



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

## **ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**

### **ESCOM**

Trabajo Terminal

#### **“Aplicación móvil para el seguimiento de planes de alimentación”**

28-1-009

Presenta

**José Rodolfo Reyes Luna**

Directora

**M. en C. Nidia Asunción Cortez Duarte**



Noviembre 2019



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**  
**SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA**



No de TT: 28-1-009

21 de noviembre de 2019

Documento Técnico

**“Aplicación móvil para el seguimiento de planes de alimentación”**

Presenta

**José Rodolfo Reyes Luna**

Directora

**M. en C. Nidia Asunción Cortez Duarte**

**RESUMEN**

El presente documento describe el desarrollo de este trabajo terminal que consiste en la adición de funciones a un sistema de elaboración y seguimiento de planes de alimentación, así como una aplicación móvil para el seguimiento de estos. La elaboración de planes de alimentación se hace usando algoritmos genéticos para brindar diversidad en la distribución de alimentos y obtener un margen de error menor al 8%, así como la nueva funcionalidad del ajuste al plan durante el día. El seguimiento de los planes se hará con el desarrollo de una aplicación móvil que permitirá al paciente registrar su peso periódicamente y el apego al plan, este registro del apego nos permite brindar al paciente un ajuste en las comidas del día si éste rompiera el plan, con la finalidad de cumplir la ingesta calórica diaria.

**Palabras Clave:** Nutrición, algoritmos genéticos, obesidad, aplicaciones móviles, dispositivos bluetooth.

## Advertencia

“Este documento contiene información desarrollada por la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, a partir de datos y documentos con derecho de propiedad y por lo tanto, su uso quedará restringido a las aplicaciones que explícitamente se convengan.”

La aplicación no convenida exime a la escuela su responsabilidad técnica y da lugar a las consecuencias legales que para tal efecto se determinen.

Información adicional sobre este reporte técnico podrá obtenerse en: La Subdirección Académica de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, situada en Av. Juan de Dios Bátiz s/n Teléfono: 57296000, extensión 52000

## Contenido

1	Introducción .....	7
2	Situación problemática .....	9
2.1	Propuesta de Solución .....	10
2.2	Objetivos .....	11
2.3	Estado del Arte .....	11
2.4	Marco Teórico .....	13
3	Análisis y Requerimientos .....	31
3.1	Especificación de Requerimientos .....	31
3.2	Actores .....	33
3.3	Modelo de Negocios Propuesto .....	35
3.4	Diagrama de Casos de Uso .....	39
3.5	Especificación de Casos de Uso .....	41
3.6	Reglas de Negocio .....	76
4	Diseño .....	80
4.1	Base de Datos .....	80
4.2	Algoritmos .....	81
4.3	Diagramas Secuenciales .....	83
4.4	Arquitecturas Utilizadas .....	98
5	Implementación .....	101
5.1	Tecnologías .....	102
5.2	Algoritmo de generación y ajuste de planes de alimentación .....	103
5.3	Emparejamiento por QR .....	106
5.4	Política de Privacidad .....	108
6	Pruebas .....	113
6.1	Pruebas Unitarias .....	114

6.2	Pruebas de Integración.....	118
6.3	Pruebas del Algoritmo Genético.....	120
7	Conclusiones.....	124
8	Trabajo a futuro.....	124
	Anexo 1 Información acerca del paciente.....	125
	Anexo 2 Equivalencia de kilocalorías a Macronutrientes .....	126
	Anexo 3 Alimentos Recomendados.....	126
	Anexo 5 Características de la báscula.....	130
9	Glosario .....	132
10	Bibliografía.....	135

## Índice de tablas

Tabla 1	Grado de obesidad según el IMC .....	15
Tabla 2	Límites para determinar un metabolismo anormal .....	16
Tabla 3	Equivalencias de macronutrientes a kilocalorías.....	17
Tabla 4	Fórmula Harris y Benedict, 1919. PC: Pese Corporal en kg, t: estatura en cm, E: edad en años .....	21
Tabla 5	Fórmula FAO/WHO/UNU, 1985 .....	22
Tabla 6	: Clasificación de actividad física. ....	23
Tabla 7	Coeficiente de actividad física .....	23
Tabla 8	Estimación de gasto energético a partir de la TMR de un factor individual de actividad física .....	24
Tabla 9	Ejemplo tabla de gasto calórico según actividad física .....	25
Tabla 10	Requerimientos funcionales.....	32
Tabla 11	Requerimientos no funcionales.....	33
Tabla 12	Tecnologías usadas .....	103

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Proceso de visita al nutricionista .....	26
Ilustración 2 Sub proceso cita .....	26
Ilustración 3 Representación de cromosoma .....	27
Ilustración 4 Representación de cruza.....	30
Ilustración 5 Representación de mutación.....	30
Ilustración 6 Diagrama BPMN del proceso general.....	35
Ilustración 8 Diagrama BPMN del subproceso cita .....	35
Ilustración 9 Diagrama BPMN del proceso de seguimiento y ajuste .....	36
Ilustración 10 Diagrama BPMN del proceso de baja/edición del paciente .....	36
Ilustración 11 Diagrama BPMN del proceso de edición de datos .....	37
Ilustración 12 Diagrama BPMN del proceso de registro de alimento.....	37
Ilustración 13 Diagrama BPMN del proceso de navegación del paciente .....	38
Ilustración 14 Diagrama BPMN de los procesos del administrador .....	38
Ilustración 15 Diagrama de casos de uso.....	39
Ilustración 16 Diagrama de casos de uso del nutricionista .....	40
Ilustración 17 Diagrama de casos de uso del paciente .....	40
Ilustración 18 Diagrama de casos de uso del administrador.....	41
Ilustración 19 Modelo relacional de la base de datos.....	80
Ilustración 22 Diagrama de algoritmo genético para ajuste de planes alimenticios .....	82
Ilustración 25 Diagrama de secuencia de editar nutricionista .....	84
Ilustración 27 Diagrama de secuencia de editar paciente.....	85
Ilustración 28 Diagrama de secuencia de baja de paciente .....	86
Ilustración 30 Diagrama de secuencia de ajustar plan alimenticio .....	87
Ilustración 31 Diagrama de secuencia de seguimiento al paciente .....	88
Ilustración 32 Diagrama de secuencia de alta de alimento .....	89
Ilustración 34 Diagrama de secuencia de consulta de plan alimenticio.....	90
Ilustración 35 Diagrama de secuencia de registrar comida .....	91
Ilustración 36 Diagrama de secuencia de registrar peso .....	92
Ilustración 37 Diagrama de secuencia de reporte de avances .....	93
Ilustración 38 Diagrama de secuencia de aceptar nutricionista .....	94
Ilustración 39 Diagrama de secuencia de aceptar alimento.....	95
Ilustración 40 Diagrama de secuencia de lista de nutricionistas.....	96
Ilustración 41 Diagrama de secuencia de lista de pacientes .....	97

Ilustración 42 Arquitectura de app .....	98
Ilustración 43 Modelo Vista Controladorl .....	101
Ilustración 44 Diagrama de flujo del algoritmo genético .....	103
Ilustración 46 Diagrama de emparejamiento por QR .....	107
Ilustración 47 Diagrama de generación de QR.....	107
Ilustración 48 Diagrama de verificación de QR .....	108

## 1 Introducción

A lo largo de la historia el mundo ha padecido epidemias y enfermedades que aquejaron a la mayor parte de la población. Actualmente, el mundo es testigo de las Enfermedades No Transmitibles (ENT), también conocidas como enfermedades crónicas. Los principales tipos de ENT son las enfermedades cardiovasculares (como los ataques cardíacos y los accidentes cerebrovasculares), el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas (enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el asma), la diabetes, entre otras<sup>1</sup>.

Una de las ENT que más afectan hoy en día a la sociedad mundial es la obesidad, ésta se define como un acúmulo excesivo del depósito graso del organismo<sup>2</sup>, la cual se divide en dos tipos, la obesidad endógena que es producida por disfunción de los sistemas endócrinos o metabólicos, y la obesidad exógena que se debe una ingesta calórica superior a la necesaria para cubrir las necesidades metabólicas del organismo. Cualquier tipo de obesidad da pie a otro tipo de ECNT como la Diabetes Tipo 2, la Hipertensión y la Hipercolesterolemia, además de asociarse a una posibilidad mayor de padecer varios tipos de cáncer, colelitiasis, trastornos osteoarticulares de músculos y ligamentos.

La obesidad es considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una epidemia ya que, en 2016, más de 1900 millones de adultos tenían sobrepeso y más de 650 millones eran obesos, triplicándose entre 1975 y 2016. Otro factor importante de ver es que el 57% de la población mundial vive en países donde el sobrepeso y la obesidad causan más muertes que la insuficiencia ponderal. Entre esos países se incluyen todos

---

<sup>1</sup> OMS. (1 de Junio de 2018). Enfermedades no transmitibles. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

<sup>2</sup> F. Casimiro-Soriguer Escofet, La obesidad. Ediciones Díaz de Santos, 2000.



los de ingresos altos y medianos. El resultado de esta epidemia es que cada año mueren, como mínimo, 2,8 millones de personas<sup>3</sup>.

Actualmente, México tiene la tasa más alta de obesidad y sobrepeso en personas mayores de 15 años, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Así, el 72.5% de la población pasa por los ya mencionados problemas, de los cuales el 33.3% tiene obesidad y el 39.2% sobrepeso, incrementando un 3.3% en los últimos 10 años<sup>4</sup>. Por ello, se ha declarado en repetidas ocasiones emergencia epidemiológica dentro del país<sup>5</sup>.

La principal causa de la obesidad exógena, que será la que se tratará en este tratado, es una mala alimentación. En México cerca del 58% de la población no se preocupa por su salud en general y cerca del 82% de las personas consideran que un mexicano no se preocupa, ni cuida su alimentación<sup>6</sup>. Estos datos nos dan la respuesta del por qué México tiene ese índice tan alto de obesidad.

La obesidad debe de ser diagnosticada y tratada por un especialista de la nutrición y dietética, llamado comúnmente como Nutricionista o Dietista (como puede ser un nutriólogo o bariatra), el cual, se encarga de evaluar el caso personal de cada paciente para poder dar un tratamiento óptimo, conformado principalmente por un plan nutricional. Si el diagnóstico arroja una obesidad endógena, esta debe ser tratada por un conjunto de especialistas en diferentes áreas de la medicina, por otro lado, si el resultado es una obesidad exógena, bastará con la creación de un plan de alimentación que el paciente

---

3 OMS. (Octubre 2017). 10 datos sobre la obesidad. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/features/factfiles/obesity/es/>

4 OECD(2017), "Overweight and obesity among adults", in Health at a Glance 2017: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. DOI: [http://dx.doi.org/10.1787/health\\_glance-2017-21-en](http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2017-21-en)

5 S. Salud, "Emite la Secretaría de Salud emergencia epidemiológica por diabetes mellitus y obesidad", gob.mx, 2018. [Online].

6 Gabinete de Comunicación Estratégica (2016) Información Nutricional 2016: <http://gabinete.mx/proyectos/informacion-nutricional-2016>.

deberá seguir. Este plan consta de una lista de alimentos que el paciente deberá consumir con el fin de cubrir los nutrientes justos y necesarios. Estos planes son generados tomando en cuenta ciertos datos del paciente como antecedentes médicos, hábitos alimenticios, condiciones de vida, medidas antropométricas, entre otros. Una vez que son evaluados los datos, el nutricionista realiza ciertos cálculos para establecer la cantidad de nutrientes que necesita el paciente. Por último, se hace una selección variada de alimentos con el fin de cubrir las necesidades nutrimentales previamente calculadas.

## 2 Situación problemática

La obesidad exógena es un grave problema causado por los malos hábitos y el poco cuidado alimenticio, así que el tratamiento adecuado consiste en cuidar la alimentación mediante un plan de alimentación generado por un nutricionista. El problema en México se agrava, ya que el 81.9% de mexicanos consideran que un mexicano no se preocupa por su alimentación. Del poco porcentaje restante, sólo el 61% ha realizado algún tipo de dieta<sup>7</sup>, de los cuales solo el 18.3% han tenido un plan de alimentación personalizado y realizado por un nutricionista. Estas cifras nos dicen que pocos mexicanos acuden al nutricionista para cuidar su alimentación, cuando se les pregunta el por qué las respuestas son: porque no tienen dinero (23.9%), porque no les interesa (17.3%), por falta de información (11%), falta de tiempo (8.9%), es tardado y tedioso acudir (5.2%), entre otros. Aunado a esto, existe otro factor que potencializa la obesidad y el sobrepeso en este país, éste es que una vez que los pacientes acuden al nutricionista les cuesta seguir la dieta y terminan dejándola. Los principales factores son: la falta de tiempo, como se mencionó anteriormente, lo que le impide al paciente apegarse al plan; el recordar

---

<sup>7</sup> Gabinete de Comunicación Estratégica (2016) Dietas de Moda 2016: <http://gabinete.mx/proyectos/dietas-de-moda-2016>.

qué alimentos y a qué hora deben ser ingeridos; y, por último, la poca flexibilidad de los planes, ya que, al salirse del plan, normalmente, ya no sigue con la dieta.

Existe otra problemática, ésta es que el proceso de adaptación de los planes de alimentación con la rutina de los pacientes y los repentinos en la misma. Por otro lado, los nutricionistas caen en la poca diversidad de alimentos recomendados, ya que ellos recetan, casi siempre, los mismos y esto da pie a que el paciente se aburra de comer siempre lo mismo.

Por último, es muy difícil para el nutricionista llevar un control exacto del paciente, ya que las citas son agendadas con un tiempo mínimo de 3 semanas, en este tiempo el paciente no sigue el plan correctamente o se le puede olvidar las comidas que ha llevado, esto potencializa la poca exactitud de los cálculos.

## 2.1 Propuesta de Solución

El mejoramiento del Sistema de elaboración y seguimiento de planes de alimentación en los módulos de gestión de pacientes. Constará de un conjunto de servicios web para uso del nutricionista, dirigido a llevar un expediente clínico de todos los pacientes; permitirá la monitorización del seguimiento de los planes de alimentación por parte de los pacientes y permitirá realizar los ajustes de los planes alimenticios.

La segunda parte consta de una aplicación móvil en la cual el paciente se apoyará en el seguimiento de su tratamiento, en la aplicación podrá revisar su plan alimenticio, así como la comida que le toque a determinada hora. Por otro lado, el paciente podrá registrar el cumplimiento del plan alimenticio, esto con la finalidad de que el nutricionista pueda monitorizar su apego al plan y que, si sale del plan alimenticio, el sistema ajuste las comidas de ese día con tal de que su consumo de nutrientes sea coherente con el plan. Por último, el paciente podrá registrar su peso para llevar un control y seguimiento de éste.

## 2.2 Objetivos

### 2.2.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil que gestione los planes de alimentación de un paciente, además de poder registrar su peso para visualizar un avance y tener la posibilidad de realizar un ajuste a la dieta en dado caso de no cumplirla. Adicionar al entorno web del nutricionista los resultados de sus pacientes y la funcionalidad de modificar sus planes de alimentación de sus pacientes.

### 2.2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar una aplicación móvil, dirigida al paciente, orientada al seguimiento de su tratamiento, así como al registro y seguimiento de su peso.
- Desarrollar un conjunto de servicios web para el nutricionista, la cual deberá:
  - Actualizar planes de alimentación previamente creados.
  - Mostrar el seguimiento de avances de los pacientes.

## 2.3 Estado del Arte

Actualmente existen diversas aplicaciones y sistemas que ayudan a los nutricionistas a hacer cálculos de gasto energético, macronutrientes o e indicadores. Existen otras que ayudan a la población a llevar una alimentación sana. A continuación, se mostrarán las más importantes:

### Aplicaciones para nutricionistas:

- **AZ NUTRITION:** Un software para nutriólogos que permite agilizar los trabajos en el área de nutrición. Cubre desde la ficha clínica, pasando por los datos antropométricos, permitiendo realizar recordatorios de 24hrs., y elaborar planes de alimentación de una forma adecuada y práctica. Además, se apoya de la herramienta del sistema mexicano de equivalentes. Es compatible con la app

para pacientes de Monitor Nutricional con lo que se tiene cálculo de dietas, y aumenta la constancia de los pacientes enviándoles su dieta a esta app.

- **NUTREIN:** Software de nutrición. Sirve para hacer el dietocálculo. Sólo se necesita conexión a internet para usarlo, es práctico, sencillo y efectivo. Se puede usar hasta en una PC, tablet o celular. Además, se puede acceder a él desde el portal para nutriólogos de Monitor nutricional y enviar un plan de alimentación calculado a los pacientes en la app.
- **MONITOR NUTRICIONAL SOFTWARE DE NUTRICIÓN:** Sistema diseñado científicamente para aumentar consultas. Ha sido reconocido por la fundación Europea iSYS como una de las mejores 10 apps para profesionales de salud. El sistema consta de una app para pacientes que los motiva, ayuda a crear hábitos y monitorea su apego a la dieta diseñada por el nutriólogo. Por otra parte, incluye un software de nutrición en el que se activan o desactivan las apps de los pacientes, se envía el plan de su alimentación, y monitorea los registros de alimentos que los pacientes van realizando en su app.
- **VALORES NUTRICIONALES:** Herramienta para consultar la información nutricional de diferentes alimentos. Tiene, además, algunos consejos sobre alimentación que informan sobre las propiedades de cada comida.
- **SOPORTE NUTRICIONAL:** Aplicación que sirve para conocer el estado nutricional del paciente y calcular sus necesidades energéticas de acuerdo a su peso, actividad, edad, etc. Cuenta con varias guías con contenidos nutricionales, ideales para los profesionales del área.

### **Aplicaciones para pacientes**

- **FATSECRET:** Aplicación para contabilizar las calorías que se ingieren durante el día en un periodo largo. Se puede observar cuál es la proporción de macronutrientes que se han ingerido durante el día, pudiendo aplicar fácilmente días bajos y altos en carbohidratos, cuadrando los distintos alimentos disponibles.

- **MYFITNESSPAL:** Aplicación para contabilizar las calorías ingeridas diariamente. Además, insertando los datos personales, la aplicación proporciona el número de calorías que deben consumirse para perder grasa, ganar músculo, o mantener peso.
- **MI ENTRENADOR DE DIETA - PÉRDIDA DE PESO:** El objetivo principal de la aplicación es motivar a los usuarios a adoptar hábitos de alimentación saludables y seguir la práctica regular de ejercicio. Permite establecer objetivos de salud y formular desafíos diarios para ellos. La función de *seguimiento de peso visual* mide el progreso en varios parámetros de salud.

Quemar calorías adicionales siguiendo el desafío diario establecido por la aplicación les ayudará a ponerse en forma. La calculadora de IMC ayuda a conocer el peso correcto según la edad y la altura del usuario, incluso puede establecer recordatorios de ejercicio y comida, a través de la aplicación para que no se salte nada en el día. Esta aplicación actúa como un entrenador de dieta y mantiene un registro de todos los aspectos de salud para el usuario de la aplicación.

También existen aplicaciones que cuentan con una base de datos con recetas que ayudan a llevar una alimentación sana, entre las cuales destacan:

- Cocina Inteligente
- Mi Recetario
- Semana Mediterránea

## 2.4 Marco Teórico

Para que el nutricionista pueda diagnosticar y tratar la obesidad y el sobre peso es necesario aplicar una metodología de diagnóstico y manejo de nutrición, la cual está conformada por una etapa de recolección de datos, interpretación y análisis de éstos, determinación del plan alimenticio y aplicación y monitoreo del último.

