pacientes es fundamental para determinar las porciones de alimentos que se considerarán en cada minuta nutricional. Estos datos también serán extraídos de los conocimientos de los especialistas con las cuales se está realizando la base del conocimiento del sistema. Uno de los datos más relevante que se considera en el estado nutricional de un paciente, es el porcentaje de grasa corporal que tiene. Sin embargo, los estándares mundiales de grasa corporal no se ajustan a la realidad en Chile, lo que llevaría a recomendar minutas nutricionales con porciones de comidas inconsecuente a las condiciones de los pacientes. Debido a esto, se trabajará junto a los especialistas en adaptar estos valores a números razonables, para que así el sistema logre recomendar minutas nutricionales compatibles.

### **3.5.1. Modelo para ingeniería del conocimiento**

La base del conocimiento está siendo modelada con árboles de decisión, donde se parte desglosando los grupos de patologías que serán abordadas (ECNT y las enfermedades autoinmunes). Dentro de estos grupos de enfermedades se categoriza una variedad de

patologías que fueron consideradas por los expertos. Cada una de las patologías apuntan a ser tratadas por los tipos de dietas definidos, las cuales también forman parte de la base del conocimiento del sistema. Estos tipos de dietas tienen el objetivo de informar los alimentos que serán permitidos para el consumo del paciente (ver figura 3.3), como también de los que se deben evitar (ver figura 3.4).

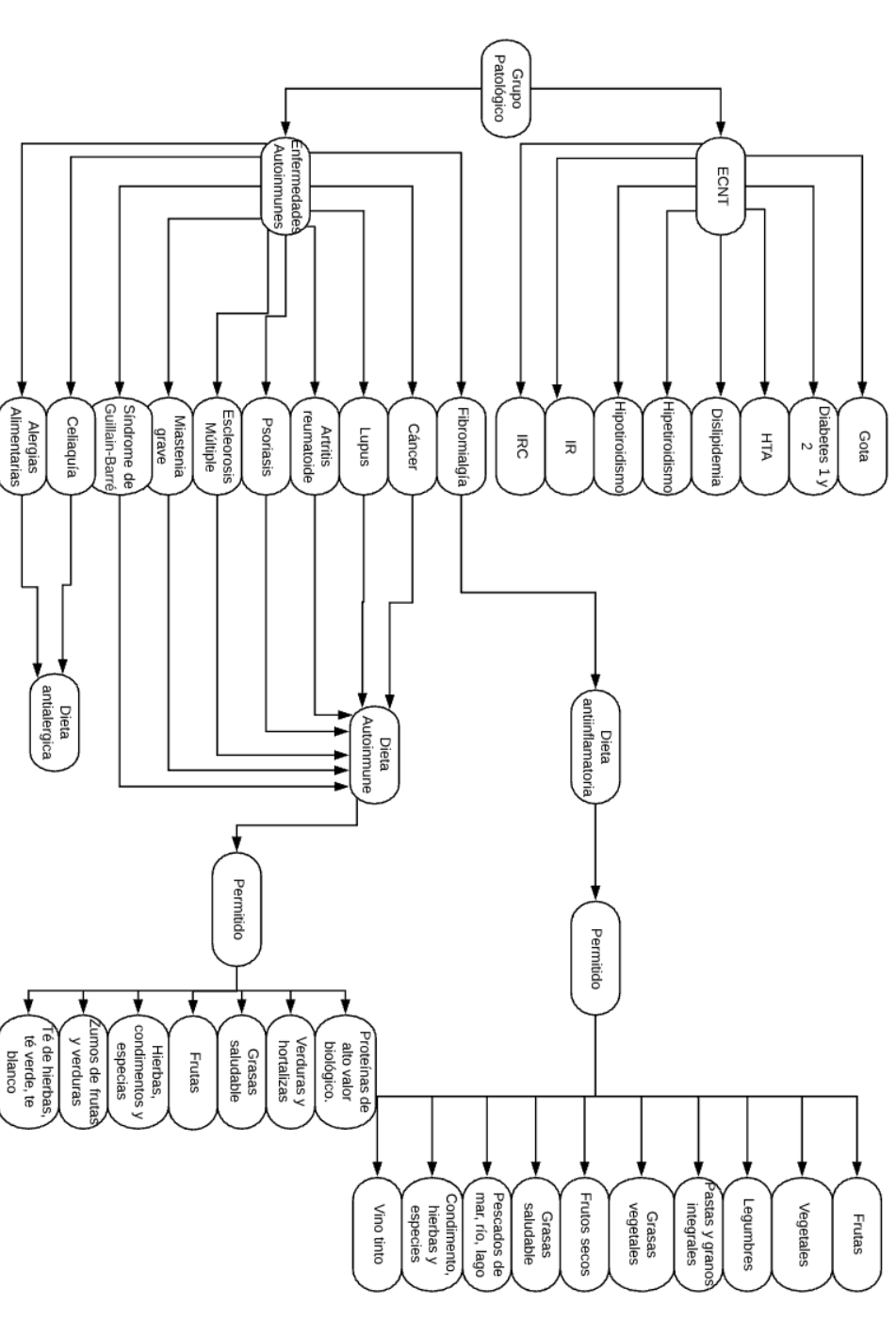


Figura 3.3: Árbol de decisión alimentos permitidos

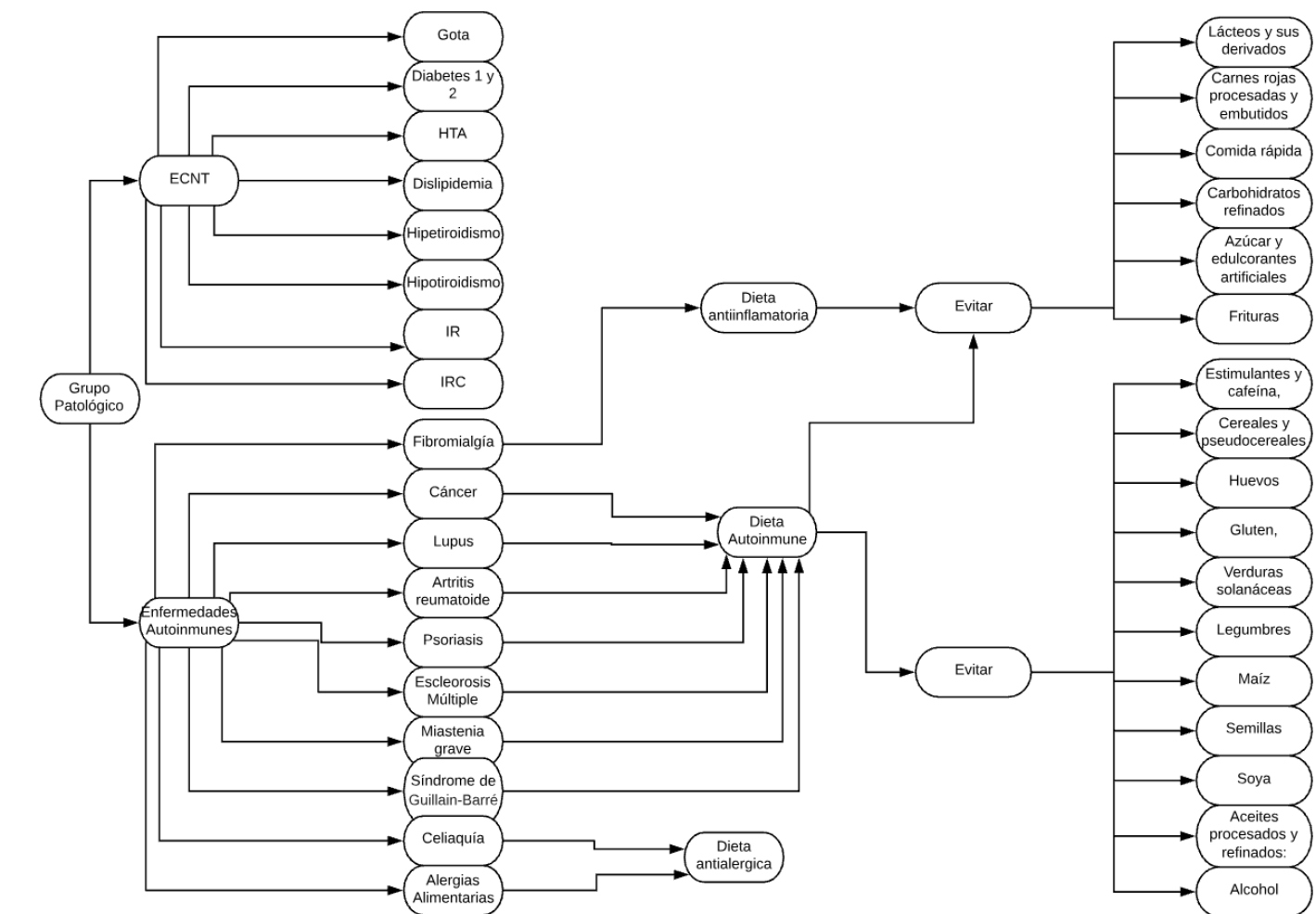


Figura 3.4: Árbol de decisión alimentos a evitar

### 3.5.2. Análisis de datos

Dentro de la solución a desarrollar, se manejará un gran conjunto de datos referentes a distintas entidades que conformarán el sistema. Debido a esto, fue necesario realizar una especificación de estos datos junto a los especialistas, para saber cuales serán los datos que manejará el sistema, y a que corresponde cada uno de estos. A continuación se listarán las entidades que serán necesarias para el sistema según los especialistas:

- Nutricionista.
  - Nombre completo.
  - Usuario.
  - Contraseña.
  - Sexo.
  - Fecha de nacimiento.
- Paciente.
  - Nombre completo.
  - Sexo.
  - Fecha de nacimiento.
  - Patología.
  - Ficha clínica
  - Evaluaciones nutricionales.
- Alimentos.
  - Nombre.
  - Tipo.
  - Aporte de nutrientes.
  - Propiedades.
- Preparaciones.
  - Nombre.
  - Composición de alimentos.
- Patología.
  - Nombre.
  - Grupo patológico.
  - Tipo de dieta.

## 3.6. Diagramas de casos de uso del sistema

### 3.6.1. Funcionalidades generales

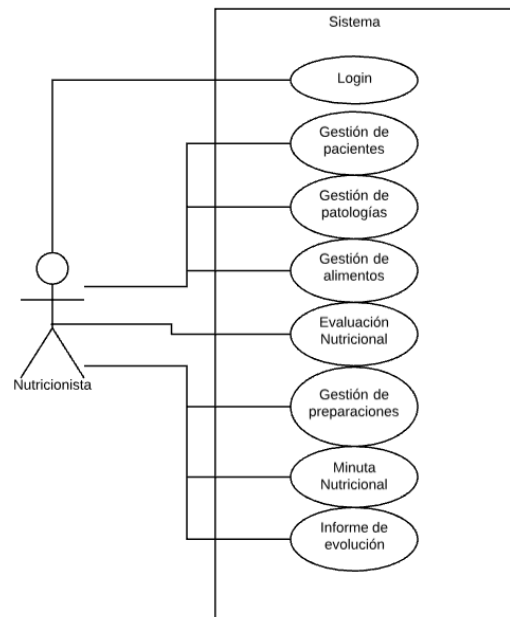


Figura 3.5: Diagrama de casos de uso funcionalidades generales

En la figura 3.5 se refleja la interacción a nivel general del usuario (un nutricionista), con los distintos módulos que serán parte del sistema. Estos módulos son:

- Login.
- Gestión de paciente.
- Gestión de patologías.
- Gestión de alimentos.
- Gestión de preparaciones.
- Evaluación Nutricional.
- Minuta nutricional.
- Informe de evolución.

### 3.6.2. Gestión de Pacientes

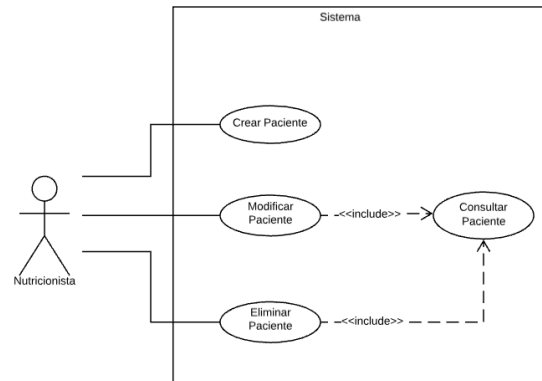


Figura 3.6: Diagrama de Casos de uso gestión de pacientes

En la figura 3.6 se reflejan las acciones que puede realizar el nutricionista respecto a la gestión de los pacientes. El nutricionista puede crear la ficha de un paciente, como también modificarla y eliminarla. Para estas últimas dos acciones el nutricionista debe previamente consultar por la existencia del paciente en el sistema.

### 3.6.3. Gestión de Alimentos

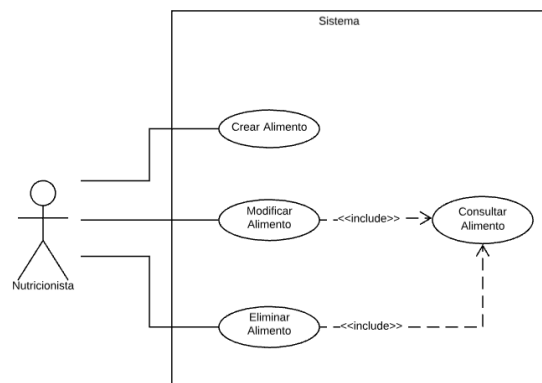


Figura 3.7: Diagrama de Casos de uso gestión de alimentos

En la figura 3.7 se reflejan las acciones que puede realizar el nutricionista respecto a la gestión de los alimentos. El nutricionista puede crear un alimento en el sistema, como

también modificarlo y eliminarlo. Para estas últimas dos acciones el nutricionista debe previamente consultar por la existencia del alimento en el sistema.

### 3.6.4. Gestión de preparaciones

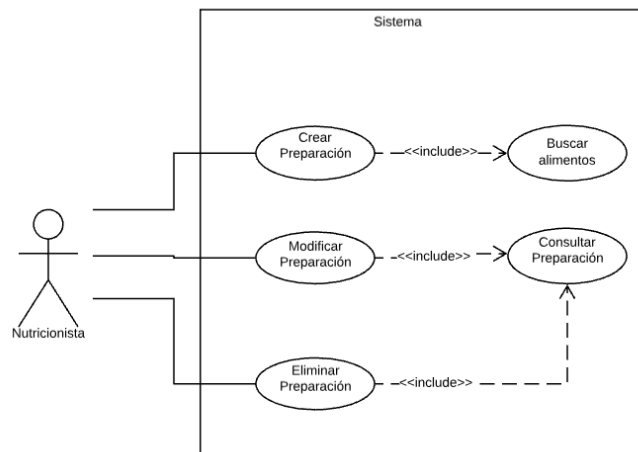


Figura 3.8: Diagrama de Casos de uso gestión de preparaciones

En la figura 3.8 se reflejan las acciones que puede realizar el nutricionista respecto a la gestión de las preparaciones. El nutricionista puede crear una preparación en el sistema siempre y cuando existan los alimentos que componen esta preparación ya que deben ser asignados a ésta. Además el nutricionista puede modificar y eliminar una preparación realizando previamente la consulta por la existencia de ésta.