La recolección de datos es el paso inicial para determinar un buen tratamiento de cualquier enfermedad. Esta etapa consta de una serie de actividades que ayuda a recolectar información del paciente para crear un historial clínico y poder hacer un diagnóstico acorde y personal. Entre las actividades llevadas a cabo para la recolección de los datos se encuentran: entrevistas con el paciente, chequeos físicos por parte de un médico, aplicación de estudios de laboratorio, mediciones y tomas de signos vitales, entre otros.

De acuerdo con la **Guía de evaluación nutricional** (*A guide to nutritional assessment*)<sup>8</sup>, se deben de tomar cuatro aspectos fundamentales a la hora de recolectar los datos de un paciente que se catalogan en: datos antropométricos, bioquímicos, clínicos y dietéticos. Estas cuatro categorías marcarán la pauta del comienzo de análisis.

Para poder comenzar con la recolección de datos, el nutricionista tendrá una entrevista con el paciente, la cual deberá ser respetuosa, abierta y sincera. Dicha entrevista le ayudará a conocer los datos clínicos y dietéticos, y constará de los siguientes grupos de datos:

- **Datos personales del paciente:** Es importante conocer los datos personales básicos, como nombre, edad, sexo, fecha de nacimiento, estado civil, escolaridad, ocupación, dirección, y teléfono. Así mismo, es importante conocer el motivo por el que el paciente acude a la consulta.
- **Antecedentes Salud-Enfermedad:** Ayudarán a determinar la presencia de síntomas o problemas gastrointestinales y bucales que puedan afectar el consumo, digestión o absorción de nutrientes; por ejemplo: si es edéntulo, si presenta vómito, diarrea o estreñimiento. Se debe conocer si el paciente padece o ha padecido alguna enfermedad importante, y qué medicamentos toma para

---

<sup>8</sup> Beghin, Ivan, Cap, Miriam, Dujardin, Bruno & World Health Organization. (1988). A guide to nutritional assessment / Ivan Beghin, Miriam Cap and Bruno Dujardin. Geneva : World Health Organization

dicha enfermedad o padecimiento, ya que algunos medicamentos pueden interactuar con nutrientes y tener consecuencias nutricias.

También se debe conocer si el paciente consume laxantes, diuréticos, antiácidos o analgésicos regularmente. Así mismo, es importante determinar si el paciente tiene antecedentes familiares de problemas metabólicos (diabetes, hipercolesterolemias, etc.) que pudiesen representar un riesgo. La mayor parte de las enfermedades que afecten directamente a la elaboración de los Planes de Alimentación serán las ECNT, por lo que serán detectadas a través de análisis de Sangre y Análisis de Colesterol y Glucosa. El nutricionista se encargará de ingresar dicha información.

- **Indicadores Dietéticos:** Darán un panorama del consumo de alimentos, los hábitos alimentarios, las condiciones de vida y otros factores psico-sociales que pudieran afectar la selección, preparación y consumo de alimentos del paciente.

Después obtener los datos, el nutricionista debe diagnosticar y diferenciar la obesidad y el sobrepeso. Éste se apoyará del cálculo de un indicador de relación entre la talla y el peso, llamado Índice de Masa Corporal (IMC), el cual se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros ( $\text{kg/m}^2$ ). Una vez obtenido el valor, se compara y clasifica según los estándares establecidos por la OMS, mostrados en la siguiente tabla:

Normalidad	19-24.9
Sobrepeso	25-26.9
Obesidad Grado 1	27-29.9
Obesidad Grado 2	30-39.9
Obesidad Grado 3	>40

*Tabla 1 Grado de obesidad según el IMC*

Luego de que el nutricionista determine el grado de obesidad, evaluará el estado metabólico del paciente con la finalidad de encontrar una posible razón a su obesidad y con esto determinar una condición de obesidad endógena o exógena.



Para conocer el estado metabólico, el nutricionista se apoya de los resultados de la química sanguínea, el IMC y el ICC (Índice Cintura-Cadera<sup>9</sup>), para que no sobrepasen los límites expuestos en la siguiente tabla<sup>10</sup>:

Indicador	OMS	ATPIII e IDF
TA (mmHg)	>140/90	>130/85
Glucosa Plasmática en Ayuno (mg/dl)	DM, IG, GAA	>100
C-HDL (mg/dl) Hombres Mujeres	<35 <40	<40 <50
Triglicéridos (mg/dl)	>150	>150
Cintura (cm) Hombres Mujeres		>90 >80
IC/C (cm) Hombres Mujeres	>0.9 >0.85	
IMC	>30	
Microalbuminuria (mg/min)	>20	

*Tabla 2 Límites para determinar un metabolismo anormal*

Antes de elaborar un plan alimenticio, el nutricionista necesita saber las calorías que el paciente consume actualmente. Según la Food and Agriculture Organization of the

Con el objetivo de que el nutricionista obtenga un estimado con el más mínimo de margen de error al plan de alimentación actual del paciente, debe de basarse en los datos

---

<sup>9</sup> Relación que resulta de dividir el perímetro de la cintura de una persona por el perímetro de su cadera, ambos valores en centímetros

<sup>10</sup> UAM-Xochimilco | “En el Debate: Diabetes en México”, 2010

obtenidos en las entrevistas de recolección de datos referentes a la alimentación del paciente. Se realiza una conversión de los alimentos consumidos a macronutrientes: hidratos de carbono, proteínas o lípidos; para después convertirlos en kilocalorías. Las equivalencias de los macronutrientes a kilocalorías se muestran a continuación:

Macronutriente	Kilocalorías
1g de lípidos	9 kcal
1g de proteínas	4 kcal
1g de hidratos de carbono	4 kcal

*Tabla 3 Equivalencias de macronutrientes a kilocalorías*

Todos los alimentos son potenciales fuentes de energía, pero en cantidades variables según su diferente contenido en macronutrientes (hidratos de carbono, grasas y proteínas). Por ejemplo, los alimentos ricos en grasas son más calóricos que aquellos constituidos principalmente por hidratos de carbono o proteínas. Por lo general, las personas tienen variaciones en su alimentación, por lo que para obtener un único resultado se calcula un promedio de los diferentes valores obtenidos por cada día de la semana del paciente.

La fuente principal de energía varía dependiendo del país o región, en América Latina son los carbohidratos<sup>11</sup>. Los carbohidratos constituyen en general la mayor porción de su dieta, tanto como el 80 por ciento en algunos casos. Los carbohidratos son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno en las proporciones 6:12:6. Durante el metabolismo se queman para producir energía, y liberan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). Los carbohidratos en la dieta humana están sobre todo en forma de almidones y diversos azúcares. Los carbohidratos se pueden dividir en tres grupos:

---

<sup>11</sup> Universidad Complutense de Madrid. (02 de 09 de 2018). Manual de Nutrición y Dietética. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-4-energia.pdf>

1. **Monosacáridos:** Los carbohidratos más sencillos, también llamados azúcares simples. Los tres más comunes son:
  - Glucosa: Se encuentra en frutas, batatas, cebollas y otras sustancias vegetales; es la sustancia en la que se convierten muchos otros carbohidratos, como los disacáridos y almidones.
  - Fructosa: Se encuentra en la miel de abeja y algunos jugos de frutas.
  - Galactosa: La galactosa es un monosacárido que se forma, junto con la glucosa, cuando las enzimas digestivas fraccionan la lactosa o azúcar de la leche.
2. **Disacáridos:** Compuestos de azúcares simples, necesitan que el cuerpo los convierta en monosacáridos antes que se puedan absorber en el tracto alimentario. Ejemplos de disacáridos son:
  - Sacarosa: Es el nombre científico para el azúcar de mesa. Se produce habitualmente de la caña de azúcar, pero también a partir de la remolacha. La sacarosa se halla también en las zanahorias y la piña.
  - Lactosa: La lactosa es el disacárido que se encuentra en la leche humana y animal. Es mucho menos dulce que la sacarosa.
  - Maltosa: La maltosa se encuentra en las semillas germinadas.
3. **Polisacáridos:** Son químicamente los carbohidratos más complejos. Tienden a ser insolubles en el agua y los seres humanos sólo pueden utilizar algunos para producir energía. Ejemplos de polisacáridos son:
  - Almidón: Es una fuente de energía importante para los seres humanos. Se encuentra en los granos cereales, así como en raíces comestibles tales como patatas y yuca. El almidón se libera durante la cocción, cuando el calor rompe los gránulos.

- Glicógeno: Se produce en el cuerpo humano y a veces se conoce como almidón animal. El almidón de arroz o de la yuca se divide en los intestinos para formar moléculas de monosacáridos, que pasan al torrente sanguíneo. Los excedentes de los monosacáridos que no se utilizan para producir energía (y dióxido de carbono y agua) se fusionan en conjunto para formar un nuevo polisacárido, el glicógeno. El glicógeno, por lo general, está presente en los músculos y en el hígado, pero no en grandes cantidades.

Cuando cualquiera de los carbohidratos digeribles se consume por encima de las necesidades corporales, el organismo los convierte en grasa que se deposita como tejido adiposo debajo de la piel y en otros sitios del cuerpo.

Las proteínas, como los carbohidratos y los lípidos, contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, pero también contienen nitrógeno y a menudo azufre. Son muy importantes como sustancias nitrogenadas, necesarias para el crecimiento y la reparación de los tejidos corporales. Las proteínas son el principal componente estructural de las células y los tejidos, y constituyen la mayor porción de sustancia de los músculos y órganos (aparte del agua). Las proteínas son necesarias para:

- el crecimiento y el desarrollo corporal;
- el mantenimiento y la reparación del cuerpo, y para el reemplazo de tejidos desgastados o dañados;
- producir enzimas metabólicas y digestivas;
- como constituyente esencial de ciertas hormonas, por ejemplo, tiroxina e insulina.

Cualquier proteína que se consuma en exceso de la cantidad requerida para el crecimiento, reposición celular y de líquidos, y otras funciones metabólicas, se utiliza como fuente de energía, lo que se logra mediante la transformación de proteína en carbohidrato. Las proteínas son moléculas formadas por aminoácidos. Debido a que hay tantos y diversos aminoácidos, existen múltiples configuraciones, y por lo tanto, muchas

proteínas diferentes. Durante la digestión las proteínas se dividen en aminoácidos, en la misma forma en que los carbohidratos más complejos<sup>12</sup>.

La TMR, o tasa metabólica basal, es la energía necesaria que una persona gasta para realizar sus procesos biológicos y fisiológicos en forma correcta. El grupo 1 y 2 requieren calcular la TMR y existen muchas formas de calcularlo. A continuación, se describen las dos metodologías más utilizadas:

- **Harris-Benedict.**

Publicado en 1919 como la gran obra: “A biometric study of basal metabolism in man” en el Laboratorio de Nutrición de la Carnegie Institution of Washington en Boston, EU. Un equipo de colaboradores elaboraron una ecuación para estimar el requerimiento energético, se crearon estudios de calorimetría indirecta en 239 sujetos (136 hombres y 103 mujeres) de 21 a 70 años, en población normal, atletas y vegetarianos, concluyendo que el peso y la talla tienen una relación independiente en la estimación del Requerimiento Metabólico Basal (RMB)<sup>13</sup>, En 1985, se concluiría que la ecuación sobreestima de un 10 a un 15% el RMB, especialmente en mujeres jóvenes, aun así, se considera la fórmula más conocida y ampliamente utilizada a nivel mundial<sup>14</sup>.

Género	Fórmula (kcal)
Hombre	$[66.473 + (13.752 \times PC) + (5.003 \times T) - (6.755 \times E)]$

---

<sup>12</sup> FAO. (30 de 08 de 2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de Capítulo 9 Macronutrientes: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0d.htm>

<sup>13</sup> Harris J., & Benedict, F. (1919). Biometric study of basal metabolism in man. Washington DC: Carnegie Inst of Wash.

<sup>14</sup> Henry, C.J. Op Cit.

Mujer	$[655.096 + (9.563 \times PC) + (1.850 \times T) - (4.676 \times E)]$
-------	---

Tabla 4 Fórmula Harris y Benedict, 1919. PC: Pese Corporal en kg, t: estatura en cm, E: edad en años

- **FAO/WHO/UNU**

Los expertos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación, la Organización Mundial de la Salud y la Universidad de las Naciones Unidas, en el tema de requerimientos energético – proteicos, realizaron en 1981 una cumbre en Roma, Italia.

Durnin y su equipo plantearon los resultados de una revisión científica sobre la tasa metabólica en reposo (TMR) y datos antropométricos de 2,238 individuos, presentando tablas para estimar la TMR a partir del peso, edad y género, concluyendo con una serie de ecuaciones predictivas para ambos sexos, por grupos de edad en años: 0- 3, 3-10, 10-18, 18-30, 30-60; y >60, las cuales conformaron las ecuaciones oficiales del documento de la FAO/WHO/UNU de 1985: 'Energy and Protein Requirements', utilizando una muestra de 114 estudios publicados sobre la TMR con un total de 7,173 individuos<sup>15</sup>. Para población mayor de 60 años, se utilizó una muestra de 38 mujeres y 50 hombres, por lo que algunos autores han propuesto fórmulas alternas para la comparación y estimación de la TMR, debido al reporte de subestimación en éste grupo de edad, aun así, las ecuaciones de Schofield son ampliamente conocidas y utilizadas gracias a la aproximación para la estimación de la TMR<sup>16</sup>.

Edad (años)	Hombres	Mujeres
0-2	$(60,9 \times PC) - 54$	$(61,0 \times PC) - 51$
3-9	$(22,7 \times PC) + 495$	$(22,5 \times PC) + 499$

<sup>15</sup> FAO/WHO/UNU. (2005). Human energy requirements. Scientific background papers of the joint FAO/WHO/UNU expert consultation, Rome 17-24 October 2001. Public Health Nutr, 8, 929-1228.

<sup>16</sup> Henry, C.J. Op Cit.

10-17	$(17,5 \times \text{PC}) + 651$	$(12,2 \times \text{PC}) + 746$
18-29	$(15,3 \times \text{PC}) + 679$	$(14,7 \times \text{PC}) + 496$
30-59	$(11,6 \times \text{PC}) + 879$	$(8,7 \times \text{PC}) + 829$
$\geq 60$	$(13,5 \times \text{PC}) + 487$	$(10,5 \times \text{PC}) + 596$

Tabla 5 Fórmula FAO/WHO/UNU, 1985 17

Además de la TMR, debemos considerar los factores de actividad física, es decir, las actividades cotidianas de una persona, ya que representan un gasto de energía. Las actividades pueden ser clasificadas de diferentes formas, una alternativa poco exacta propuesta por la OMS, llamada *Factores Medios de Actividad Física* es la siguiente:

Ligera	Personas que pasan varias horas al día en actividades sedentarias, que no practican regularmente deportes, que usan el coche para los desplazamientos, que pasan la mayor parte del tiempo de ocio viendo la TV, leyendo, usando el ordenador o videojuegos. Ej.: Estar sentado o de pie la mayor parte del tiempo, pasear en terreno llano, realizar trabajos ligeros del hogar, jugar a las cartas, coser, cocinar, estudiar, conducir, escribir a máquina, empleados de oficina, etc. Actividad ligera o moderada 2 o 3 veces por semana
Moderada	Ej.: Pasear a 5 km/h, realizar trabajos pesados de la casa (limpiar cristales, barrer, etc.), carpinteros, obreros de la construcción (excepto trabajos duros), industria química, eléctrica, tareas agrícolas mecanizadas, golf, cuidado de

	niños, etc. Aquellas actividades en las que se desplacen o se manejen objetos de forma moderada. Más de 30 minutos/día de actividad moderada y 20 minutos/semana de actividad vigorosa.
Alta	Personas que diariamente andan largas distancias, usan la bicicleta para desplazarse, desarrollan actividades vigorosas o practican deportes que requieren un alto nivel de esfuerzo durante varias horas. Ej: Tareas agrícolas no mecanizadas, mineros, forestales, cavar, cortar leña, segar a mano, escalar, montañismo, jugar al fútbol, tenis, jogging, bailar, esquiar, etc. Actividad moderada o vigorosa todos los días

Tabla 6 : Clasificación de actividad física.<sup>18</sup>

El grupo 1 de estimación de gasto energético se calcula multiplicando la tasa metabólica en reposo (TMR) por los coeficientes de actividad física de la siguiente tabla, de acuerdo con el tipo de actividad desarrollada.

	Ligera	Moderada	Alta
Hombre	1.55	1.78	2.10
Mujer	1.56	1.64	1.82

Tabla 7 Coeficiente de actividad física<sup>19</sup>

El factor individual de actividad física es una clasificación más exacta comparada con el factor medio de actividad física, y fue propuesto por la National Academy Press. Este valor es usado en el grupo 2 de estimación de gasto energético. Para calcular el factor

<sup>18</sup> FAO/WHO-OMS/UNU Expert Consultation Report. Energy and Protein Requirements. Technical Report Series 724. Ginebra: WHO/OMS. 1985.

<sup>19</sup> FAO/WHO-OMS/UNU Expert Consultation Report. Energy and Protein Requirements. Technical Report Series 724. Ginebra: WHO/OMS. 1985



individual de actividad física, hay que conocer el tiempo destinado a cada una de las actividades que figuran en la tabla siguiente:

Tipo de actividad		X TMR	Tiempo (horas)	Total
Descanso: dormir, estar tumbado, ....		1.0		
Muy ligera: estar sentado, conducir, estudiar, trabajo de ordenador, comer, cocinar, planchar, jugar a las cartas, tocar un instrumento musical, ...		1.5		
Ligera: andar despacio (4 km/h), tareas ligeras del hogar, jugar al golf, bolos, tenis de mesa, tiro al arco, trabajos como zapatero, carpintero, sastre, ...		2.5		
Moderada: andar a 5-6 km/h, tareas pesadas del hogar, montar en bicicleta, tenis, baile, natación moderada, trabajos de jardinero, peones de albañil, ..		5.0		
Alta: andar muy deprisa, subir escaleras, montañismo, fútbol, baloncesto, natación fuerte, leñadores, ...		7.0		
Factor medio de actividad = total / 24 horas		24 horas		

Tabla 8 Estimación de gasto energético a partir de la TMR de un factor individual de actividad física <sup>20</sup>

Se puede inferir que el grupo de métodos con menor margen de error es el grupo 3. La forma de obtener las necesidades diarias de energía de estos métodos es a través de tablas de conversión como la siguiente:

---

<sup>20</sup> National Research Council. Recommended Dietary Allowances. National Academy Press, Washington, DC. 1989

Tipo de actividad	Gasto energético: kcal/kg de peso y minuto <sup>2</sup>	Tiempo empleado (minutos)	Gasto total (kcal/día)
Dormir	0,017		
Tumbado despierto	0,023		
Afeitarse	0,042		
Ducharse	0,046		
Aseo (lavarse, vestirse, ducharse, peinarse, etc.)	0,050		
Comer	0,030		
Cocinar	0,045		
Sentado (leyendo, escribiendo, conversando, jugando cartas, viendo TV, etc.)	0,018		
De pie (esperando, charlando, etc.)	0,029		
Estudiar	0,020		
Escribir	0,027		
Barrer	0,050		
Hacer la cama	0,057		
Pasar el aspirador	0,068		
Fregar el suelo	0,065		
Limpiar cristales	0,061		
Lavar la ropa a mano	0,070		
Lavar los platos	0,037		
Limpiar zapatos	0,036		
Planchar	0,064		
Coser a máquina	0,025		
Bajar escaleras	0,097		
Subir escaleras	0,254		
Correr a 8-10 km/h	0,151		
Andar a 7 km/h	0,097		
Andar a 5 km/h	0,063		
Caminar a 3,6 km/h	0,051		
Pasear	0,038		
Conducir un coche	0,043		
Conducir una moto	0,052		

Tabla 9 Ejemplo tabla de gasto calórico según actividad física

Para conocer el gasto energético total, o las necesidades calóricas diarias, basta multiplicar el peso (en kg) por el factor correspondiente (que aparece en la primera columna) y por el número de minutos empleados en realizar la actividad de que se trate (ver tabla). Si se tratara de una mujer del mismo peso e igual actividad, las necesidades energéticas se verían reducidas en un 10%.