### 3.6.5. Gestión de Patologías

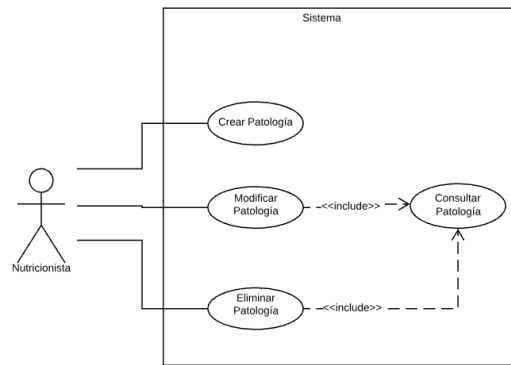


Figura 3.9: Diagrama de Casos de uso gestión de patologías

En la figura 3.9 se reflejan las acciones que puede realizar el nutricionista respecto a la gestión de las patologías. El nutricionista puede crear una patología en el sistema, como también modificarla y eliminarla. Para estas últimas dos acciones el nutricionista debe previamente consultar por la existencia de la patología en el sistema.

### 3.6.6. Evaluación nutricional

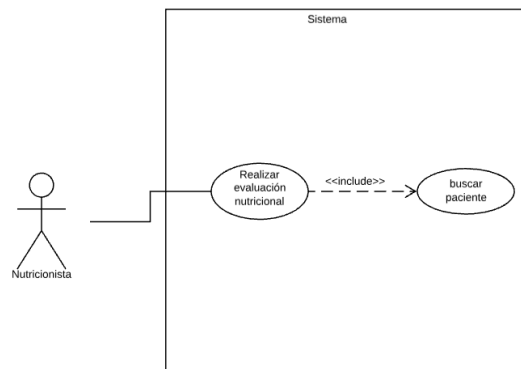


Figura 3.10: Diagrama de Casos de uso evaluación nutricional

En la figura 3.10 se refleja que el nutricionista puede proceder a realizar una evaluación nutricional seleccionando previamente al paciente que se le realizará la evaluación.



### 3.6.7. Recomendación de minuta nutricional

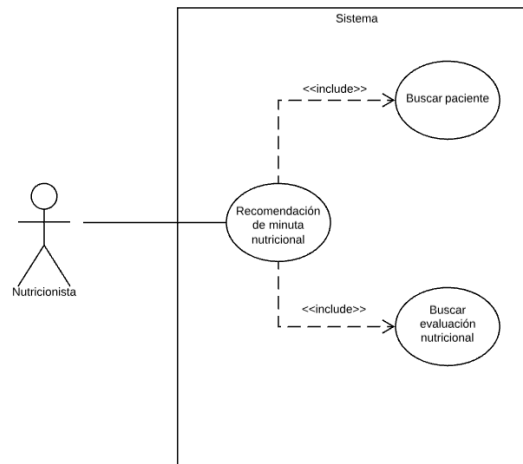


Figura 3.11: Diagrama de Casos de uso recomendación de minuta nutricional

En la figura 3.11 se refleja que el nutricionista puede proceder a solicitar la recomendación de una minuta nutricional, para esto se debe seleccionar previamente al paciente que el nutricionista está atendiendo, y además se necesita seleccionar la evaluación nutricional de éste para saber el estado en el que se encuentra.

### 3.6.8. Informe de evolución del paciente

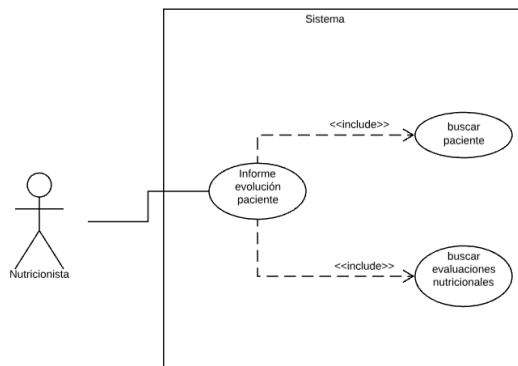


Figura 3.12: Diagrama de Casos de uso evolución del paciente

En la figura 3.12 se refleja que el nutricionista puede generar un informe de la evolución de un paciente, para generar este informe el nutricionista debe seleccionar previamente al paciente y además se necesita seleccionar un conjunto de evaluaciones nutricionales asociadas a ese paciente para poder reflejar en el informe como a evolucionado su estado nutricional.

### 3.7. Diagramas de Secuencia del Sistema

#### 3.7.1. Registro de nutricionista

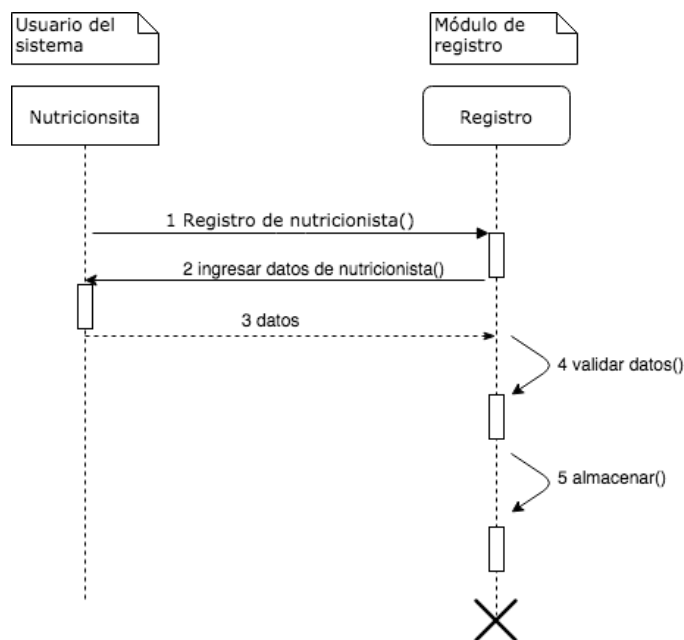


Figura 3.13: Diagrama secuencial registro de nutricionista

#### Explicación pasos de la secuencia

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo de registro.
- 2.- El sistema solicita el ingreso de los datos a registrar.
- 3.-El nutricionista ingresa datos a registrar.

- 4.- El sistema valida los datos.
- 5.- El sistema almacena los datos.

### 3.7.2. Gestión de paciente

#### Ingreso paciente

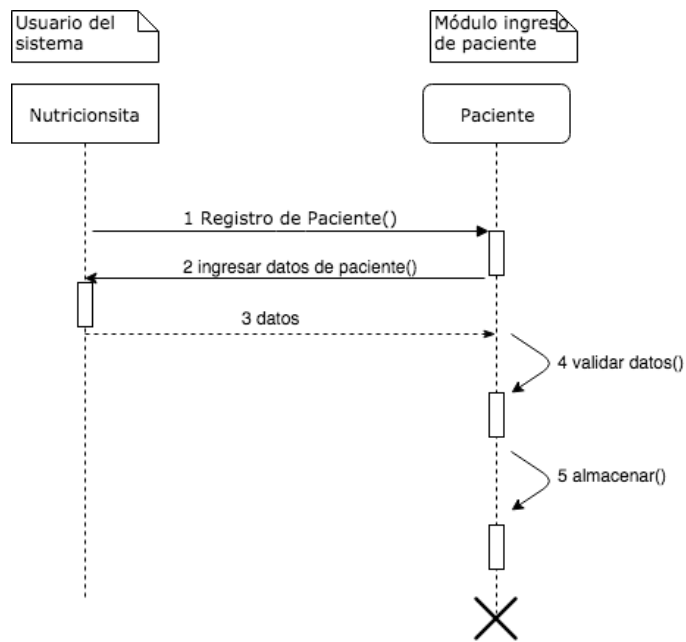


Figura 3.14: Diagrama secuencial registro de paciente

#### Explicación pasos de la secuencia

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para ingresar a paciente.
- 2.- El sistema solicita el ingreso de los datos del paciente.
- 3.- El nutricionista ingresa datos.
- 4.- El sistema valida los datos.
- 5.- El sistema almacena los datos.

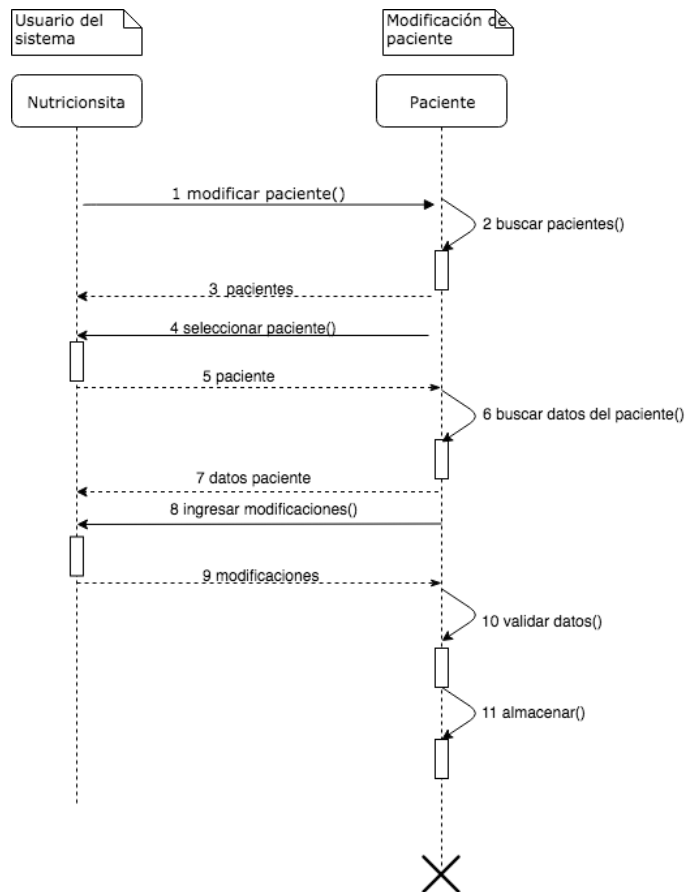
**Modificación paciente**

Figura 3.15: Diagrama secuencial modificación paciente

**Explicación pasos de la secuencia**

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para modificar datos del paciente.
- 2.- El sistema busca los registros de pacientes almacenados.
- 3.-El sistema retorna los registros de pacientes almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar un paciente.
- 5.- El nutricionista selecciona al paciente que desea modificar.

- 6.- El sistema busca los datos del paciente seleccionado.
- 7.- El sistema retorna los datos del paciente.
- 8.- El sistema solicita el ingreso de los datos a modificar.
- 9.- El nutricionista ingresa las modificaciones.
- 10.- El sistema valida las modificaciones.
- 11.- El sistema almacena las modificaciones.

### Eliminación paciente

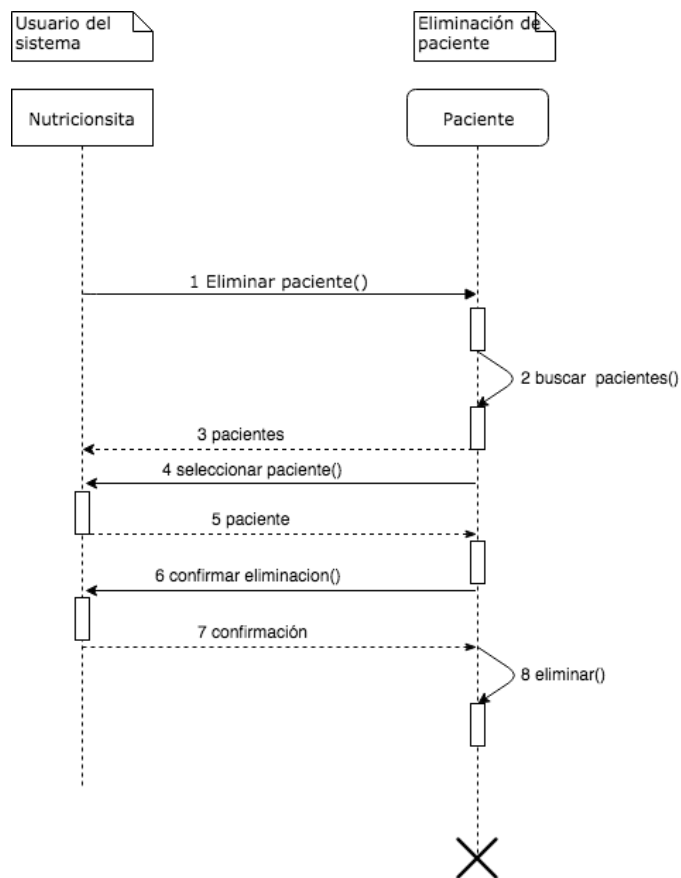


Figura 3.16: Diagrama secuencial eliminación paciente

**Explicación pasos de la secuencia**

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para eliminar registro de paciente.
- 2.- El sistema busca los registros de pacientes almacenados.
- 3.-El sistema retorna los registros de pacientes almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar un paciente.
- 5.- El nutricionista selecciona al paciente que desea eliminar.
- 6.- El sistema solicita confirmar la acción a realizar.
- 7.- El nutricionista confirma la acción.
- 8.- El sistema elimina el registro.

### 3.7.3. Gestión patología

#### Agregar patología

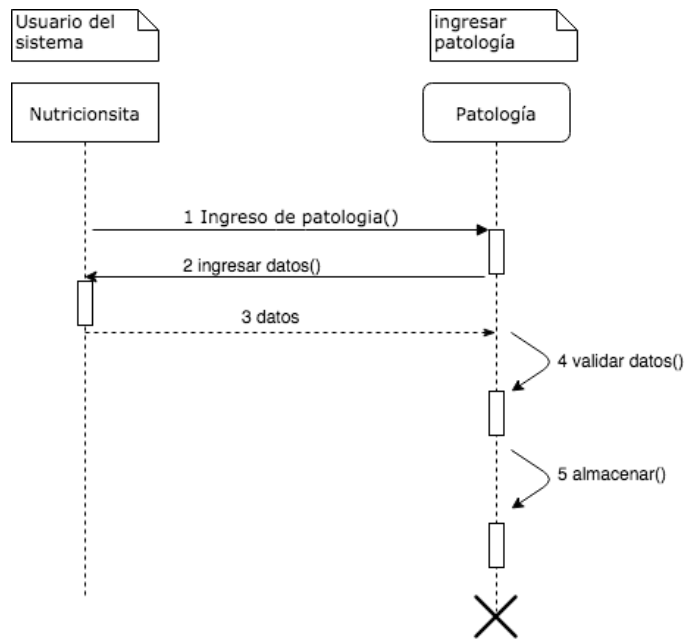


Figura 3.17: Diagrama secuencial ingreso de patología

#### Explicación pasos de la secuencia

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para ingresar patología.
- 2.- El sistema solicita el ingreso de los datos de la patología.
- 3.-El nutricionista ingresa datos.
- 4.- El sistema valida los datos.
- 5.- El sistema almacena los datos.