Es importante conocer el objetivo del plan de alimentación, principalmente conocer el Peso Teórico. El Peso Teórico (PT) es el peso calculado con el IMC correspondiente a mi edad y estatura, es decir, lo que el paciente debería de pesar si tuviera una alimentación correcta. No obstante, hay que calcular además el Peso Relativo (PR).

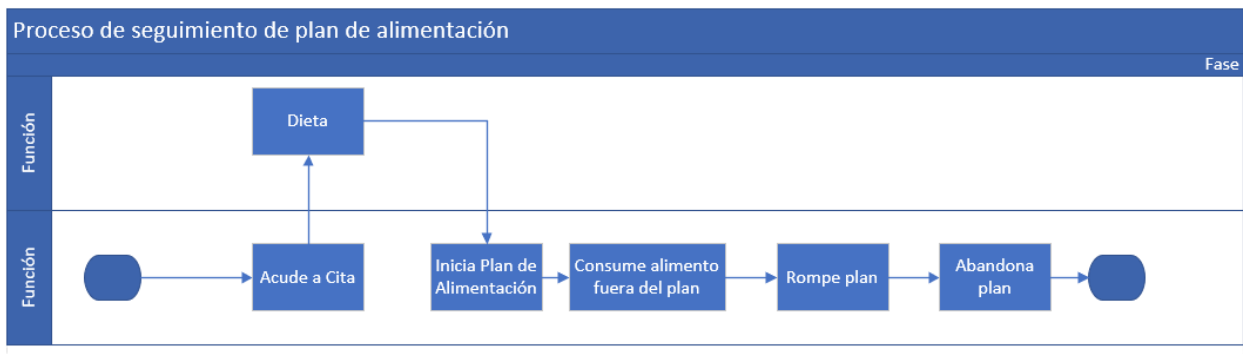
El peso relativo es la relación entre el Peso Actual del paciente y el Peso Teórico (PT) o peso. Si el PR es mayor a 100 y menor a 120, el plan de alimentación tendrá como objetivo llevar al paciente al PT; si el PR es mayor a 120 se tiene que establecer una meta que al bajar de peso no haya pérdida de masa muscular (Hyperfagia o Hipofagia) por lo que conlleva una reducción de peso progresiva y más lenta.

$$\text{Peso Teorico} = \text{PT} = \text{Estatura} * \text{Estatura} * \text{IMC recomendado}$$

$$\text{PR} = \text{Peso Relativo} = \text{Peso Actual} / \text{PT}$$

Los objetivos, por lo tanto, pueden ser más de uno, es decir, el objetivo para una persona podrá ser la reducción de peso corporal y el cuidado de la masa corporal. Por esta razón los planes de alimentación pueden ser diferentes para dos pacientes incluso si tienen los mismos requerimientos de energía. Dependiendo de los objetivos es que el total de calorías se dividirá en los macronutrientes, de acuerdo a los de la tabla 3.

Es importante conocer el proceso actual y la problemática de la no adaptación del plan., dicho proceso se explica en el siguiente diagrama.



*Ilustración 1 Proceso de visita al nutricionista*

*Ilustración 2 Sub proceso cita*

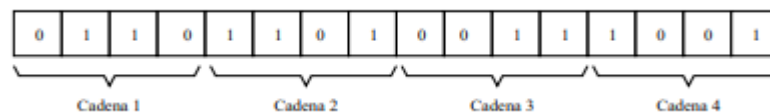
Ya que se ha comprendido tanto la gravedad del problema, como la complejidad del proceso de tratar el sobrepeso mediante planes alimenticios especializados y que puedan adaptarse a cambios repentinos en la rutina de un paciente, es importante explicar qué son, cómo funcionan y para qué sirven los algoritmos genéticos, ya que éstos serán la manera computacional de resolver el problema de la creación de planes alimenticios y la adaptación de los mismos.

Los algoritmos genéticos (A.G.) son métodos o procedimientos de búsqueda y optimización basados en el mecanismo de selección natural (supervivencia del más apto) y los principios de la genética.

Después de 1967 numerosos científicos comienzan a usar los A.G. para resolver diversos problemas de búsqueda y optimización y es aquí cuando cada uno de estos científicos empieza a desarrollar diferentes técnicas y contribuciones para el desarrollo de estos.

Es importante estudiar algunos conceptos de biología y como son representados y usados estos en los A.G. El concepto base sería el ya mencionado cromosoma, ya que estos son los responsables de la transmisión de información genética. Un cromosoma es una de las conocidas cadenas de ADN, siendo una estructura formada por secuencia lineal de genes. Aunque los seres vivos poseen en el interior de sus células conjuntos de cromosomas, en A.G. es costumbre representar a cada individuo por un único cromosoma. En consecuencia, sustituiremos una población de individuos, por una población de cromosomas, en los A.G. llamaremos población a una posible solución al problema. Cada cromosoma contiene una secuencia de genes, siendo los genes las unidades funcionales de la herencia. Cada uno de estos genes es capaz de ocupar sólo una región de particular de un cromosoma (su “lugar” o “locus”). En cada determinado lugar pueden existir, en la población, formas alternativas del gene (estados), a las cuales se les llama alelo. En A.G. asumiremos que cada gen codifica alguna característica en particular de un individuo (color, posición en un índice, etc.).

Usualmente se usan alfabetos para representar los genes dentro de los cromosomas, siendo el alfabeto binario el más ocupado por su simplicidad y pequeño tamaño. La representación de un cromosoma está representado por una cadena binaria, a cada posición de la cadena, se le denomina gene y al valor dentro de esa posición sería el alelo.



*Ilustración 3 Representación de cromosoma*

El algoritmo genético básico debe contener los siguientes pasos:

- Generar (aleatoriamente) una población inicial.
- Calcular aptitud de cada individuo.
- Seleccionar (probabilísticamente) en base a aptitud.
- Aplicar operadores genéticos (cruza y mutación) para generar la siguiente población.
- Ciclar hasta que cierta condición se satisfaga.

Es importante saber que un A.G. enfatiza la importancia de la cruce sexual (operador principal) sobre el de la mutación (operador secundario), y usa selección probabilística.

Para poder aplicar un A.G. se requiere de los siguientes componentes básicos:

- Una representación de las soluciones potenciales del problema.
- Una forma de crear una población inicial de posibles soluciones (normalmente un proceso aleatorio).
- Una función de evaluación que juegue el papel del ambiente, clasificando las soluciones en términos de su “aptitud”.
- Operadores genéticos que alteren la composición de los hijos que se producirán para las siguientes generaciones.
- Valores para los diferentes parámetros que utiliza el A.G. (tamaño de la población, probabilidad de cruce, probabilidad de mutación, número máximo de generaciones, etc.)

Como se mencionó, existen diversas técnicas y métodos para llevar a cabo cada uno de los pasos que involucra un A.G. pero solo se expondrán las usadas para resolver el problema.

La generación es el primer paso dentro de un A.G. en este paso se genera una población de cromosomas con alelos aleatorios, es decir con características aleatorias. Esta primera población es fundamental ya que de ésta se obtendrán las primeras cruces y mutaciones que darán lugar a la solución más óptima.

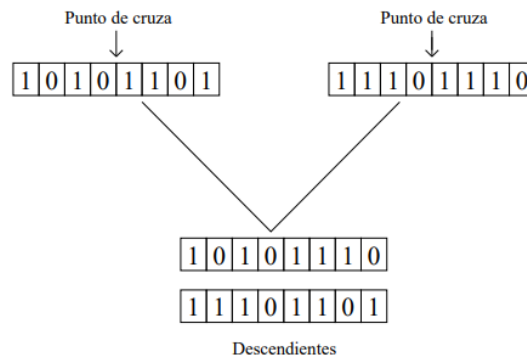
Después de generar la primera población es necesario calcular la aptitud de cada individuo, la cual se define biológicamente como la probabilidad de que éste viva (viabilidad), es decir que organismo es más apto para vivir según sus condiciones

genéticas. Traspasando este concepto a los A.G. la aptitud se mide con el coeficiente de aptitud, el cual es un valor que se asigna a cada individuo (cromosoma) y nos indica que tan bueno es éste con respecto a los demás para la solución de un problema. Este coeficiente es calculado mediante una función  $f(x)$  propuesta por los diseñadores del algoritmo según el problema a resolver.

Una vez que se calculó la aptitud de cada individuo éstos deben de pasar por un proceso de selección. Se define la selección como el proceso mediante el cual se seleccionan a los mejores individuos para reproducirse, generalmente con base en la aptitud. Existen diferentes métodos de selección, en este caso se explicará la selección por torneo, la idea básica del método es seleccionar con base en comparaciones directas de los individuos, se seleccionan 2 individuos al azar y se comparan sus aptitudes, el más apto será seleccionado, esto dará como resultado que sólo sobreviva la mitad de la población.

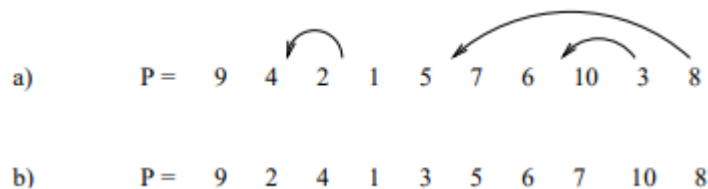
Luego de haber seleccionado a los mejores individuos es momento de aplicar los operadores genéticos cruce y mutación. La función de estos operadores es modificar los alelos y genes de cada cromosoma o individuo seleccionado, tratando con esto, de encontrar la mejor solución posible.

En los sistemas biológicos, la cruce es un proceso complejo que ocurre entre parejas de cromosomas. Estos cromosomas se alinean, luego se fraccionan en ciertas partes y posteriormente intercambian fragmentos entre sí. En computación evolutiva se simula la cruce intercambiando segmentos de cadenas (genes) de cada cromosoma o individuo. De igual manera, existen diferentes métodos de cruce, pero en este se explicará el método que se usará, el método de cruce simple o cruce de un punto. Este método consiste en tomar dos individuos (individuos padres) y partirlos en 2 partes (generalmente partes iguales) y combinarlas, surgiendo así dos individuos hijos.



*Ilustración 4 Representación de cruce*

En los genes de los cromosomas de los seres vivos tienen lugar cambios bruscos, imprevistos y heredables, conociéndose a estos cambios fortuitos con el nombre de mutaciones. Estos cambios son el resultado de la acción de ciertos agentes que los inducen, como ciertas radiaciones, sustancias químicas, etc. Es por eso por lo que en A.G. se denomina mutación a un operador que forma un nuevo cromosoma a través de alteraciones (usualmente pequeñas) de los valores de los genes de un solo cromosoma padre. La mutación se efectúa mediante un porcentaje de cambio (que tanto va a cambiar el individuo) el cual se recomienda esté entre 0.001 y 0.01 para la representación binaria. También existen diferentes métodos de mutación, pero se usará la mutación por inserción, ésta consiste en seleccionar un valor en forma aleatoria y después insertarlo en una posición arbitraria.



*Ilustración 5 Representación de mutación*

Una vez que se han aplicado los operadores genéticos es necesario realizar todo el proceso muchas veces con la finalidad de encontrar la solución más óptima. El proceso se repetirá n veces sólo que la población inicial solo se generará aleatoriamente una vez, las demás veces será la población resultado del proceso completo.

## 3 Análisis y Requerimientos

### 3.1 Especificación de Requerimientos

#### 3.1.1 Requerimientos Funcionales

ID	Prioridad	Requerimiento
RF1	Alta	Gestión de Nutricionistas
RF1.1		Cada nutricionista podrá editar sus propios datos como teléfono, dirección, correo y contraseña.
RF1.2		Cada nutricionista podrá darse de baja del sistema cuando él lo desee, esto solo lo ocultará y no lo borrará definitivamente por seguridad e integridad de los pacientes.
RF2	Alta	Gestión de Pacientes
RF2.1		Cada paciente podrá editar sus propios datos como teléfono, dirección, correo y contraseña a través de la aplicación móvil.
RF2.2		Cada paciente podrá darse de baja del sistema cuando él lo desee, esto solo lo ocultará y no lo borrará definitivamente por cuestiones de estadística.
RF3	Alta	Historial Medico
RF3.1		El historial médico se llenará automáticamente con las mediciones, avances y nuevos Planes de Alimentación generados y registrados periódicamente
RF4	Alta	Ajuste de Planes de Alimentación
RF4.1		El sistema deberá de recalcular automáticamente el gasto calórico necesario del paciente según el método de Harris-Benedict para la Tasa Metabólica en Reposo, el cual usa los datos: Peso Corporal, estatura, y edad; y para calcular el gasto energético el método propuesto por la National Academy Press, el cual usa los datos: horas destinadas a actividades de descanso, muy ligera, ligera, moderada y alta, además de LA Tasa Metabólica en Reposo ingresados por el nutricionista y el paciente tomando en cuenta los alimentos ya consumidos durante el día.
RF4.2		El sistema deberá de recalcular la equivalencia del gasto calórico a macronutrientes (Proteína, Carbohidratos y Lípidos) según las equivalencias descritas en el Anexo 2.



RF4.3		El sistema deberá adaptar el plan de alimentación entre 5 diferentes comidas diarias, esto lo hará poniendo como pivote algunos alimentos recomendados incluidos en el anexo 3.
RF4.4		El plan alimenticio se mostrará al nutricionista para que este dé el visto bueno, aceptándolo o pudiendo editar los macronutrientes, la distribución de alimentos o las propuestas generadas.
RF4.5		Una vez aprobado el plan alimenticio este se muestra en todo momento al paciente
RF5	Alta	Seguimiento del plan alimenticio
RF5.1		El paciente deberá actualizar su peso cada vez que se indique
RF5.2		El paciente deberá poder consultar las comidas recomendadas y registrar que las comió de una lista obtenida del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes.
RF5.3		El paciente podrá editar sus propias comidas siempre bajo la recomendación el sistema con el fin de cumplir su cuota de macronutrientes
RF5.4		El sistema debe de auto ajustarse en tiempo real a la hora de editar o registrar comidas para alcanzar la cuota de macronutrientes diaria
RF5.5		El nutricionista podrá llevar monitorear en todo momento la ingesta alimenticia del paciente
RF6	Media	Estadísticas y resultados
RF6.1		El paciente podrá ver gráficas de variaciones de peso con respecto al tiempo
RF6.2		El paciente podrá ver gráficas que reflejen su seguimiento del plan alimenticio
RF6.3		El nutricionista podrá ver gráficas de variaciones de peso con respecto al tiempo, de determinados pacientes
RF6.4		El nutricionista podrá ver gráficas que reflejen su seguimiento del plan alimenticio de determinado paciente

Tabla 10 Requerimientos funcionales

### 3.1.2 Requerimientos No Funcionales

ID	Prioridad	Requerimiento
----	-----------	---------------

RNF1	Alta	Las funciones del paciente serán desarrolladas en una aplicación móvil para el sistema operativo Android
RNF2	Alta	Las funciones adicionales del nutricionista serán desarrolladas para una plataforma web

*Tabla 11 Requerimientos no funcionales*

## 3.2 Actores

### 3.2.1 Paciente

**Nombre:** Paciente

**Descripción:** Persona que acude con un especialista de la nutrición para poder llevar un control dietético y con esto garantizar un peso saludable.

**Responsabilidades:**

- Acudir con el especialista.
- Hacer uso de la aplicación y dispositivos de medición.
- Registrar comidas o cambios en los alimentos propuestos.
- Llenar honestamente los formularios de apego al plan alimenticio.

**Perfil:**

- Persona metabólicamente sana.
- No contar con diabetes, hipertensión, hiperlipidemia, hipercolesterolemia u alguna otra enfermedad degenerativa que requiera un plan alimenticio especializado.

### 3.2.2 Nutricionista

**Nombre:** Nutricionista

**Descripción:** Especialista calificado y certificado en el área de la nutrición, el cual se encargará de supervisar los avances corporales y alimenticios del paciente, así como de aprobar los Planes de Alimentación.

**Responsabilidades:**

- Registrar al paciente.

- Evaluar que el paciente cumple con el perfil deseado.
- Revisar, editar y aprobar los Planes de Alimentación generados por el sistema.
- Supervisar el apego al plan alimenticio por parte del paciente.
- Supervisar el avance y planificar los ajustes debidos.

**Perfil:**

- Licenciado en Nutrición Humana o Médico Bariatra.
- Contar con Equipo de Cómputo en su consultorio.

### 3.2.3 Sistema

**Nombre:** Sistema de Elaboración de Propuestas de Planes de Alimentación para Personas con Obesidad o Sobrepeso

**Descripción:** Sistema encargado de ayudar a un nutriólogo a generar y supervisar Planes de Alimentación para personas con obesidad.

**Responsabilidades:**

- Alojar los registros personales de nutricionistas y pacientes.
- Generar Planes de Alimentación personales para cada paciente.
- Mostrar reportes de avance para cada paciente.
- Ajustar los Planes de Alimentación según el avance de cada paciente.
- Mostrar opciones de alimentos para cubrir el plan de alimenticio.
- Dar seguimiento al apego al plan alimenticio.

**Perfil:**

- Sistema web y móvil

### 3.2.4 Super Administrador

**Nombre:** Administrador

**Descripción:** Persona encargada de monitorear el sistema a gran escala.

### Responsabilidades:

- Aceptar registro de nutricionistas.
- Aceptar el registro de nuevos alimentos.

### Perfil:

- Persona que conozca de nutrición para poder aceptar los registros.

## 3.3 Modelo de Negocios Propuesto

A continuación, se presentarán los modelos de negocio propuestos para la resolución del sistema. Estos modelos se presentarán en diagramas BPMN (*Business Process Model and Notation*).