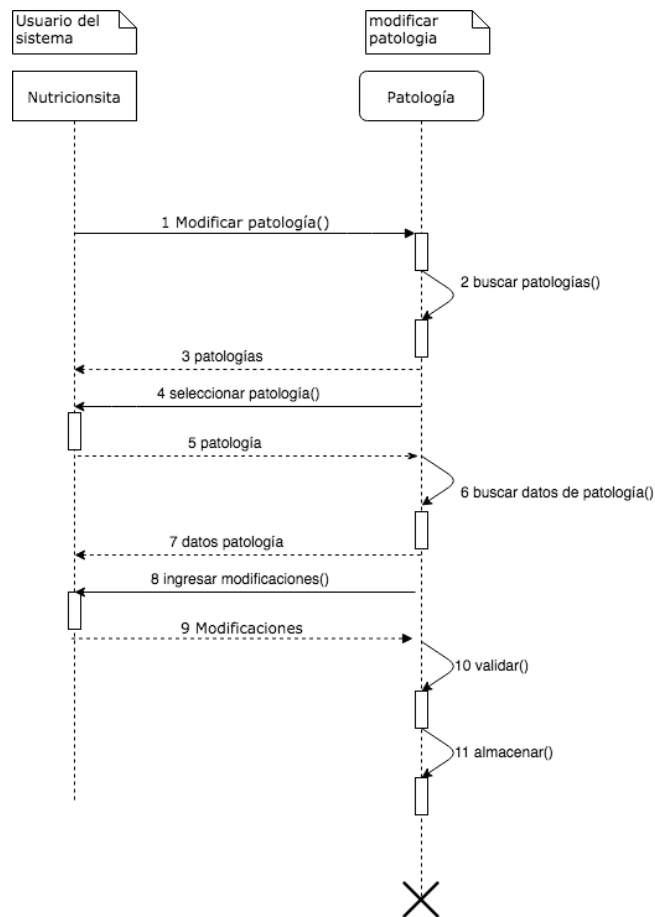
**Modificación de patología**

Figura 3.18: Diagrama secuencial modificación de patología

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para modificar datos de patología.
- 2.- El sistema busca los registros de patologías almacenadas.
- 3.-El sistema retorna los registros de patologías almacenadas.
- 4.- El sistema solicita seleccionar una patología.
- 5.- El nutricionista selecciona la patología que desea modificar.
- 6.- El sistema busca los datos de la patología seleccionado.



- 7.- El sistema retorna los datos de la patología.
- 8.- El sistema solicita el ingreso de los datos a modificar.
- 9.- El nutricionista ingresa las modificaciones.
- 10.- El sistema valida las modificaciones.
- 11.- El sistema almacena las modificaciones.

### Eliminación de patología

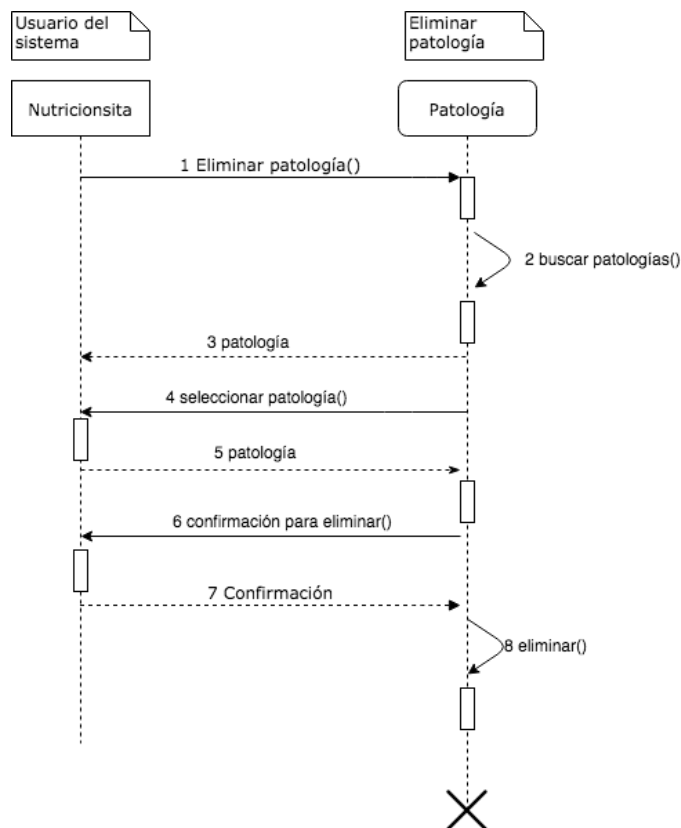


Figura 3.19: Diagrama secuencial eliminación de patología

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para eliminar registro de patología.
- 2.- El sistema busca los registros de patologías almacenadas.

- 3.-El sistema retorna los registros de patologías almacenadas.
- 4.- El sistema solicita seleccionar una patología.
- 5.- El nutricionista selecciona la patología que desea eliminar.
- 6.- El sistema solicita confirmar la acción a realizar.
- 7.- El nutricionista confirma la acción.
- 8.- El sistema elimina el registro.

### 3.7.4. Gestión de alimentos

#### Agregar alimento

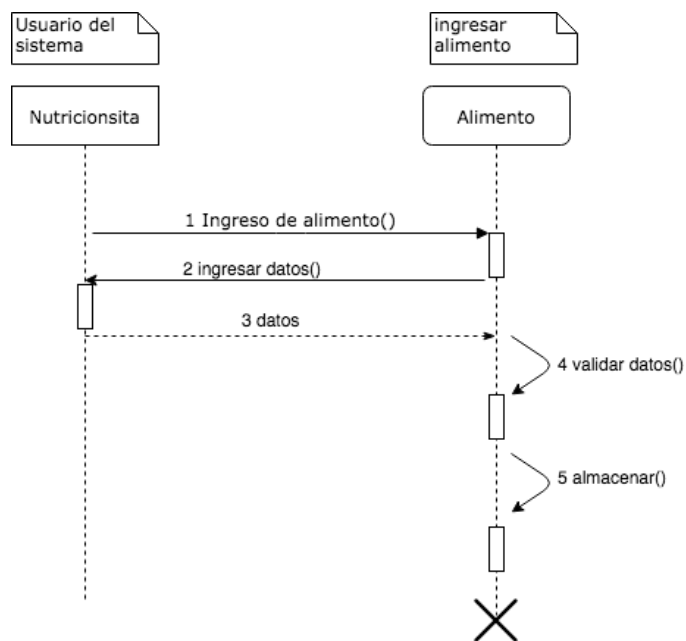


Figura 3.20: Diagrama secuencial ingreso de alimento

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para ingresar alimento.
- 2.- El sistema solicita el ingreso de los datos del alimento.

- 3.-El nutricionista ingresa datos.
- 4.- El sistema valida los datos.
- 5.- El sistema almacena los datos.