### 3.3.1 Navegación Nutricionista

#### 3.3.1.1 Proceso General

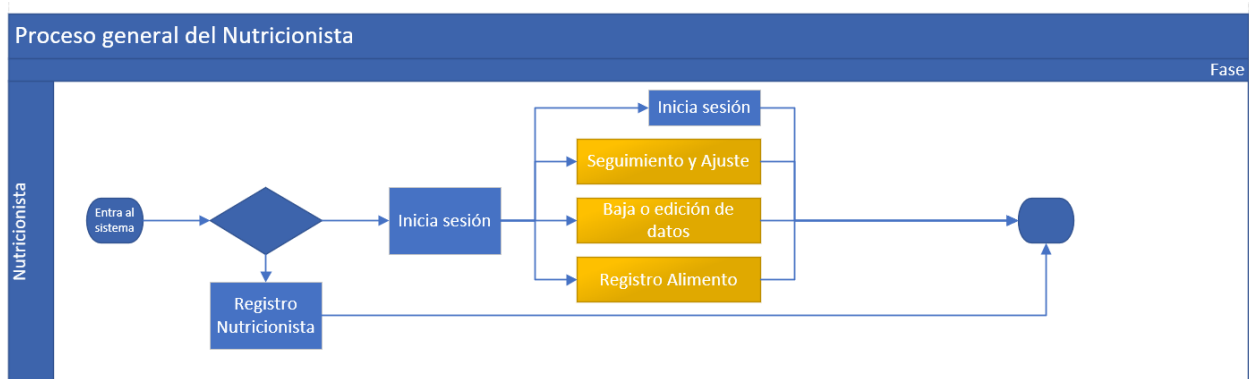


Ilustración 6 Diagrama BPMN del proceso general

Ilustración 7 Diagrama BPMN del subproceso cita

### 3.3.1.2 Sub Proceso Seguimiento y Ajuste

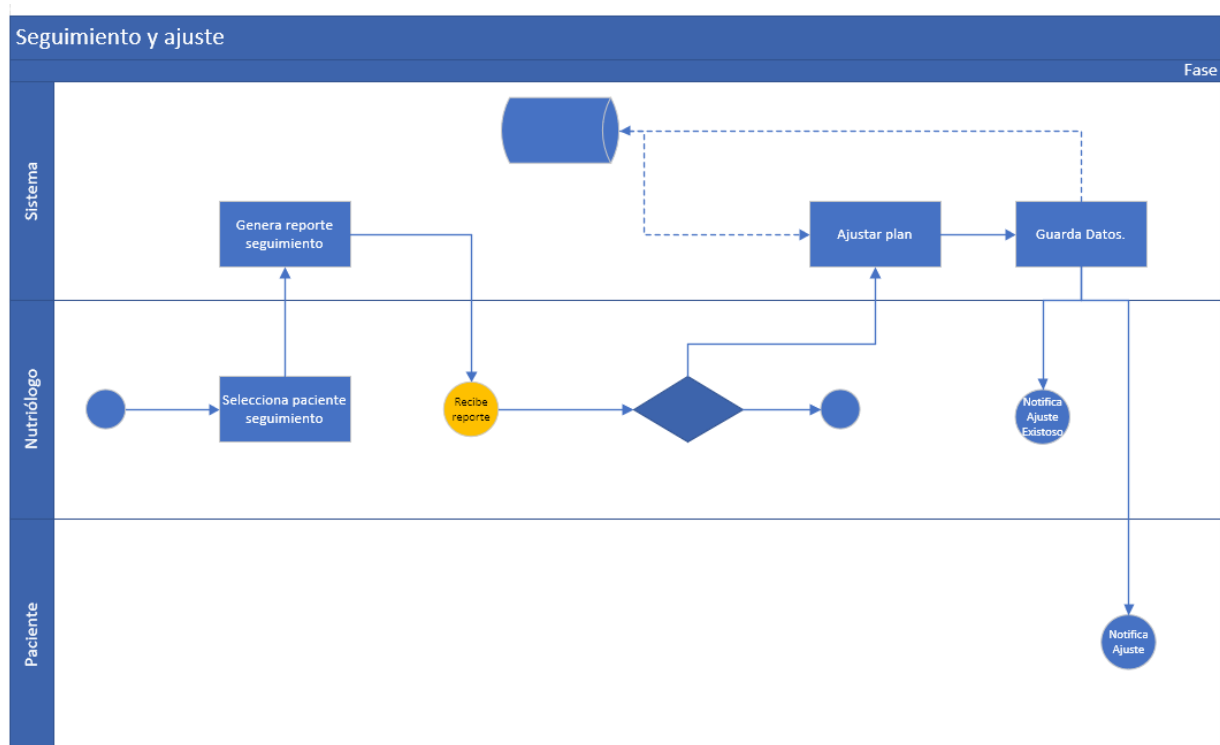


Ilustración 8 Diagrama BPMN del proceso de seguimiento y ajuste

### 3.3.1.3 Sub Proceso Baja Edición Paciente

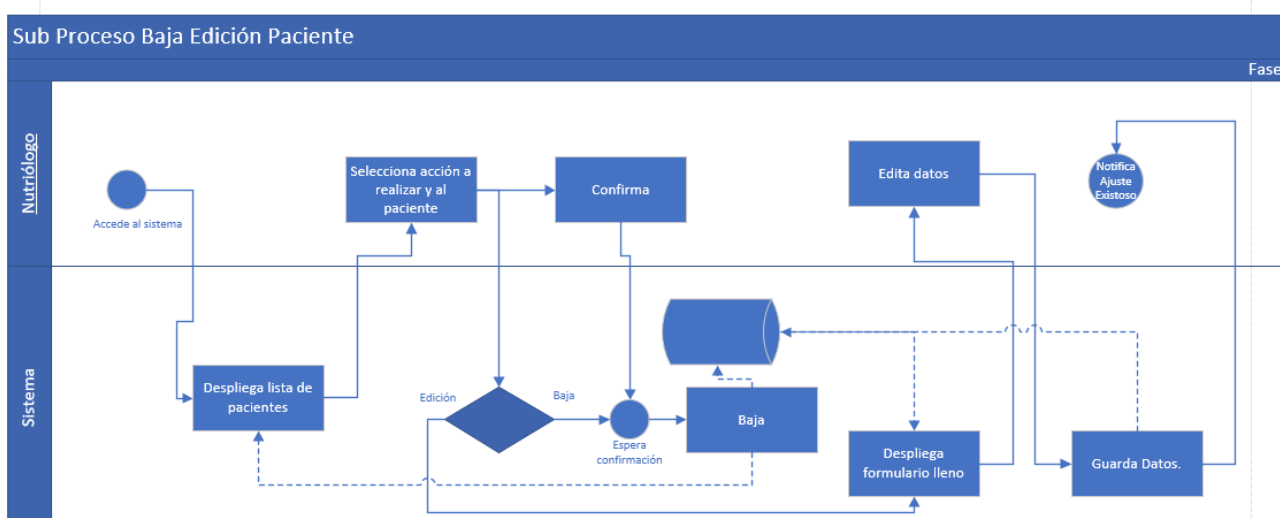


Ilustración 9 Diagrama BPMN del proceso de baja/edición del paciente

### 3.3.1.4 Sub Proceso Editar Datos Propios

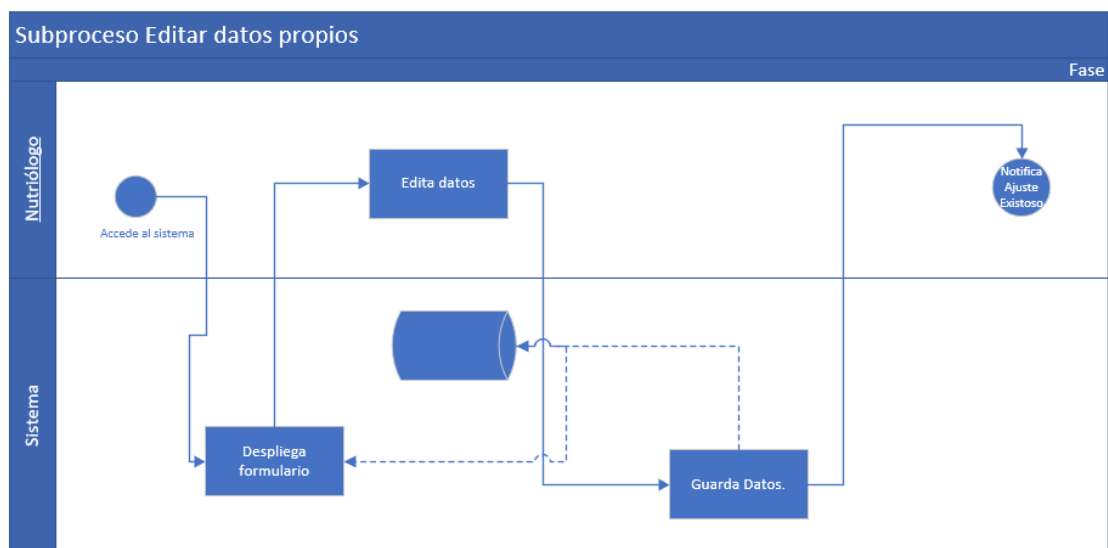


Ilustración 10 Diagrama BPMN del proceso de edición de datos

### 3.3.1.5 Sub Proceso Registro Alimento

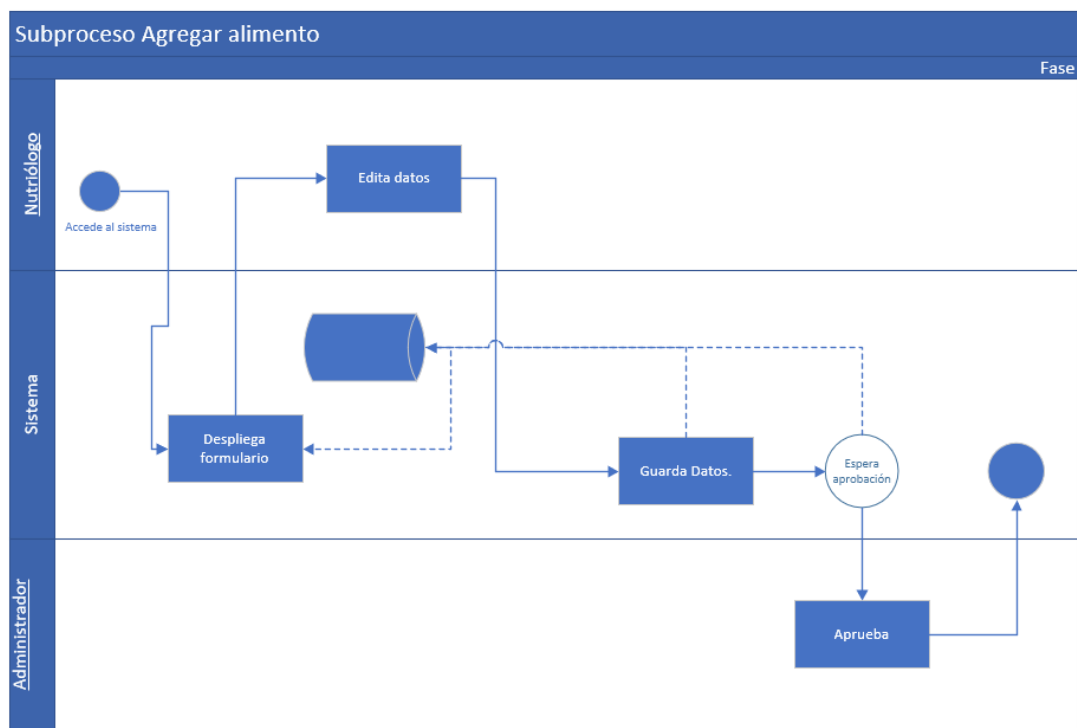


Ilustración 11 Diagrama BPMN del proceso de registro de alimento

### 3.3.2 Navegación Paciente

#### 3.3.2.1 Proceso Paciente

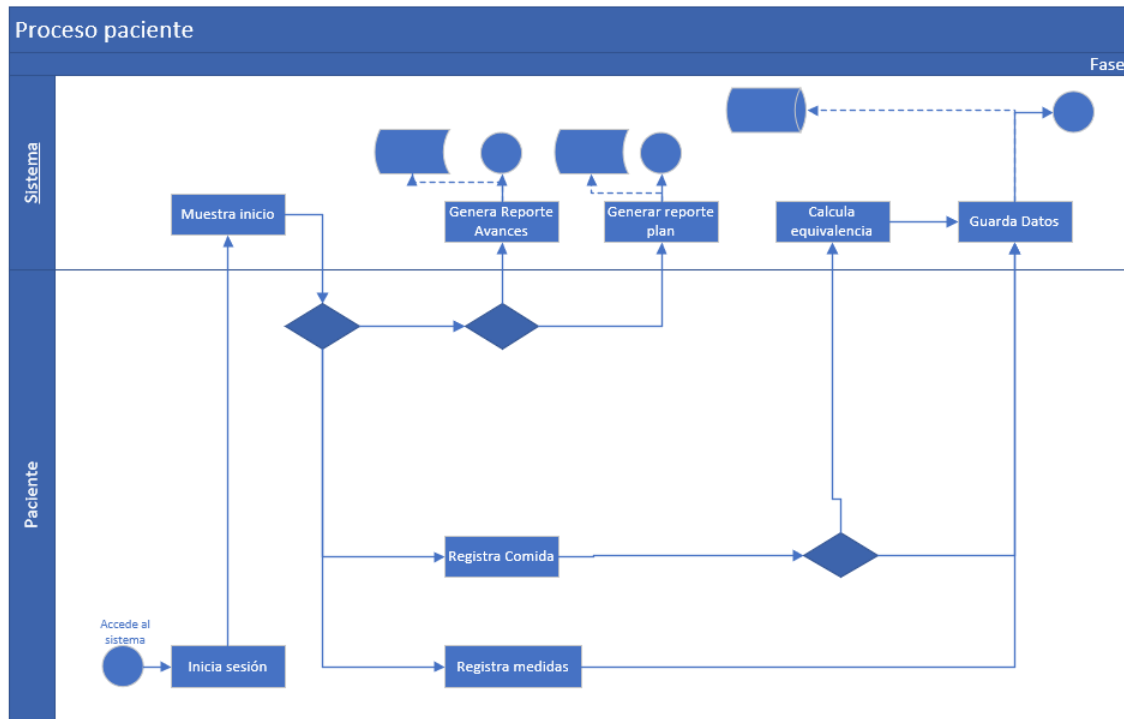


Ilustración 12 Diagrama BPMN del proceso de navegación del paciente

### 3.3.3 Navegación Administrador

#### 3.3.3.1 Proceso Administrador

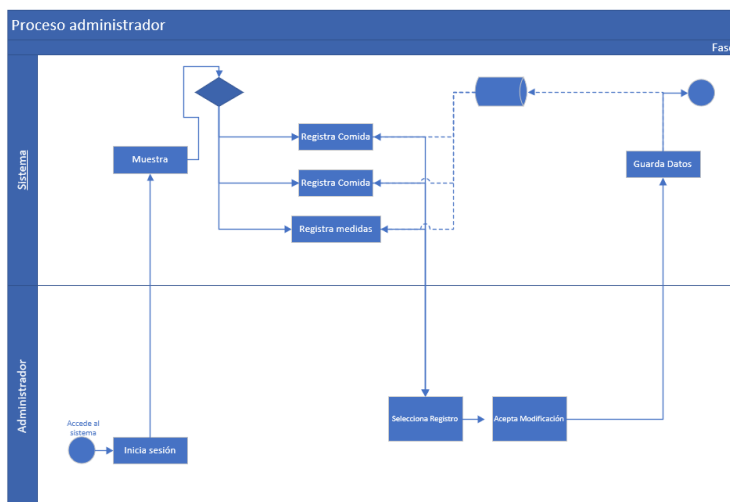


Ilustración 13 Diagrama BPMN de los procesos del administrador

### 3.4 Diagrama de Casos de Uso

#### 3.4.1 General

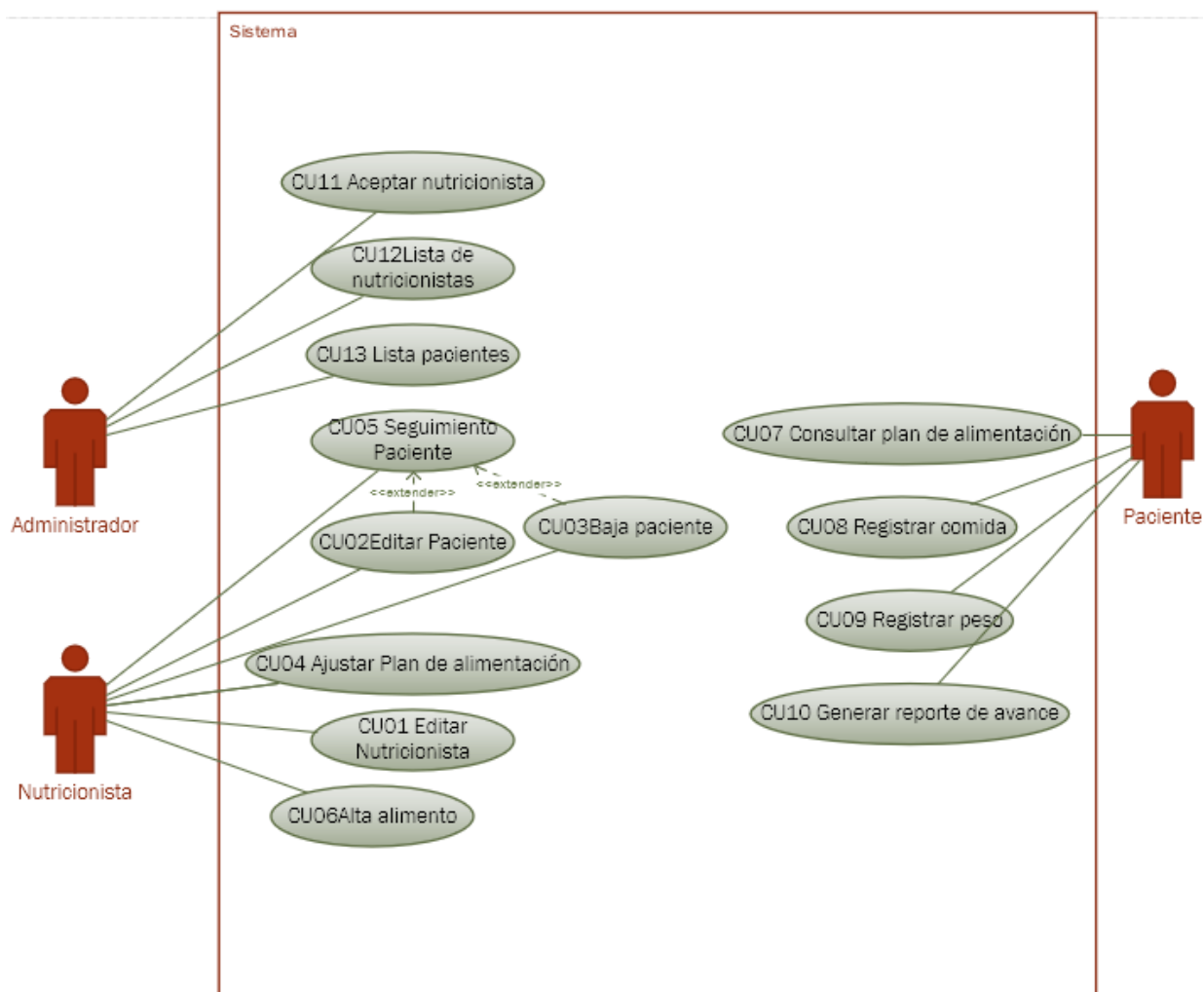


Ilustración 14 Diagrama de casos de uso



### 3.4.2 Nutricionista

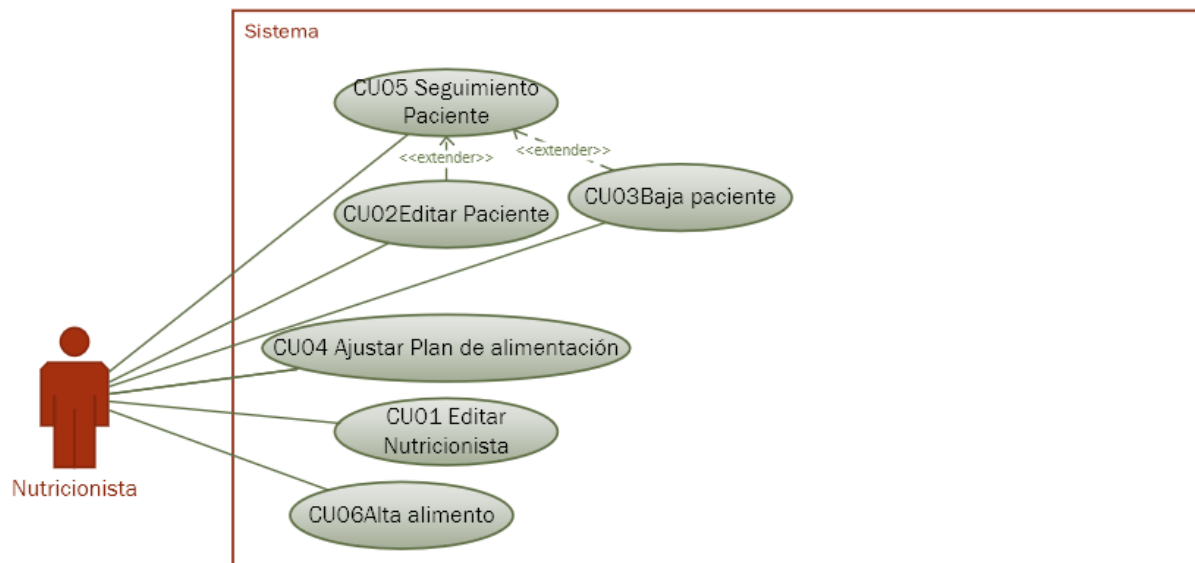


Ilustración 15 Diagrama de casos de uso del nutricionista

### 3.4.3 Paciente

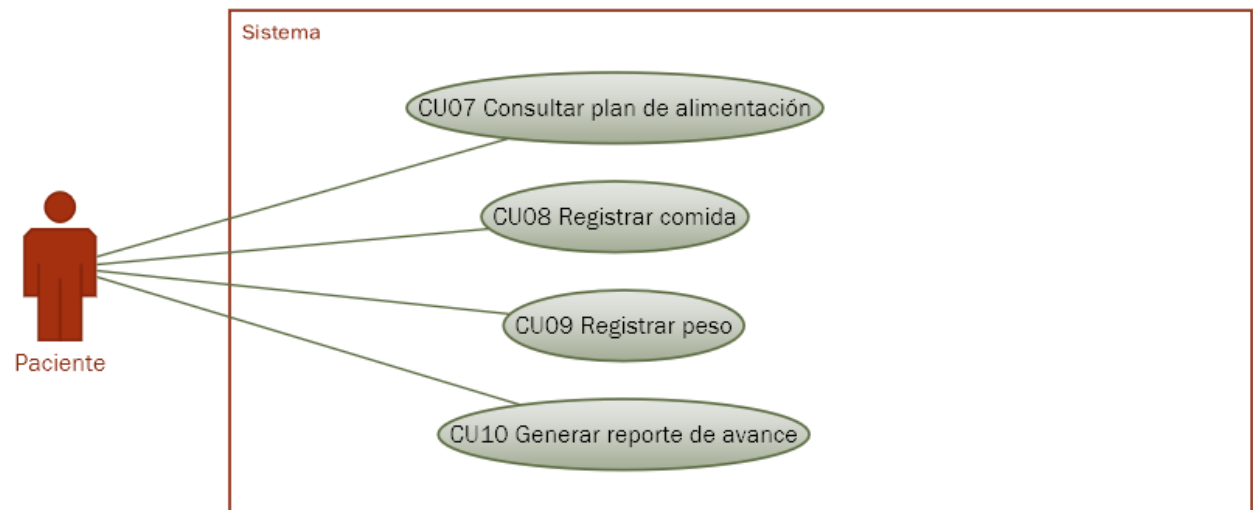


Ilustración 16 Diagrama de casos de uso del paciente

### 3.4.4 Administrador

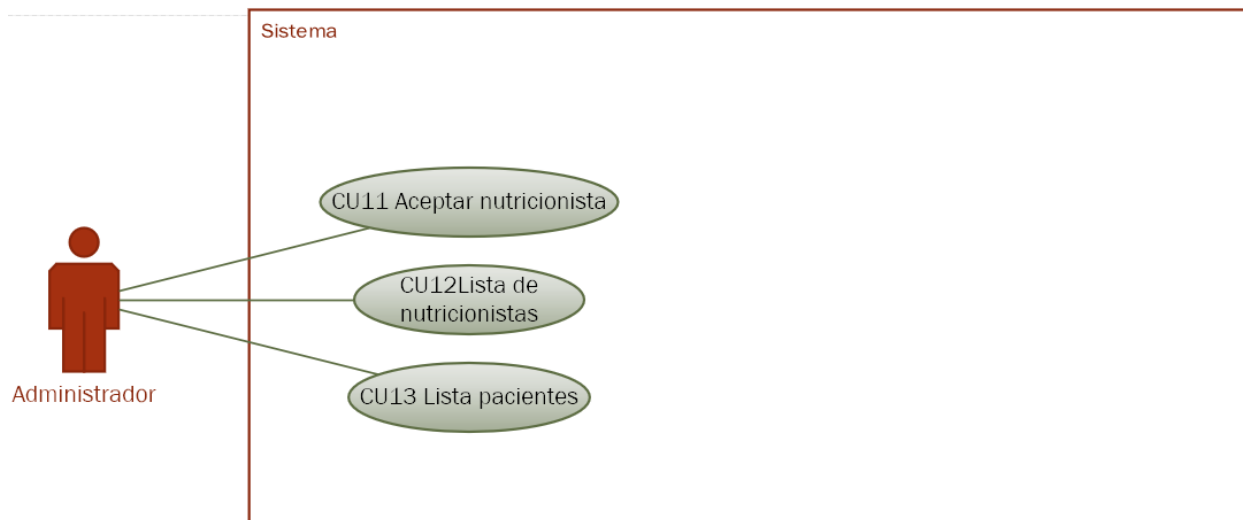


Ilustración 17 Diagrama de casos de uso del administrador

## 3.5 Especificación de Casos de Uso

### 3.5.1 CU01 Editar Nutricionista

#### 3.5.1.1 Descripción

Es necesario que le nutricionista pueda editar algunos datos de su información, ya que estos pueden necesitar actualizarse o corregirse.

#### 3.5.1.2 Atributos

CU01 Editar Nutricionista	
Versión	1.0
Actor	Nutricionista
Propósito	Editar datos de un nutricionista.
Entradas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dirección</li><li>• Teléfono</li><li>• Correo electrónico</li><li>• Contraseña</li></ul>
Salidas	MSJE1 Datos Incompletos, MSJE2 Contraseña Inválida, MSJE3 Correo Invalido, MSJE4 Contraseña y/o Correo incorrecto, MSJE6 Solo se

	pueden introducir números, MSJE9 Las contraseñas no coinciden, MSJ2 Registro exitoso
Precondiciones	El nutricionista debe de estar registrado
Postcondiciones	Los datos que hayan sido modificados se guardarán en la Base de Datos

#### 3.5.1.3 Trayectoria Principal

- 1) El usuario nutricionista accede a la interfaz CU01\_1 en el menú superior en el apartado editar datos
- 2) El usuario edita los datos que desea modificar y estén disponibles para su modificación
- 3) El sistema valida los datos según la RN01 (Trayectoria Alternativa A), RN02 (Trayectoria Alternativa B), RN03 (Trayectoria Alternativa C), RN06 (Trayectoria Alternativa D) y RN09 (Trayectoria Alternativa E)
- 4) El sistema actualiza los nuevos datos
- 5) El sistema redirecciona a la pantalla de inicio y muestra el mensaje MSJ2

#### 3.5.1.4 Trayectoria Alternativa A

- 1) Si la RN01 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU02\_1
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE1
- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

#### 3.5.1.5 Trayectoria Alternativa B

- 1) Si la RN02 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU01\_1
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE3
- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

#### 3.5.1.6 Trayectoria Alternativa C

- 1) Si la RN03 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU01\_1
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE2

- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

#### 3.5.1.7 Trayectoria Alternativa D

- 1) Si la RN06 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU01\_1
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE6
- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

#### 3.5.1.8 Trayectoria Alternativa E

- 1) Si la RN09 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU01\_1
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE9
- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

#### 3.5.1.9 Pantallas

##### 3.5.1.9.1 Pantalla CU01\_1

The screenshot shows a web browser window titled 'Mozilla' with the address bar displaying 'http://moqups.com'. The main content area is titled 'Editar Datos de Nutricionista' and contains a form with the following fields and controls:

- Nombre (text input)
- Apellidos (text input)
- Telefono (text input)
- Escuela Procedencia (dropdown menu)
- Cédula Profesional (text input)
- Dirección (text input)
- Correo (text input)
- Contraseña (text input)
- Confirmar Contraseña (text input)
- Guardar (button)

#### 3.5.2 CU02 Editar Paciente

##### 3.5.2.1 Descripción

Es importante poder editar la información de los pacientes para poder actualizar o corregir información médica o de contacto.

### 3.5.2.2 Atributos

CU02 Editar Paciente	
Versión	1.0
Actor	Nutricionista
Propósito	Editar la información del paciente registrado en el sistema
Entradas	<ul style="list-style-type: none"><li>Datos de Anexo 1 a editar</li></ul>
Salidas	MSJE1 Datos Incompletos, MSJE3 Correo Invalido, MSJE5 Solo se pueden introducir letras, MSJE6 Solo se pueden introducir números, MSJE8 Usuario registrado previamente, MSJ2 Registro exitoso
Precondiciones	El paciente debe de estar registrado
Postcondiciones	La información del paciente queda actualizada

### 3.5.2.3 Trayectoria Principal

- 1) El usuario nutricionista accede a la interfaz CU02\_1 dando click en la opción pacientes del menú
- 2) El sistema desplegará la lista de pacientes y las diferentes opciones a realizar
- 3) El usuario dará click en el botón “Editar” del paciente seleccionado
- 4) El sistema mostrará la interfaz CU02\_2 con los datos llenos según sus valores actuales
- 5) El usuario edita los datos que desee cambiar
- 6) El usuario da click en el botón “Guardar”
- 7) El sistema valida los datos según la RN01 (Trayectoria Alternativa A), RN02 (Trayectoria Alternativa B), RN05 (Trayectoria Alternativa C) y RN06 (Trayectoria Alternativa D)
- 8) El sistema guarda los datos en la BD
- 9) El sistema redirecciona a la interfaz CU02\_1 mostrando el mensaje MSJ2

### 3.5.2.4 Trayectoria Alternativa A

- 1) Si la RN01 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU04\_1

- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE1
- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

#### *3.5.2.5 Trayectoria Alternativa B*

- 1) Si la RN02 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU04\_1
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE3
- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

#### *3.5.2.6 Trayectoria Alternativa C*

- 1) Si la RN05 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU04\_1
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE5
- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

#### *3.5.2.7 Trayectoria Alternativa D*

- 1) Si la RN06 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU04\_1
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE6
- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

### 3.5.2.8 Pantallas

#### 3.5.2.8.1 CU02\_1

Mozzila

← → ↻

http://moqups.com

Test	Test	Pacientes	Test	Test
------	------	-----------	------	------

## Consulta Paciente

▼ Paciente	▼ Accion
Paciente 1	<div>Baja</div> <div>Editar</div> <div>Segimiento</div>
Paciente 2	<div>Baja</div> <div>Editar</div> <div>Seguimiento</div>
Paciente 3	<div>Baja</div> <div>Editar</div> <div>Seguimiento</div>
Paciente 4	<div>Baja</div> <div>Editar</div> <div>Seguimiento</div>

### 3.5.2.8.2 CU02\_2

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'http://moqups.com'. The browser's tab bar shows five tabs, all labeled 'Test'. The main content area is titled 'Editar Paciente' and contains several sections for patient data entry:

- Datos Personales:** Includes fields for 'Nombre' and 'Apellidos', a date field set to '4/22/2012' with a calendar icon, dropdown menus for 'Estado Civil' and 'Escolaridad', and text fields for 'Ocupación', 'Telefono', 'Correo', and 'Dirección'.
- Indicadores Antropométricos:** Includes text fields for 'Estatura', 'Circ. Braquial', and 'Circ. Pantorrilla'.
- Antecedentes:** Contains two columns. The left column has a checked checkbox for 'Dificultades para alimentarse' and a text area with example text: 'Ej: falta apetito, ganas de vomitar, vómitos, estreñimiento, diarrea, olores desagradables, los alimentos no tienen sabor, sabores desagradables, me siento lleno enseguida, dificultad para tragar, problemas dentales, dolor.' The right column has a checked checkbox for 'Enfermedades' and a text area with 'Ej: Diabetes, cáncer, etc'. Below these is a 'Tratamiento' section with another text area containing 'Ej: Diabetes, cáncer, etc'.
- Actividad Física Actual:** A text field labeled 'Horas a la semana'.
- Datos Dietéticos:** Includes a section for 'Alimentos Evitados' with a dropdown menu set to 'Alimentos' and a red '+' button. To the right is a list of items: 'Huevo' and 'Leche', each with an 'X' button to remove it. Below this is a 'Comidas al Día' text field.

A 'Guardar' button is located at the bottom right of the form.

### 3.5.3 CU03 Baja Paciente

#### 3.5.3.1 Descripción

Es necesario poder dar de baja a los pacientes, ya sea porque hayan terminado el tratamiento o dejen de asistir, aunque la baja no implica que se borren todos sus datos, solo se ocultarán, pero se usarían para procesos estadísticos.



### 3.5.3.2 Atributos

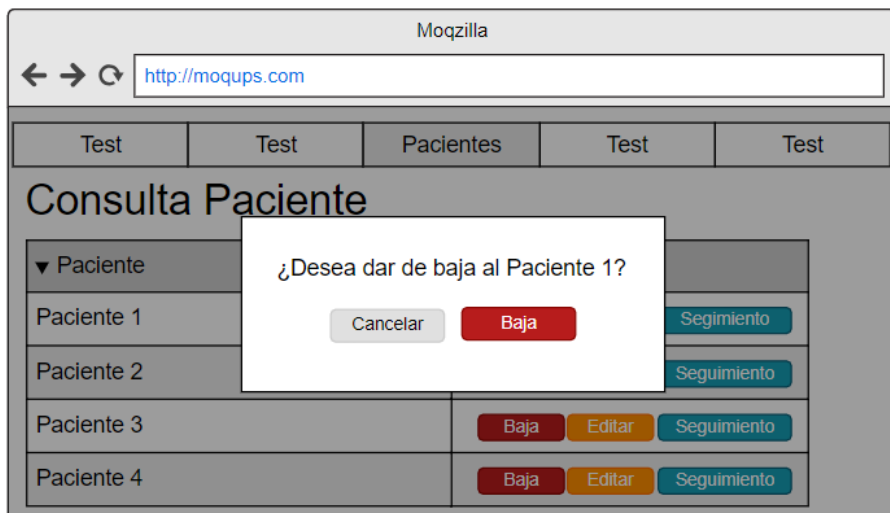
CU03 Baja Paciente	
Versión	1.0
Actor	Nutricionista
Propósito	Dar de baja un paciente en el sistema.
Entradas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Selección de Paciente en lista</li></ul>
Salidas	MSJ3 Baja exitoso
Precondiciones	El paciente debe de estar registrado
Postcondiciones	El paciente no aparecerá en el sistema.

### 3.5.3.3 Trayectoria Principal

- 1) El usuario nutricionista accede a la interfaz CU02\_1 dando click en la opción pacientes del menú
- 2) El sistema desplegará la lista de pacientes y las diferentes opciones a realizar
- 3) El usuario dará click en el botón “Baja” del paciente seleccionado
- 4) El sistema pedirá que el usuario confirme la baja
- 5) El usuario dará click en el botón “Baja” del mensaje de conformación
- 6) El sistema da de baja al paciente
- 7) Se muestra el mensaje MSJ3

### 3.5.3.4 Pantalla

#### 3.5.3.4.1 CU03\_1



### 3.5.4 CU04 Ajustar Plan Alimenticio

#### 3.5.4.1 Descripción

Es necesario que los Planes de Alimentación sean ajustados periódicamente ya que el cuerpo experimentará cambios y por la diferencia de consumo calórico actual y el asignado por el plan, así que se deben ajustar los Planes de Alimentación para que el cliente siga progresando en su tratamiento.

#### 3.5.4.2 Atributos

CU04 Ajustar Plan Alimenticio	
Versión	1.0
Actor	Nutricionista
Propósito	Ajustar un plan alimenticio generado previamente.
Entradas	<ul style="list-style-type: none"><li>Alimentos seleccionados de la lista</li></ul>
Salidas	MSJE1 Datos Incompletos, MSJ2 Registro exitoso
Precondiciones	El plan alimenticio debe ser generado anteriormente y debe haberse cumplido el tiempo de aplicación.
Postcondiciones	Se calcula un nuevo plan alimenticio.

#### 3.5.4.3 *Trayectoria Principal*

- 1) El usuario nutricionista accede a la interfaz CU02\_1 dando click en la opción pacientes del menú
- 2) El sistema desplegará la lista de pacientes y las diferentes opciones a realizar
- 3) El usuario dará click en el botón “Seguimiento” del paciente seleccionado
- 4) El sistema despliega la información necesaria
- 5) El usuario dará click en el botón “Ajustar Plan Alimenticio”
- 6) El sistema desplegará la ventana modal como en la interfaz CU04\_1
- 7) El usuario llenará el formulario
- 8) El usuario dará click en el botón “Ajustar”
- 9) El sistema mostrará interfaz de espera
- 10) El sistema calculará la tasa metabólica basal del paciente
- 11) El sistema calculará el gasto calórico del paciente
- 12) El sistema calculará los macronutrientes según la velocidad para bajar de peso indicada por el nutricionista
- 13) El sistema generará propuestas de alimentos para cada comida de cada día, considerando los alimentos evitados
- 14) El sistema mostrará la interfaz CU02\_2 y mensaje de éxito
- 15) El usuario nutricionista podrá editar el plan alimenticio quitando elementos presionando la “X” a lado del alimento, o agregando alimentos buscándolos en la lista de alimentos y presionando el botón “+”.
- 16) El usuario nutricionista presionará el botón “Guardar” para guardar el plan alimenticio en la BD.

17)El sistema valida los datos según RN10 (trayectoria alternativa A), RN11 (trayectoria alternativa B) y RN12 (trayectoria alternativa C)

18)El sistema manda al home con el mensaje MSJ2 Registro exitoso.