### Modificar alimento

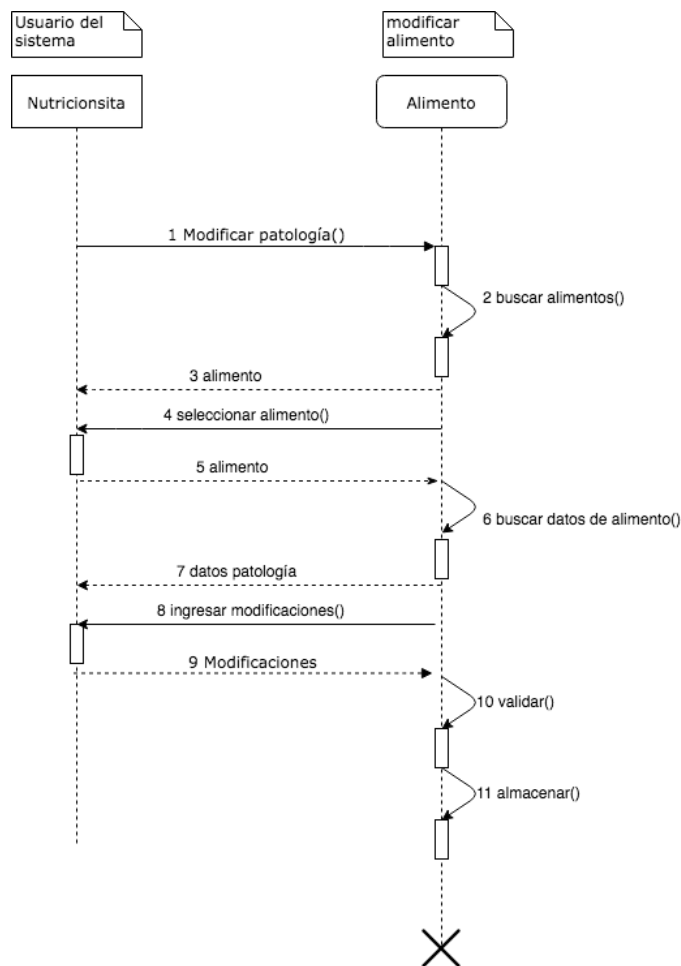


Figura 3.21: Diagrama secuencial modificación de alimento

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para modificar datos de alimento.
- 2.- El sistema busca los registros de alimentos almacenados.

- 3.-El sistema retorna los registros de alimentos almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar un alimento.
- 5.- El nutricionista selecciona el alimento que desea modificar.
- 6.- El sistema busca los datos del alimento seleccionado.
- 7.- El sistema retorna los datos del alimento.
- 8.- El sistema solicita el ingreso de los datos a modificar.
- 9.- El nutricionista ingresa las modificaciones.
- 10.- El sistema valida las modificaciones.
- 11.- El sistema almacena las modificaciones.

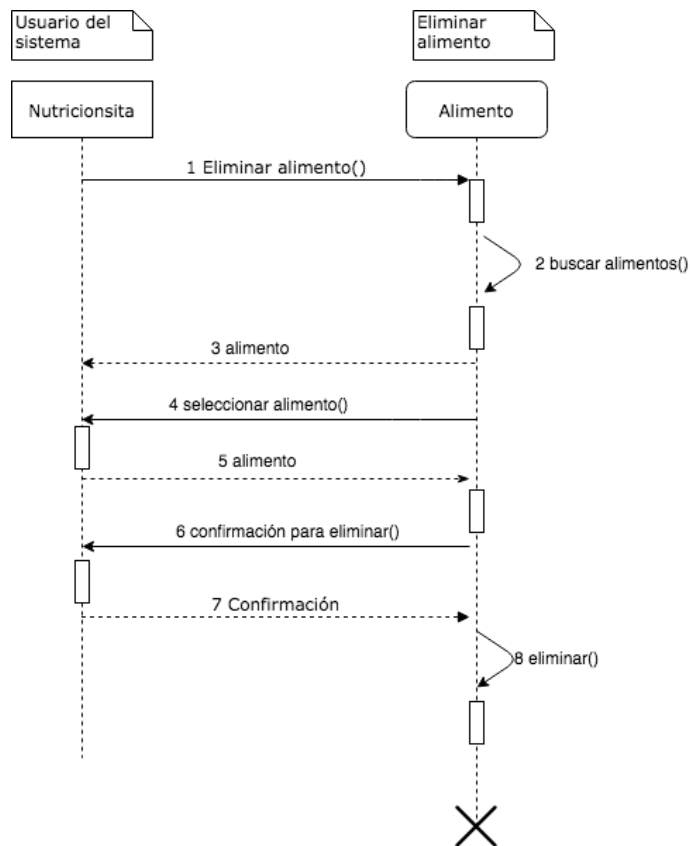
**Eliminación de alimento**

Figura 3.22: Diagrama secuencial eliminación de alimento

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para eliminar registro de alimento.
- 2.- El sistema busca los registros de alimentos almacenados.
- 3.-El sistema retorna los registros de alimentos almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar un alimento.
- 5.- El nutricionista selecciona el alimento que desea eliminar.
- 6.- El sistema solicita confirmar la acción a realizar.
- 7.- El nutricionista confirma la acción.

- 8.- El sistema elimina el registro.

### 3.7.5. Gestión de preparaciones

#### Ingreso de preparación

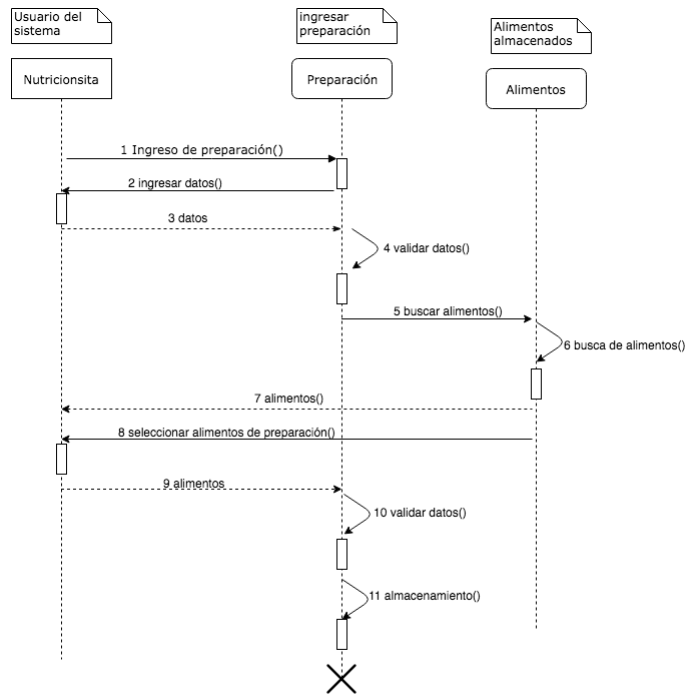


Figura 3.23: Diagrama secuencial ingreso de preparación

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para ingresar preparación.
- 2.- El sistema solicita el ingreso de los datos del alimento.
- 3.-El nutricionista ingresa datos.
- 4.- El sistema valida los datos.
- 5.- El sistema debe buscar los alimentos almacenados.
- 6.- El sistema busca alimentos.
- 7.- El sistema retorna los alimentos almacenados.

- 8.- El sistema solicita seleccionar alimentos que conforman la preparación.
- 9.- El nutricionista selecciona los alimentos.
- 10.- El sistema valida los datos.
- 11.- El sistema almacena los datos.