#### *3.5.4.4 Trayectoria Alternativa A*

- 1) Si la RN01 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU04\_2
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE10
- 3) El nutricionista agrega o resta alimentos a las comidas

#### *3.5.4.5 Trayectoria Alternativa B*

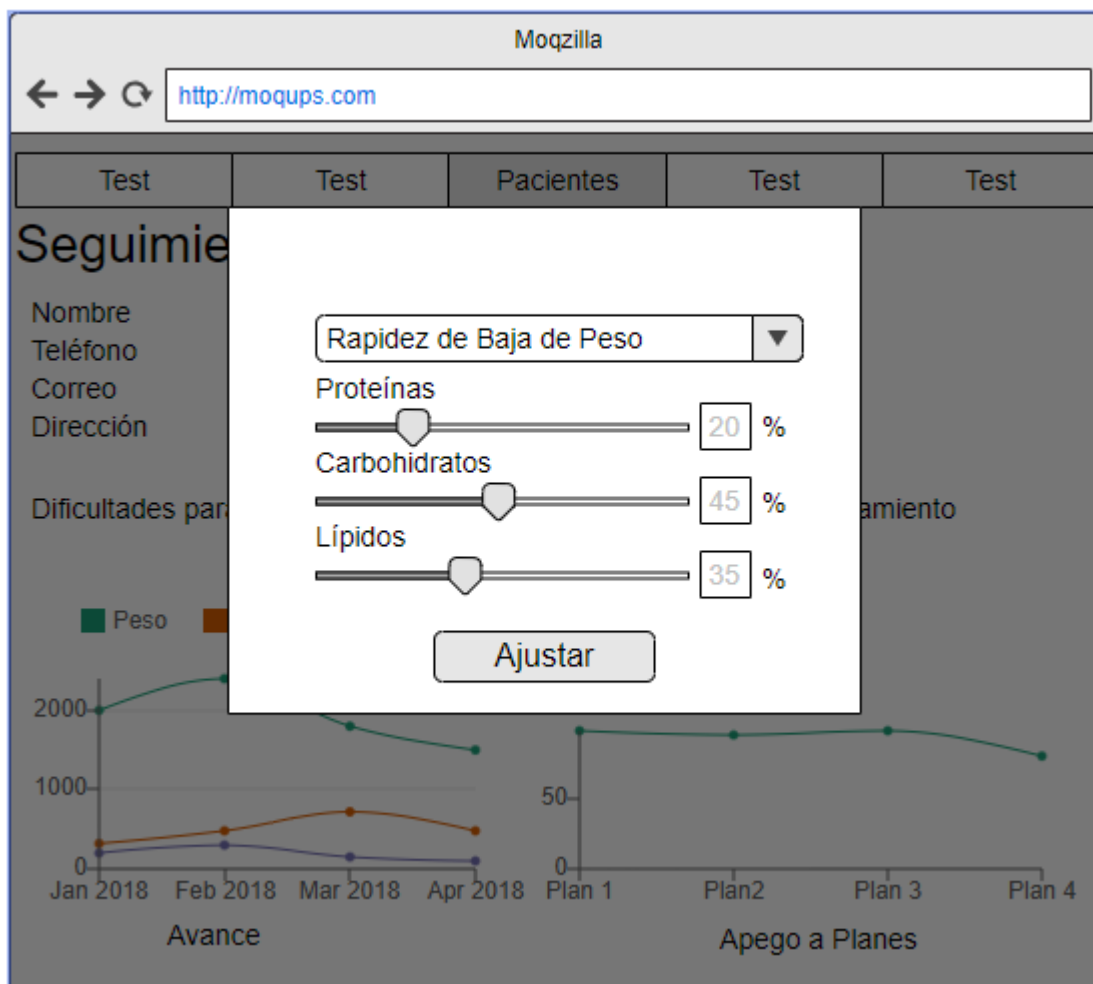
- 1) Si la RN02 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU04\_2
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE11
- 3) El nutricionista agrega o resta alimentos a las comidas

#### *3.5.4.6 Trayectoria Alternativa C*

- 1) Si la RN05 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU04\_2
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE12
- 3) El nutricionista agrega alimentos a las comidas vacías

### 3.5.4.7 Pantallas

#### 3.5.4.7.1 CU04\_1



### 3.5.5 CU05 Seguimiento a Paciente

#### 3.5.5.1 Descripción

Es importante que el nutricionista esté al tanto del estado, avances y cumplimiento del paciente, por lo que el nutricionista puede buscar al paciente para ver la información completa de seguimiento.

#### 3.5.5.2 Atributos

CU05 Seguimiento Paciente	
Versión	1.0

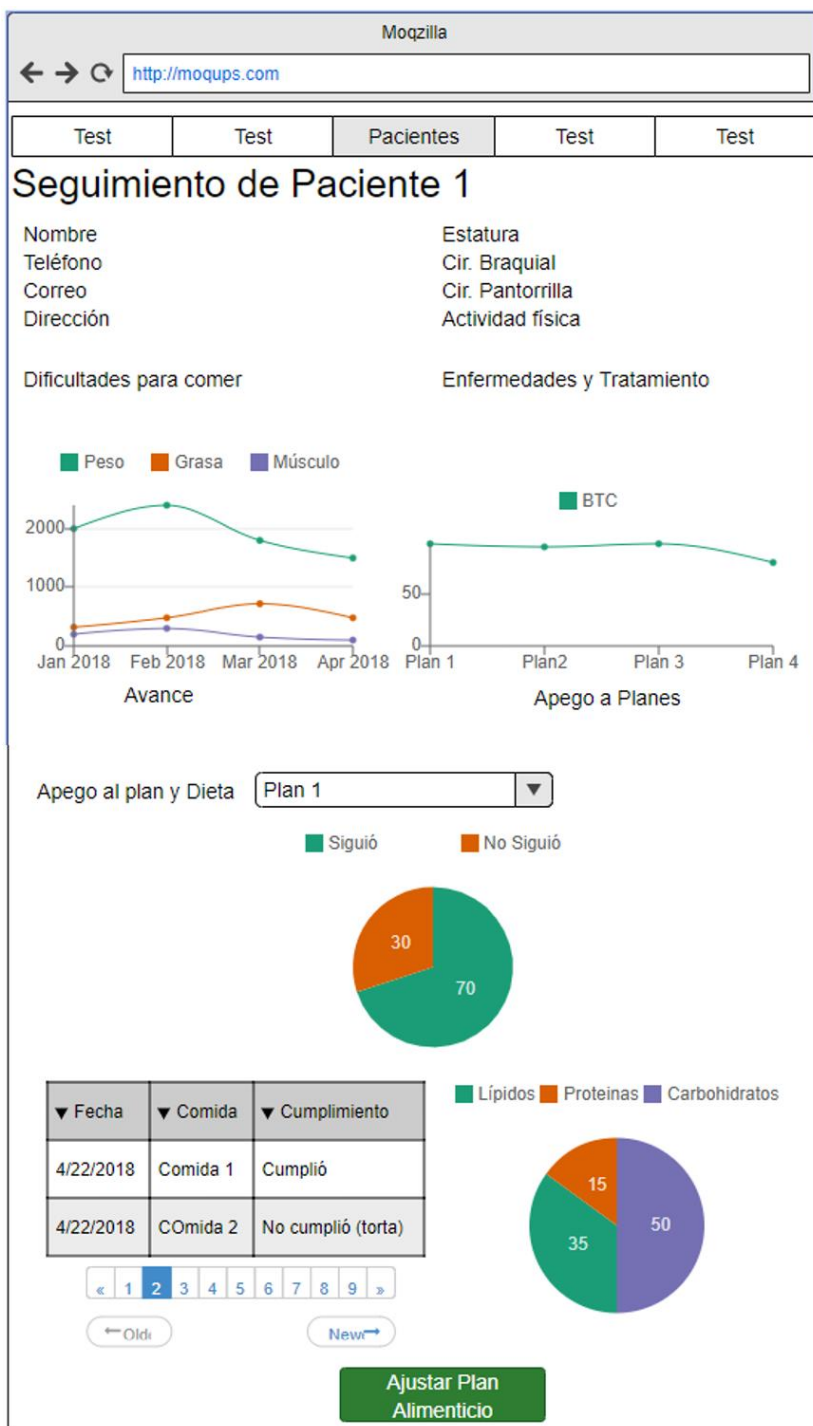
Actor	Nutricionista
Propósito	Buscar un paciente.
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar Paciente de la lista</li> </ul>
Salidas	Lista de Pacientes, Estado del paciente
Precondiciones	El nutricionista debe estar atendiendo mínimo a un paciente.
Postcondiciones	Se muestran gráficas de avances de paciente, así como los registros de apego al plan alimenticio.

#### 3.5.5.3 Trayectoria Principal

- 19)El usuario nutricionista accede a la interfaz CU02\_1 dando click en la opción pacientes del menú
- 20)El sistema desplegará la lista de pacientes y las diferentes opciones a realizar
- 21)El usuario dará click en el botón “Seguimiento” del paciente seleccionado
- 22)El sistema despliega la información necesaria
- 23)El usuario puede seleccionar el plan a revisar
- 24)El sistema despliega la información del plan seleccionado (Comidas que el paciente no cumplió en ese plan alimenticio) CU09\_1

### 3.5.5.4 Pantallas

#### 3.5.5.4.1 CU09\_1



### 3.5.6 CU06 Alta Alimento

#### 3.5.6.1 Descripción

El nutricionista podrá registrar alimentos que no estén en el sistema, para poder hacer modificaciones más específicas y a su gusto, a los Planes de Alimentación del paciente.

#### 3.5.6.2 Atributos

CU06 Alta Alimento	
Versión	1.0
Actor	Nutricionista
Propósito	Registrar nuevos alimentos en el sistema.
Entradas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nombre</li><li>• Proteínas</li><li>• Carbohidratos</li><li>• Lípidos</li><li>• Cantidad</li><li>• Categoría</li></ul>
Salidas	MSJE1 Datos Incompletos, MSJE5 Solo se pueden introducir letras, MSJE6 Solo se pueden introducir números, MSJ2 Registro exitoso
Precondiciones	El alimento no debe estar registrado.
Postcondiciones	El alimento queda en cola de aceptación para que el administrador acepte el registro.

#### 3.5.6.3 Trayectoria Principal

- 1) El nutricionista accede a la interfaz CU06 mediante la opción “Nuevo Alimento” del menú
- 2) El nutricionista llena todos los campos
- 3) El sistema valida los datos según RN1 (Trayectoria Alternativa A), RN2 (Trayectoria Alternativa B) y RN3 (Trayectoria Alternativa C)
- 4) El usuario pulsa el botón “Guardar”



- 5) El sistema agrega la petición a la BD para que después sea aceptada por el administrador
- 6) El sistema permanece en la interfaz mostrando el mensaje MSJ2

#### *3.5.6.4 Trayectoria Alternativa A*

- 1) Si la RN01 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU06\_1
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE1
- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

#### *3.5.6.5 Trayectoria Alternativa B*

- 1) Si la RN05 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU06\_1
- 2) El sistema muestra el mensaje MSJE5
- 3) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

#### *3.5.6.6 Trayectoria Alternativa C*

- 4) Si la RN06 no se cumple el sistema sigue en la interfaz CU06\_1
- 5) El sistema muestra el mensaje MSJE6
- 6) El usuario comienza de nuevo la trayectoria principal

### 3.5.6.7 Pantallas

#### 3.5.6.7.1 CU06\_1

The screenshot shows a web browser window titled 'Mozilla' with the address bar displaying 'http://moqups.com'. The browser window contains a web application with a navigation bar at the top with five tabs: 'Test', 'Test', 'Nuevo Alimento' (which is highlighted), 'Test', and 'Test'. Below the navigation bar is the title 'Registrar Alimento'. The form consists of several input fields: 'Nombre', 'Cantidad', 'Categoria' (a dropdown menu), 'Protinas', 'Carbohidratos', and 'Lípidos'. A 'Guardar' button is located at the bottom right of the form.

### 3.5.7 CU07 Consultar Plan Alimenticio

#### 3.5.7.1 Descripción

Es fundamental que el paciente consulte su plan alimenticio para saber qué comida debe consumir, y de qué consta ésta.

#### 3.5.7.2 Atributos

CU07 Consultar Plan Alimenticio	
Versión	1.0
Actor	Paciente
Propósito	Consultar el plan alimenticio.
Entradas	Ninguna
Salidas	Lista de alimentos del día, PDF con alimentos semanales
Precondiciones	El paciente debe estar dado de alta y debe de tener un plan alimenticio generado previamente.
Postcondiciones	Se muestra el plan alimenticio actual.

#### 3.5.7.3 Trayectoria Principal

- 1) El Paciente accede a la interfaz mediante la opción “Menú” del menú.

- 2) El Sistema desplegará la lista de comidas de ese día.
- 3) El Paciente interactúa y revisa
- 4) El paciente da click en el botón “Plan Semanal”
- 5) El sistema genera un PDF con el plan nutrimental Semanal y lo descarga para la revisión

#### 3.5.7.4 Pantallas

##### 3.5.7.4.1 CU07\_01



#### 3.5.8 CU08 Registrar Comida

##### 3.5.8.1 Descripción

El paciente debe de registrar si el consumo de alimentos que realizó fue la comida recomendada por el sistema o si comió alimentos diferentes, esto para generar el reporte de apego al plan y llevar un control sobre la alimentación del paciente.

#### 3.5.8.2 Atributos

CU08 Registrar Comida	
Versión	1.0
Actor	Paciente
Propósito	Registrar una comida del paciente.
Entradas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Respuesta de seguimiento de comida</li><li>• Alimentos seleccionados de la lista</li></ul>
Salidas	MSJ2 Registro exitoso
Precondiciones	El paciente debe estar en tratamiento.
Postcondiciones	La comida queda registrada.

#### 3.5.8.3 Trayectoria Principal

- 1) El Paciente accede a la interfaz CU08\_1 mediante la opción “Registrar Comida” del menú o pulsando la notificación que el sistema envíe
- 2) El sistema despliega los alimentos de esa comida
- 3) El Paciente responde si cumplió con los alimentos indicados RN13(Trayectoria Alternativa A)
- 4) El sistema guarda el registro y redirecciona al inicio con el mensaje MSJ2

#### 3.5.8.4 Trayectoria Alternativa A

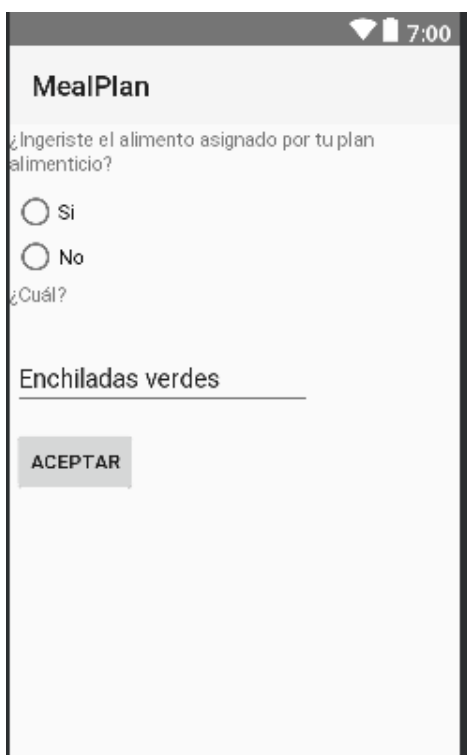
- 1) El sistema despliega una lista seleccionable de alimentos preparados
- 2) El Paciente selecciona que alimento comió RN14(Trayectoria Alternativa B)
- 3) El Sistema guarda el registro
- 4) El sistema recalcula las comidas restantes con tal de no exceder el gasto calórico diario
- 5) El sistema guarda las nuevas comidas
- 6) El sistema redirecciona a la interfaz CU08\_1

#### 3.5.8.5 Trayectoria Alternativa B

- 7) El Sistema guarda el registro en texto plano sin información nutrimental del alimento RN18.
- 8) El sistema redirecciona a la Pantalla de Inicio

#### 3.5.8.6 Pantallas

##### 3.5.8.6.1 Pantalla CU08\_1



#### 3.5.9 CU09 Registrar Peso

##### 3.5.9.1 Descripción

El paciente debe de registrar su peso para poder ir midiendo el avance que se tiene en su tratamiento.

##### 3.5.9.2 Atributos

<b>CU09 Registrar Peso</b>
----------------------------

Versión	1.0
Actor	Paciente
Propósito	Registrar peso.
Entradas	A través de un dispositivo móvil
Salidas	MSJ2 Registro exitoso, MSJE13 Tiempo Excedido
Precondiciones	El paciente debe estar en tratamiento.
Postcondiciones	Las medidas quedan registrada.

#### 3.5.9.3 Trayectoria Principal

- 1) El paciente accederá a la interfaz CU09\_01 mediante la opción “Registrar Peso” del menú o pulsando la notificación que el sistema le envíe.
- 2) EL paciente dará click en el botón registrar
- 3) El sistema desplegará la interfaz CU09\_02 RN15(Trayectoria Alternativa A)
- 4) El paciente conectará la báscula vía bluetooth y la usará
- 5) El sistema recibirá los datos
- 6) El sistema guardará los datos
- 7) El sistema mostrará la interfaz CU09\_03

#### 3.5.9.4 Trayectoria Alternativa A

- 1) Si la RN15 no se cumple el sistema mostrará la interfaz CU09\_01 con el mensaje MSJE13

### 3.5.9.5 Pantallas

#### 3.5.9.5.1 CU09\_01



#### 3.5.9.5.2 CU14\_02



### 3.5.9.5.3 CU15\_03



The screenshot shows a mobile application interface with a blue header bar containing the title "Plan de Alimentación actual". Below the header is a table with patient data. The table has two columns: the first column lists the data points, and the second column shows the corresponding values. The data points are: Peso (51.25 kg), Índice de Masa Corporal (18.82), Agua Corporal (61.30%), Músculo (44.70%), Grasa Corporal (8.90%), Fecha (27/10/2018), and Hora (7:00 PM). The table is displayed on a light gray background with horizontal lines separating the rows. At the bottom of the screen, there is a black navigation bar with three white icons: a back arrow, a circle, and a square.

Plan de Alimentación actual	
Peso	51.25 kg
Índice de Masa Corporal	18.82
Agua Corporal	61.30%
Músculo	44.70%
Grasa Corporal	8.90%
Fecha	27/10/2018
Hora	7:00 PM

### 3.5.10 CU10 Generar Reporte de Avances

#### 3.5.10.1 Descripción

El paciente podrá visualizar gráficas que muestren sus diversos avances en peso y en apego al plan, para que él mismo supervise su propio tratamiento.

#### 3.5.10.2 Atributos

CU10 Generar Reporte de Avances	
Versión	1.0
Actor	Paciente
Propósito	Mostrar Gráficas de avance y resultados del paciente.
Entradas	Ninguna
Salidas	Gráficas de avance
Precondiciones	El paciente debe estar en tratamiento.
Postcondiciones	Se muestran gráficas.



### 3.5.10.3 Trayectoria Principal

- 1) El Paciente accede a la interfaz CU10\_01 mediante la opción “Avances” del menú principal.
- 2) El sistema despliega las gráficas de avance.
- 3) El Paciente elige el parámetro a ver en las gráficas.
- 4) La interfaz CU10\_01 se actualiza y muestra la información en las gráficas.

### 3.5.10.4 Pantallas

#### 3.5.10.4.1 CU10\_01



### 3.5.11 CU11 Aceptar Nutricionista

#### 3.5.11.1 Descripción

El administrador debe de llevar un control de los nutricionistas registrados, esto se hará a la hora del registro ya que el administrador aceptará o no a todos los nutricionistas que quieran tratar a sus pacientes con este sistema.