### Modificación de preparación

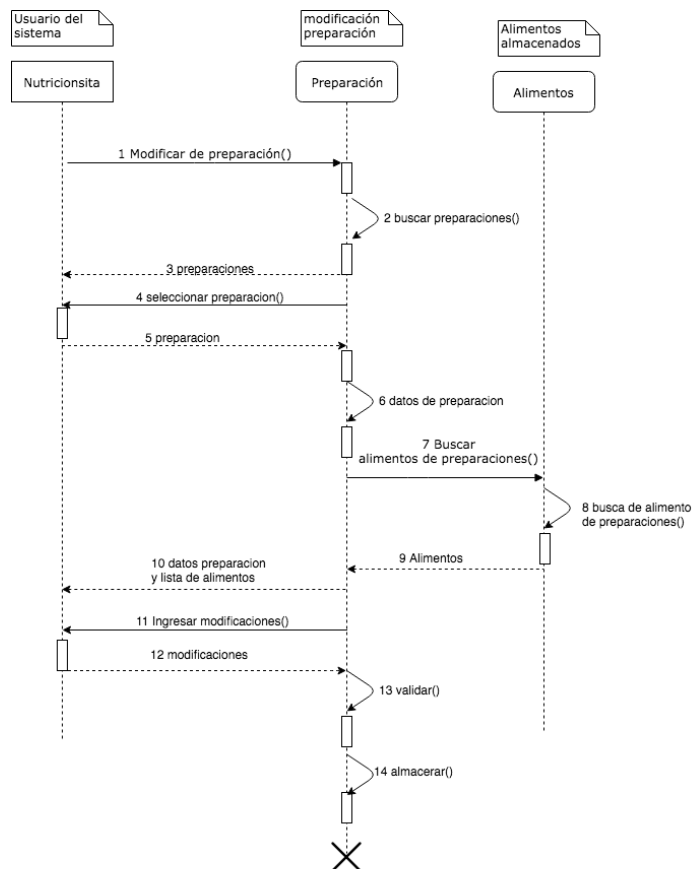


Figura 3.24: Diagrama secuencial modificación de preparación

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para modificar datos de preparación.
- 2.- El sistema busca los registros de preparaciones almacenadas.

- 3.-El sistema retorna los registros de preparaciones almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar una preparación.
- 5.- El nutricionista selecciona la preparación que desea modificar.
- 6.- El sistema busca los datos de la preparación seleccionado.
- 7.- El sistema debe buscar los alimentos almacenados.
- 8.- El sistema busca alimentos almacenados.
- 9.- El sistema retorna los alimentos almacenados.
- 10.- El sistema retorna alimentos almacenados y datos de la preparación.
- 11.- El nutricionista ingresa modificaciones.
- 12.- El sistema valida los datos.
- 13.- El sistema almacena los datos.



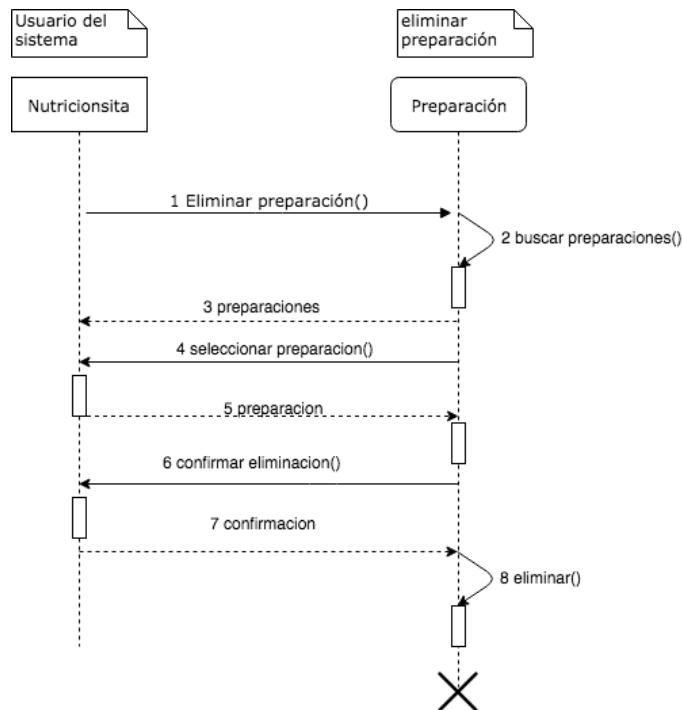
**Eliminación de preparación**

Figura 3.25: Diagrama secuencial eliminación de preparación

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para eliminar registro de preparación.
- 2.- El sistema busca los registros de preparaciones almacenadas.
- 3.- El sistema retorna los registros de preparaciones almacenados.
- 4.- El sistema solicita seleccionar una preparación.
- 5.- El nutricionista selecciona la preparación que desea eliminar.
- 6.- El sistema solicita confirmar la acción a realizar.
- 7.- El nutricionista confirma la acción.
- 8.- El sistema elimina el registro.

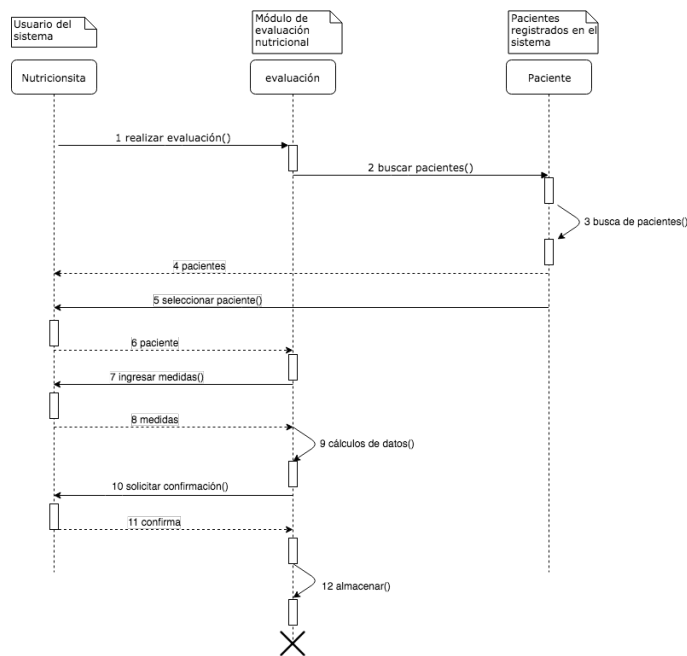


Figura 3.26: Diagrama secuencial evaluación nutricional

### 3.7.6. Evaluación nutricional

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para realizar una evaluación nutricional.
- 2.- El sistema debe buscar los registros de pacientes almacenados.
- 3.-El sistema busca pacientes almacenados.
- 4.- El sistema retorna los pacientes almacenados.
- 5.- El sistema solicita seleccionar paciente.
- 6.- El nutricionista selecciona paciente.
- 7.- El sistema solicita el ingreso de medidas antropométricas.
- 8.- El nutricionista ingresa medidas antropométricas.
- 9.- El sistema calcula datos para determinar estado nutricional.
- 10.- El sistema solicita confirma los datos.
- 11.- El nutricionista confirma los datos.

- 12.- El sistema almacena los datos.