#### 3.5.11.2 Atributos

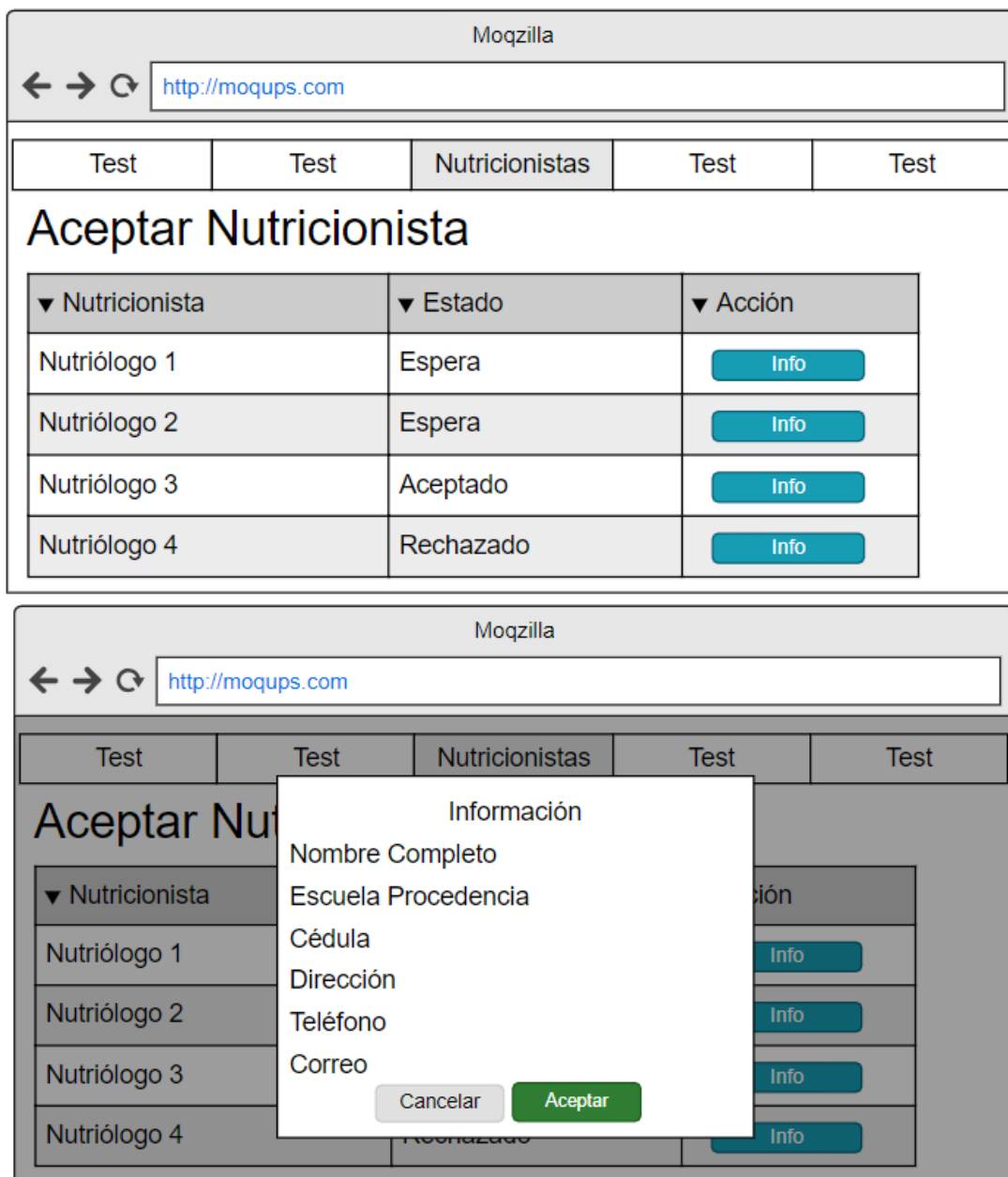
CU11 Aceptar Nutricionista	
Versión	1.0
Actor	Administrador
Propósito	Aceptar al nutricionista para que use el sistema.
Entradas	Seleccionar al nutricionista de la lista
Salidas	MSJ4 Aceptado
Precondiciones	El nutricionista debe haberse registrado y estar en la cola de espera de aceptación.
Postcondiciones	El nutricionista es aceptado y puede comenzar a usar el sistema.

#### 3.5.11.3 Trayectoria Principal

- 1) El Administrador accede a la interfaz CU11\_1 mediante la opción “Nutricionistas” del menú
- 2) El sistema despliega una tabla con todos los nutricionistas registrados, poniendo primero a los que estén en espera.
- 3) El Administrador pulsa el botón “Info” del nutricionista seleccionado
- 4) El sistema desplegará un cuadro modal con la información del nutricionista
- 5) El Administrador dará click en “Aceptar” o “Rechazar” según su decisión
- 6) El Sistema guardará la información del estado
- 7) El sistema permanecerá en la misma interfaz mostrando el mensaje MSJ4

### 3.5.11.4 Pantallas

#### 3.5.11.4.1 CU11\_1



### 3.5.12 CU12 Aceptar Alimento

#### 3.5.12.1 Descripción

Para poder llevar un control de alimento y que estos no se repitan, sin importar el nombre que se le puede dar al mismo alimento en diferentes regiones, es necesario que después

de un médico registre un nuevo alimento antes pase por la aceptación del administrador del sistema.

#### *3.5.12.2 Atributos*

<b>CU12 Aceptar Alimento</b>	
Versión	1.0
Actor	Administrador
Propósito	Se acepta el registro pendiente de un alimento.
Entradas	Seleccionar al alimento de la lista
Salidas	MSJ4 Aceptado
Precondiciones	El alimento debe haberse registrado y estar en la cola de espera de aceptación.
Postcondiciones	El alimento es aceptado y puede comenzar a usarse en el sistema.

#### *3.5.12.3 Trayectoria Principal*

- 1) El Administrador accede a la interfaz CU12\_1 mediante la opción “Alimentos” del menú
- 2) El sistema despliega una tabla con todos los alimentos registrados, poniendo primero a los que estén en espera.
- 3) El Administrador pulsa el botón “Info” del alimento seleccionado
- 4) El sistema desplegará un cuadro modal con la información del alimento
- 5) El Administrador dará click en “Aceptar” o “Rechazar” según su decisión
- 6) El Sistema guardará la información del estado
- 7) El sistema permanecerá en la misma interfaz mostrando el mensaje MSJ4

### 3.5.12.4 Pantallas

#### 3.5.12.4.1 CU12\_1

Moqzilla

← → ↻ <http://moqups.com>

Test	Test	Alimentos	Test	Test
------	------	-----------	------	------

## Aceptar Alimento

▼ Alimento	▼ Estado	▼ Acción
Queso Panela	Espera	<button>Info</button>
Leche Descremada	Espera	<button>Info</button>
Huevo	Aceptado	<button>Info</button>
Blanquillo	Rechazado	<button>Info</button>

Moqzilla

← → ↻ <http://moqups.com>

Test	Test	Alimentos	Test	Test
------	------	-----------	------	------

## Aceptar Alir

Información

Nombre

Cantidad

Proteínas

Carbohidratos

Lípidos

Cancelar Aceptar

▼ Alimento		Acción
Queso Panela		<button>Info</button>
Leche Descremada		<button>Info</button>
Huevo		<button>Info</button>
Blanquillo	Rechazado	<button>Info</button>

### 3.5.13 CU13 Lista de Nutricionistas

Es importante que el super administrador pueda visualizar una lista de todos los nutricionistas que usan el sistema, para poder llevar un control de cuantas personas lo usan y mediar su escalabilidad.

#### 3.5.13.1 Atributos

CU13 Lista de Nutricionistas	
Versión	1.0
Actor	Administrador
Propósito	Mostrar una lista de todos los nutricionistas que usan el sistema.
Entradas	Seleccionar Nutricionista de la lista
Salidas	Lista de Nutricionistas e información
Precondiciones	El administrador debió haber iniciado sesión y debe haber nutricionistas registrados.
Postcondiciones	Se muestra la lista de nutricionistas registrados.

#### 3.5.13.2 Trayectoria Principal

- 1) El Administrador accede a la interfaz CU13\_1 mediante la opción “Nutricionistas” del menú
- 2) El sistema despliega una tabla con todos los nutricionistas registrados, poniendo primero a los que estén en espera.
- 3) El Administrador pulsa el botón “Info” del nutricionista seleccionado
- 4) El sistema desplegará un cuadro modal con la información del nutricionista

### 3.5.13.3 Pantallas

#### 3.5.13.3.1 CU13\_1

Mozilla				
<a href="http://moqups.com">http://moqups.com</a>				
Test	Test	Nutricionistas	Test	Test
Aceptar Nutricionista				
▼ Nutricionista	▼ Estado	▼ Acción		
Nutriólogo 1	Espera	Info		
Nutriólogo 2	Espera	Info		
Nutriólogo 3	Aceptado	Info		
Nutriólogo 4	Rechazado	Info		

Mozilla				
<a href="http://moqups.com">http://moqups.com</a>				
Test	Test	Nutricionistas	Test	Test
Aceptar Nut				
▼ Nutricionista	Información			
Nutriólogo 1	Nombre Completo			
Nutriólogo 2	Escuela Procedencia			ción
Nutriólogo 3	Cédula			Info
Nutriólogo 4	Dirección			Info
	Teléfono			Info
	Correo			Info
	Rechazado	Info		

### 3.5.14 CU14 Lista de Pacientes

Es importante que el super administrador pueda visualizar una lista de todos los pacientes que usan el sistema, para poder llevar un control de cuantas personas lo usan y medir su escalabilidad.

#### 3.5.14.1 Atributos

CU14 Lista de Pacientes	
Versión	1.0
Actor	Administrador
Propósito	Mostrar una lista de todos los pacientes que usan el sistema.
Entradas	Seleccionar Paciente de la lista
Salidas	Lista e información de pacientes
Precondiciones	El administrador debió haber iniciado sesión y debe haber pacientes registrados.
Postcondiciones	Se muestra la lista de pacientes registrados.

#### 3.5.14.2 Trayectoria Principal

- 1) El Administrador accede a la interfaz CU14\_1 mediante la opción “Pacientes” del menú
- 2) El sistema despliega una tabla con todos los pacientes registrados
- 3) El Administrador pulsa el botón “Info” del paciente seleccionado
- 4) El sistema desplegará un cuadro modal con la información del paciente



### 3.5.14.3 Pantallas

#### 3.5.14.3.1 CU14\_1

Mozilla				
<a href="http://moqups.com">http://moqups.com</a>				
Test	Test	Pacientes	Test	Test
Lista de Pacientes				
▼ Alimento	▼ Nutricionista	▼ Acción		
Juan Perez	Alondra Juarez	Info		
Paciente 1	Alondra Juarez	Info		
Paciente 2	Marco Martinez	Info		
Blanquillo	Rechazado	Info		

Mozilla				
<a href="http://moqups.com">http://moqups.com</a>				
Test	Test	Pacientes	Test	Test
Lista de Pacientes				
▼ Alimento	Información			
Juan Perez	Nombre	Estatura		
Paciente 1	Teléfono	Cir. Braquial		
Paciente 2	Correo	Cir. Pantorrilla		
Blanquillo	Dirección	Actividad física		
	Peso	Nutricionista		
	Fecha de Registro	Planes Seguidos		
	Dificultades para comer	Enfermedades y Tratamiento		

### 3.5.15 Mensajes

**Mensaje:** MSJE1 Datos Incompletos

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al usuario que llene todos los campos

**Redacción:** Todos los campos deben estar llenos.

**Mensaje:** MSJE2 Contraseña Invalida

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al usuario que la contraseña ingresada no sigue el formato indicado.

**Redacción:** Contraseña inválida.

**Mensaje:** MSJE3 Correo Invalido

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al usuario que el correo ingresado no cumple con el formato indicado.

**Redacción:** Correo Invalido.

**Mensaje:** MSJE4 Contraseña y/o Correo incorrecto

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al usuario que no existe registro de ese correo asociado a esa contraseña.

**Redacción:** Contraseña y/o Correo incorrecto.

**Mensaje:** MSJE5 Solo se pueden introducir letras

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al usuario que en el campo seleccionado solo se puede introducir letras y él introdujo algún otro caracter.

**Redacción:** Solo se pueden introducir letras.

**Mensaje:** MSJE6 Solo se pueden introducir números

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al usuario que en el campo seleccionado solo se puede introducir números y él introdujo algún otro caracter.

**Redacción:** Solo se pueden introducir números.

**Mensaje:** MSJE7 Cédula Incorrecta

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al usuario que el formato de la cédula profesional introducida es incorrecto.

**Redacción:** Cédula Incorrecta.

**Mensaje:** MSJE8 Usuario registrado previamente

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al usuario que el usuario ya se encuentra registrado con anterioridad.

**Redacción:** Usuario registrado previamente.

**Mensaje:** MSJE9 Las contraseñas no coinciden

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al usuario que su confirmación de contraseña no coincide con la ya escrita.

**Redacción:** Las contraseñas no coinciden.

**Mensaje:** MSJE10 Gasto calórico no alcanzado

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al nutricionista que el plan alimenticio no alcanzó el gasto calórico calculado.

**Redacción:** Gasto calórico no alcanzado.

**Mensaje:** MSJE11 Macronutrientes no alcanzados

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al nutricionista que el plan alimenticio no cumplió con la proporción de macronutrientes.

**Redacción:** Macronutrientes no alcanzados.

**Mensaje:** MSJE12 Comidas vacías

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al nutricionista que el plan alimenticio cuenta con comidas sin aliemntos según la distribución propuesta por él.

**Redacción:** Comidas vacías.

**Mensaje:** MSJE13 Tiempo Excedido

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al paciente que se excedió el tiempo de espera de las mediciones.

**Redacción:** Tiempo de Espera Excedido.

**Mensaje:** MSJE14 Código QR incorrecto

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al paciente que el código QR es incorrecto.

**Redacción:** Código QR incorrecto

**Mensaje:** MSJE15 Paciente no registrado

**Tipo:** Error

**Objetivo:** Notificar al paciente que no se encuentra registrado en el sistema.

**Redacción:** Lo sentimos, no estás registrado.

**Mensaje:** MSJ1 Bienvenido

**Tipo:** Éxito

**Objetivo:** Notificar al usuario que ha iniciado sesión correctamente.

**Redacción:** Bienvenido.

**Mensaje:** MSJ2 Registro exitoso

**Tipo:** Éxito

**Objetivo:** Notificar al usuario que se ha registrado exitosamente.

**Redacción:** Registro exitoso.

**Mensaje:** MSJ3 Baja exitoso

**Tipo:** Éxito

**Objetivo:** Notificar al usuario que se ha dado de baja exitosamente.

**Redacción:** Registro exitoso.

**Mensaje:** MSJ4 Aceptado

**Tipo:** Éxito

**Objetivo:** Notificar al administrador que se ha aceptado.

**Redacción:** Registro exitoso.

### 3.6 Reglas de Negocio

**Regla:** RN01 Campos llenos

**Descripción:** Todos los campos del formulario deben estar llenos.

**Regla:** RN02 Formato de Correo Electrónico

**Descripción:** El formato del correo electrónico debe de seguir la siguiente expresión regular  $[a-z0-9-]+(.[a-z0-9-]+)^*@[a-z0-9-]+(.[a-z0-9-]+)^*([a-z]{2,4})$

**Regla:** RN03 Formato de Contraseña

**Descripción:** El formato de la contraseña debe de tener un mínimo de 8 caracteres, usando al menos un carácter especial, un número, una letra minúscula y una letra mayúscula

**Regla:** RN04 El correo debe coincidir con la contraseña

**Descripción:** Debe existir un usuario registrado con ese correo y esa contraseña para que pueda acceder al sistema.

**Regla:** RN05 Sólo uso de letras

**Descripción:** En los campos especificados en el formulario solo se deberán usar letras mayúsculas y minúsculas así como algunos caracteres especiales, de acuerdo a la siguiente expresión regular `[A-Za-z.-ñÑáéíóúÁÉÍÓÚÜü]+`

**Regla:** RN06 Sólo uso de números

**Descripción:** En los campos especificados en el formulario solo se deberán usar números de acuerdo con la siguiente expresión regular `[0-9]+`

**Regla:** RN07 Formato de cédula profesional

**Descripción:** El formato del correo electrónico debe de seguir la siguiente expresión regular

**Regla:** RN08 El usuario no debe estar registrado anteriormente

**Descripción:** A la hora de registrar a un nuevo usuario, este no debe estar registrado anteriormente.

**Regla:** RN09 La contraseña y su confirmación deben de coincidir

**Descripción:** A la hora de registrar un nuevo usuario o cambiar la contraseña, la nueva contraseña y su confirmación deben de ser iguales.

**Regla:** RN10 Gasto Calórico alcanzado

**Descripción:** El gasto calórico diario debe de ser alcanzado a la hora de realizar, editar o ajustar un plan alimenticio. El gasto calórico puede estar entre un 5% por debajo o un 10% arriba del calculado por el sistema.

**Regla:** RN11 Proporciones de Macronutrientes

**Descripción:** Los porcentajes de proporcionales de macronutrientes deben satisfacer a los indicados previamente por el nutricionista, según la velocidad con la que se desea que el paciente pierda peso. Es decir, los macronutrientes deben estar entre un 90% y un 110% de los calculados por el sistema.

**Regla:** RN12 Comidas completas

**Descripción:** El número de comidas diarias debe de corresponder al indicado por el nutricionista y estas deben contener al menos algún alimento.

**Regla:** RN13 El paciente debe cumplir con los alimentos

**Descripción:** El paciente deberá cumplir con los alimentos indicados en la comida correspondiente a la hora del día, de acuerdo con lo indicado por el nutricionista.

**Regla:** RN14 Alimento fuera de plan alimenticio

**Descripción:** El sistema debe de contar con una lista de alimentos preparados y comidos comúnmente en la cultura mexicana, con la finalidad de poder ajustar diariamente los planes alimenticios en caso de que el paciente no siga el plan alimenticio.