### 3.7.7. Generar recomendación de minuta

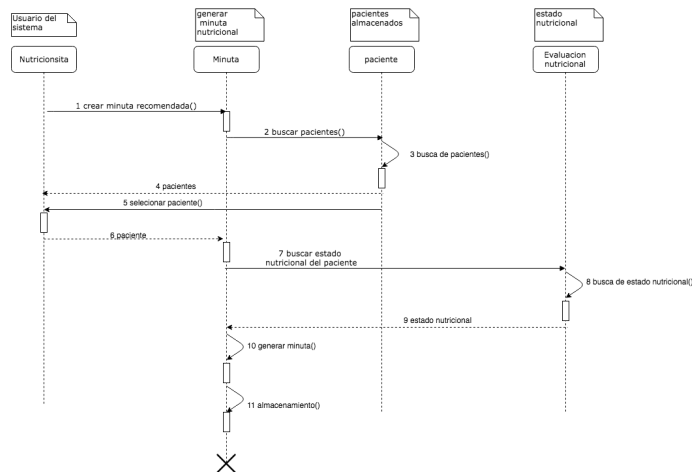


Figura 3.27: Diagrama secuencial recomendación minuta nutricional

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para solicitar una recomendación de minuta nutricional.
- 2.- El sistema debe buscar los pacientes almacenados.
- 3.-El sistema busca pacientes almacenados.
- 4.- El sistema retorna los pacientes almacenados.
- 5.- El sistema solicita seleccionar paciente.
- 6.- El nutricionista selecciona paciente.
- 7.- El sistema debe buscar evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 8.- El sistema busca evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 9.- El sistema obtiene evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 10.- El sistema genera minuta nutricional.
- 11.- El sistema almacena minuta nutricional.

### 3.7.8. Evolución del paciente

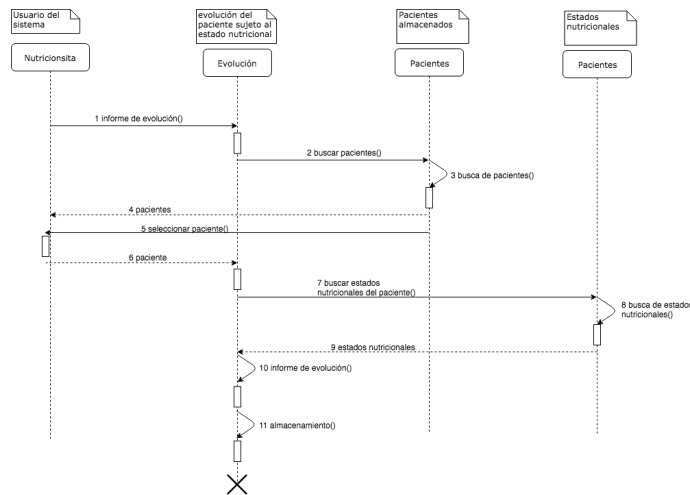


Figura 3.28: Diagrama secuencial evolución del paciente

- 1.- El nutricionista ingresa a módulo para generar informe de evolución del paciente.
- 2.- El sistema debe buscar los pacientes almacenados.
- 3.-El sistema busca pacientes almacenados.
- 4.- El sistema retorna los pacientes almacenados.
- 5.- El sistema solicita seleccionar paciente.
- 6.- El nutricionista selecciona paciente.
- 7.- El sistema debe buscar evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 8.- El sistema busca evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 9.- El sistema obtiene evaluaciones nutricionales del paciente seleccionado.
- 10.- El sistema genera informe de evolución del paciente.
- 11.- El sistema almacena minuta nutricional.

# Bibliografía

- [1] Codeigniter web framework, Último acceso: 31 de marzo de 2019. <https://codeigniter.com/>.
- [2] Dietopro.com: una nueva herramienta de gestión dietoterapéutica basada en la tecnología cloud computing. último acceso 27 abril 2019. <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v30n3/28originalotros02.pdf>.
- [3] Glosario de términos, organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. <http://www.fao.org/3/am401s/am401s07.pdf>.
- [4] Informe cáncer dic\_2017, aich, Último acceso eso 01 de marzo de 2019. <http://www.isapre.cl/PDF/Informe%20Cancer2017.pdf>.
- [5] Modelo-vista-controlador en codeigniter, Último acceso: 31 de marzo de 2019. <https://desarrolloweb.com/articulos/modelo-vista-controlador-codeigniter.html>.
- [6] Mysql, Último acceso: 31 de marzo de 2019. <https://www.mysql.com/>.
- [7] Nutrisol: un programa informático para la evaluación nutricional comunitaria y hospitalaria de acceso libre. Último acceso 27 de abril 2019. <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v23n1/original3.pdf>.
- [8] Oms — diabetes. [https://www.who.int/topics/diabetes\\_mellitus/es/](https://www.who.int/topics/diabetes_mellitus/es/).
- [9] Oms — diarrea. <https://www.who.int/topics/diarrhoea/es/>.
- [10] Oms — obesidad. <https://www.who.int/topics/obesity/es/>.
- [11] Oms — ¿qué es la malnutrición? <https://www.who.int/features/qa/malnutrition/es/>.
- [12] Php: Hypertext preprocessor, Último acceso: 31 de marzo de 2019. <https://www.php.net/>.

- [13] Programa elige vivir sano, ministerio de salud, Último acceso: 01 de abril de 2019. <http://www.msgg.gob.cl/wp/index.php/2018/05/09/conoce-en-que-consiste-el-nuevo-sistema-elige-vivir-sano/>.
- [14] Programa para la evaluación de dietas y gestión de datos de alimentación. <http://www.alceingenieria.net/descarga/DIAL.pdf>.
- [15] Sistema de evaluación nutricional y asignación de menús a minutos utilizando simulated annealing, Aug 2012. [Online; accessed 2. May 2019].
- [16] Características y aplicaciones de software en dietética y nutrición para su uso en poblaciones sanas y pacientes críticos., May 2013. [Online; accessed 2. May 2019].
- [17] Nutrición parenteral, Jan 2013. [Online; accessed 2. May 2019].
- [18] Úlcera péptica, Nov 2016. [Online; accessed 2. May 2019].
- [19] Nutrición clínica: concepto y características esenciales, universidad internacional de valencia, Último acceso: 31 de marzo de 2019. <https://www.universidadviu.com/nutricion-clinica/>, 2018.
- [20] Estudios de la ocde sobre salud pública, Jan 2019. [Online; accessed 2. May 2019].
- [21] J Álvarez Hernández, N Peláez Torres, and A Muñoz Jiménez. Utilización clínica de la nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*, 21:87–99, 2006.
- [22] Yessica Ríos Aquino. Prototipo para el desarrollo de una aplicación web móvil de ayuda al tratamiento nutricional o dietético. 2016.
- [23] Iñigo Barandiaran. The random subspace method for constructing decision forests. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 20(8), 1998.
- [24] Enrique Herrera-Viedma & Carlos Porcel & Lorenzo Hidalgo. *Sistemas de recomendaciones: herramientas para el filtrado de información en Internet - capítulo: Introducción*. <https://www.upf.edu/hipertextnet/numero-2/recomendacion.html>.
- [25] Enrique Herrera-Viedma & Carlos Porcel & Lorenzo Hidalgo. *Sistemas de recomendaciones: herramientas para el filtrado de información en Internet - capítulo: Sistemas de recomendaciones*. <https://www.upf.edu/hipertextnet/numero-2/recomendacion.html>.
- [26] María Josefa Martínez Gómez, Cristóbal Melián Fernández, and María Romeo Donlo. Nutrición en enfermedad inflamatoria intestinal. *Nutrición hospitalaria*, 33:59–62, 2016.

- [27] G. Oviedo, A. Morón de Salim, and L. Solano. Indicadores antropométricos de obesidad y su relación con la enfermedad isquémica coronaria. *Nutrición Hospitalaria*, 21:694 – 698, 12 2006.