**Regla:** RN15 Tiempo de conexión de Bluetooth

**Descripción:** El tiempo de recepción de datos de la báscula será de 1 minuto.

**Regla:** RN16 Formato QR

**Descripción:** El formato del código QR será YU-idPaciente-MK

**Regla:** RN17 Paciente Registrado

**Descripción:** El paciente debe estar registrado previamente por el nutricionista.

**Regla:** RN18 Alimento no contenido en la lista de alimentos preparados

**Descripción:** El sistema no realizará ajuste del día si el alimento comido por el paciente no se encuentra en la lista de alimentos preparados



## 4 Diseño

A continuación, se muestra el modelo relacional de la base de datos,

### 4.1 Base de Datos

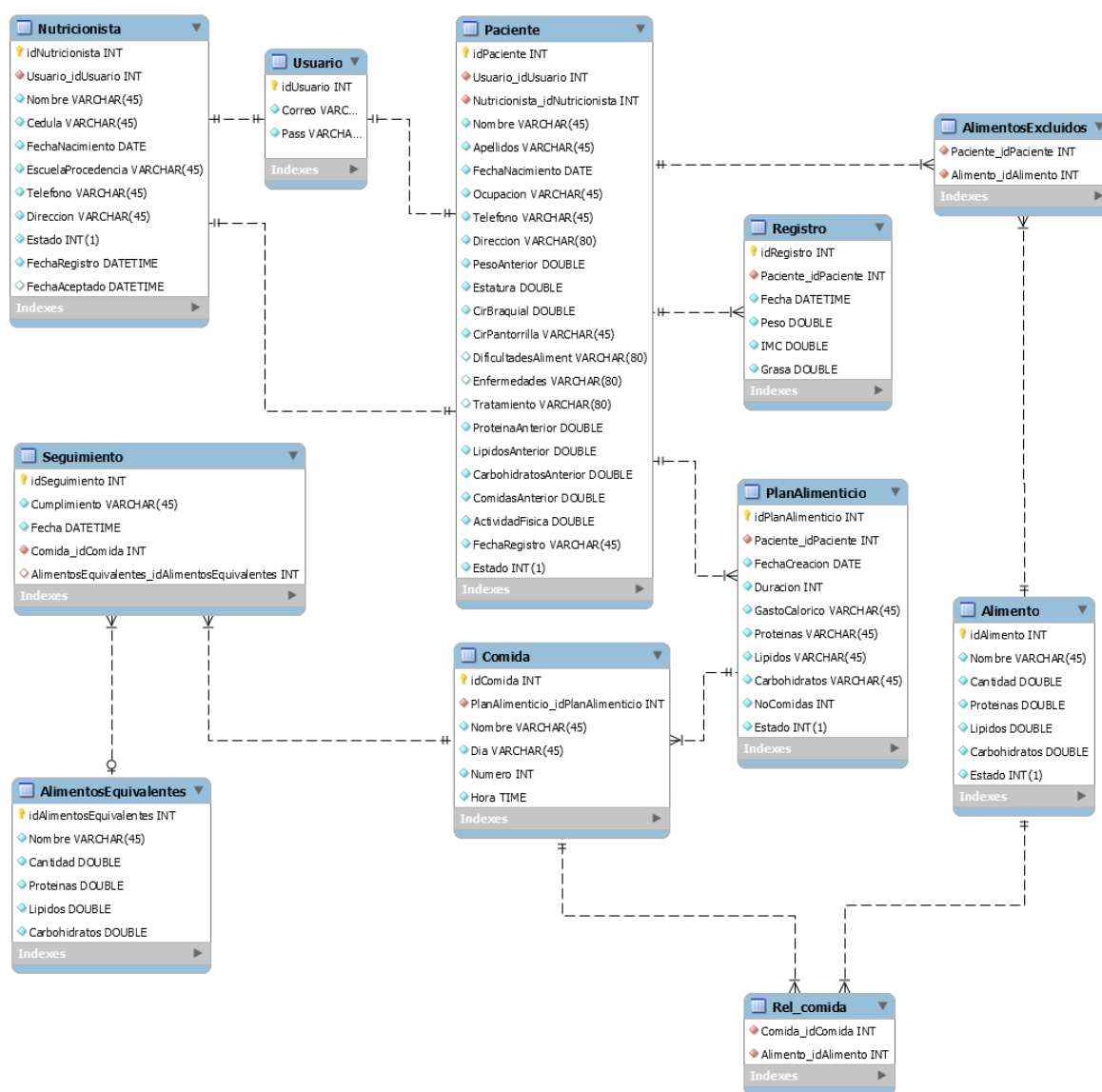


Ilustración 18 Modelo relacional de la base de datos

## 4.2 Algoritmos

En el siguiente apartado se mostrarán diagramas que expliquen los principales algoritmos usados en el sistema.

### 4.2.1 Algoritmo de Ajuste de Plan de Alimentación del Día

Se utilizó un algoritmo genético para el ajuste de los planes de alimentación, los parámetros de dicho algoritmo se describen a continuación:

A = Alimento = Cantidad de Proteínas + Cantidad de Carbohidratos + Cantidad de Lípidos

P = cantidad de porciones

C = comida =  $P_1A_1 + P_2A_2 + P_3A_3 + P_4A_4$

I = Porcentaje de macronutrientes a cubrir del total del día

K = Cantidad de Proteínas objetivo + Cantidad de Carbohidratos objetivo + Cantidad de Lípidos objetivo

D = función de desempeño

$$D = ( |K \cdot I_1 - C_1| + |K \cdot I_2 - C_2| + |K \cdot I_3 - C_3| + \dots + |K \cdot I_n - C_n| ) / K$$

Técnica de Selección: Torneo Binario

Cruza: Cruza Simple

Mutación: Mutación por Inserción

Margen de error aceptable : <5%

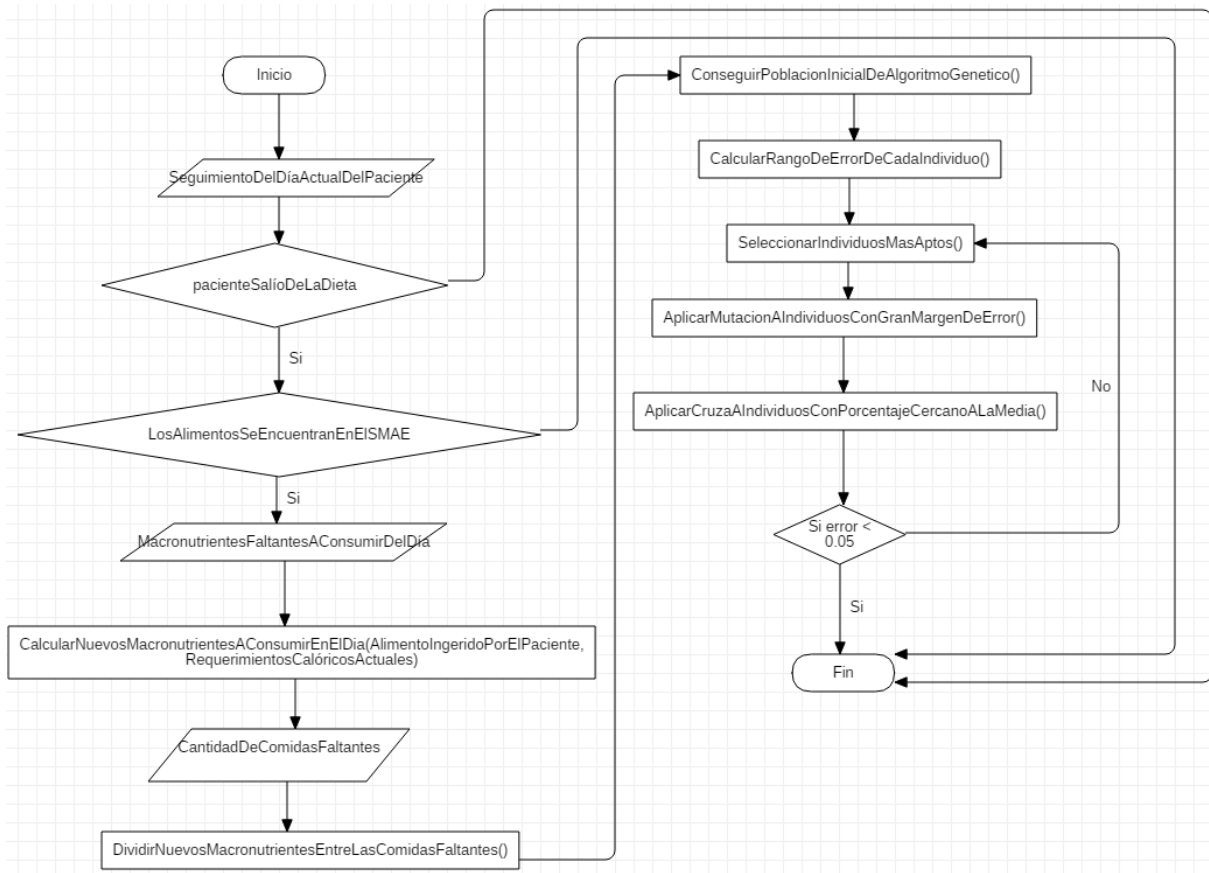


Ilustración 19 Diagrama de algoritmo genético para ajuste de planes alimenticios

### 4.3 Diagramas Secuenciales

En este apartado se mostrarán los diagramas de secuencia, a alto nivel, en los que se basará el desarrollo de los casos de uso.

#### 4.3.1 Editar nutricionista (CU01)

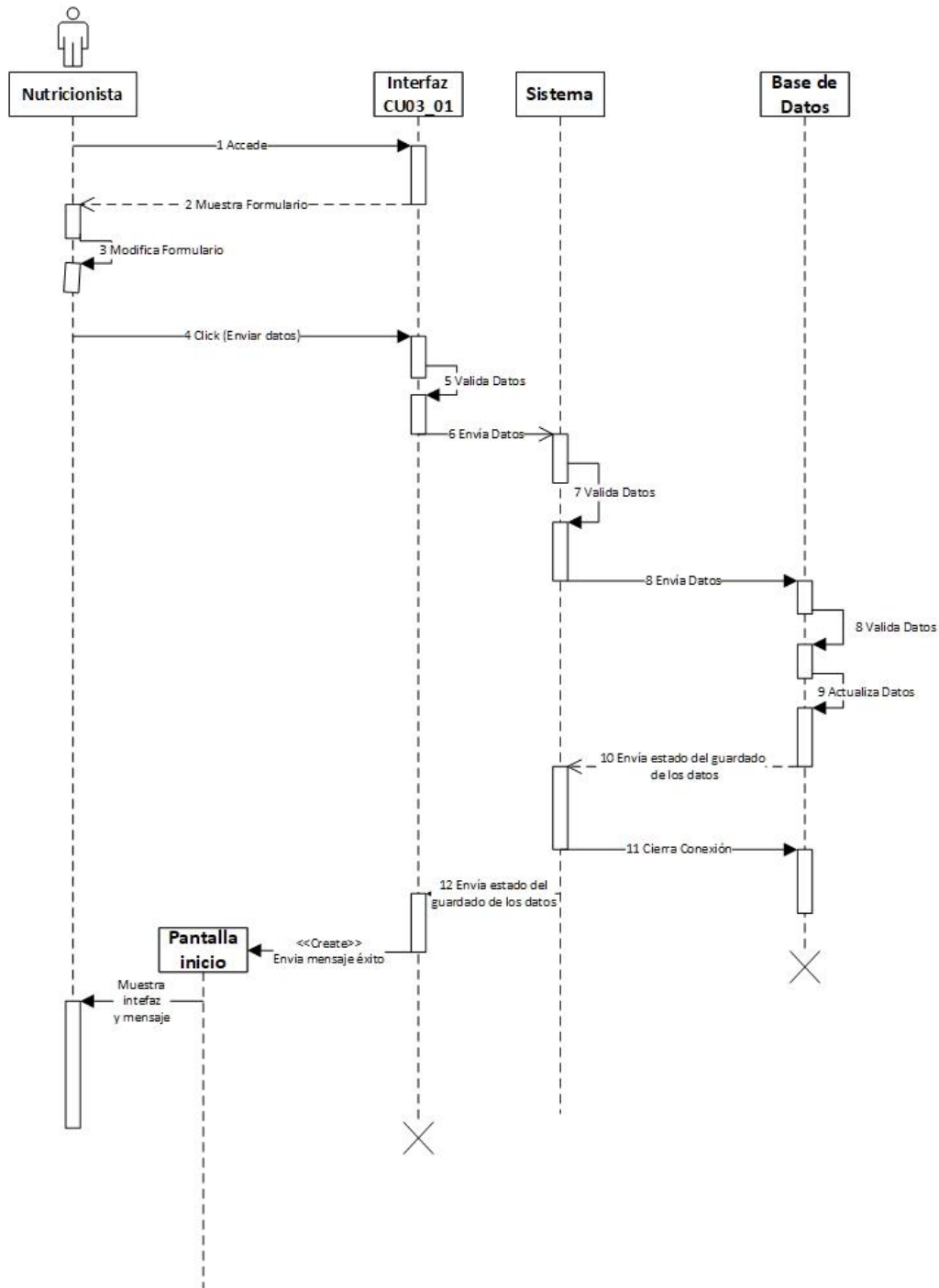


Ilustración 20 Diagrama de secuencia de editar nutricionista

#### 4.3.2 Editar paciente (CU02)

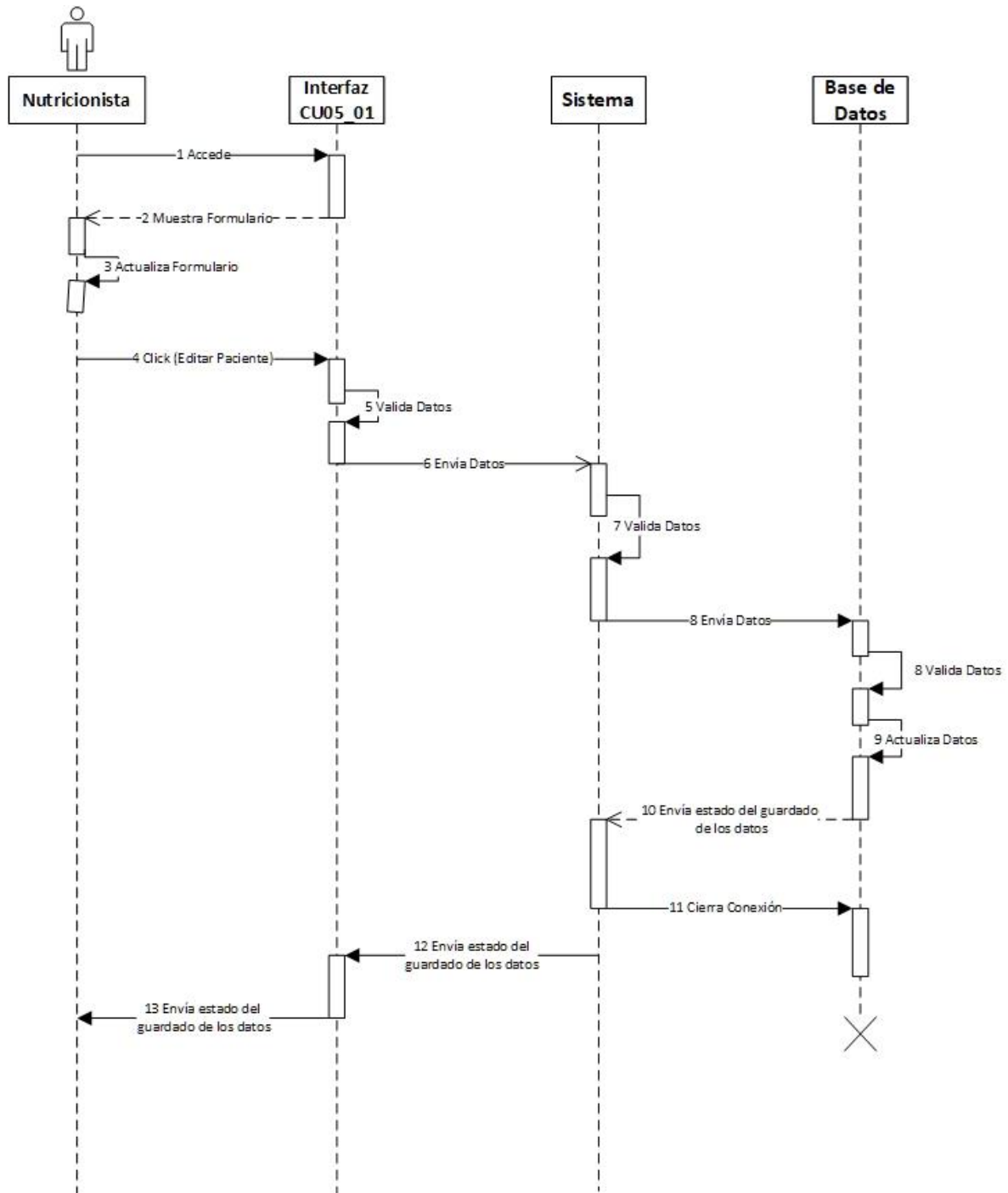


Ilustración 21 Diagrama de secuencia de editar paciente

#### 4.3.3 Baja paciente (CU03)

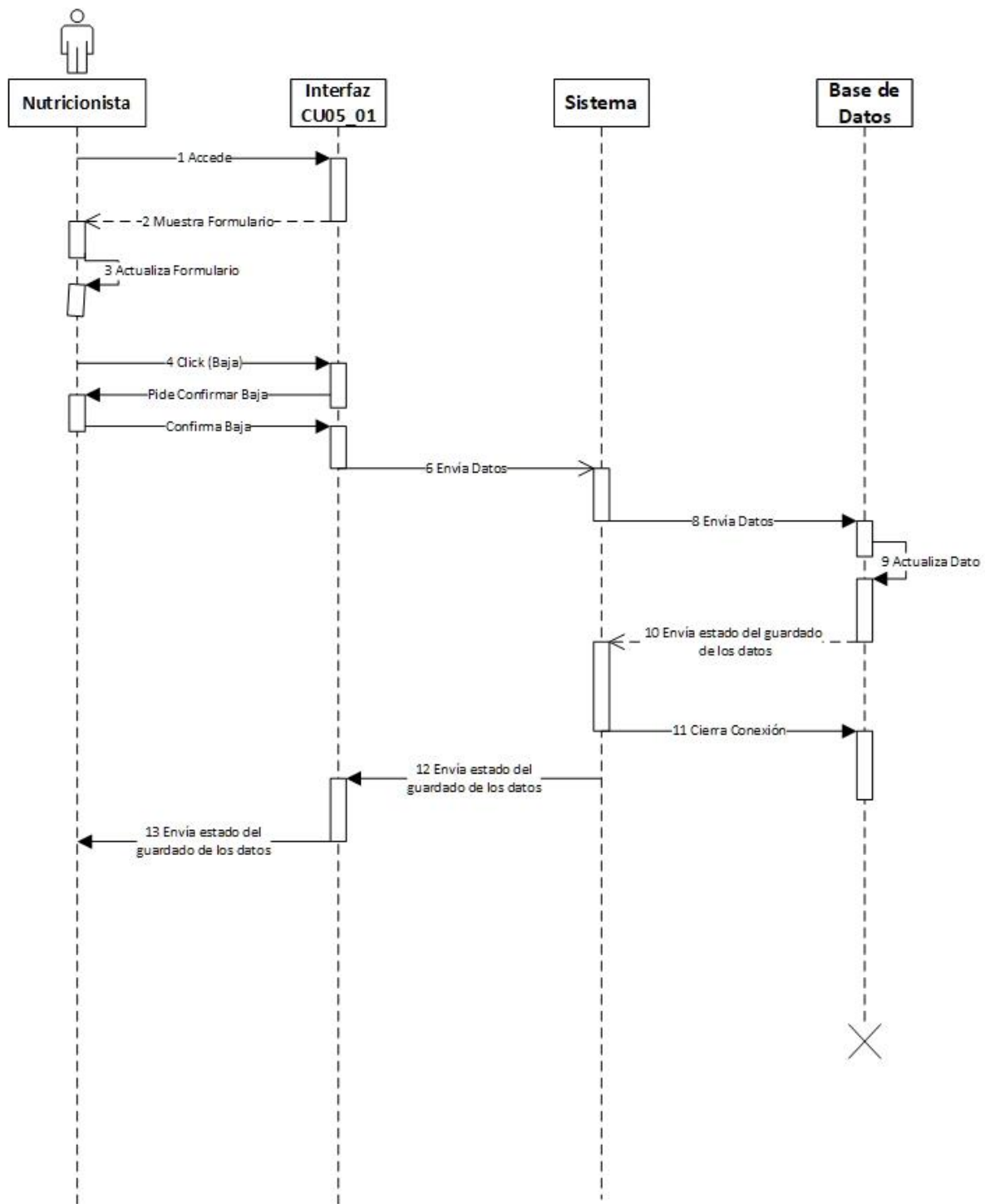


Ilustración 22 Diagrama de secuencia de baja de paciente

#### 4.3.4 Ajustar plan alimenticio (CU04)

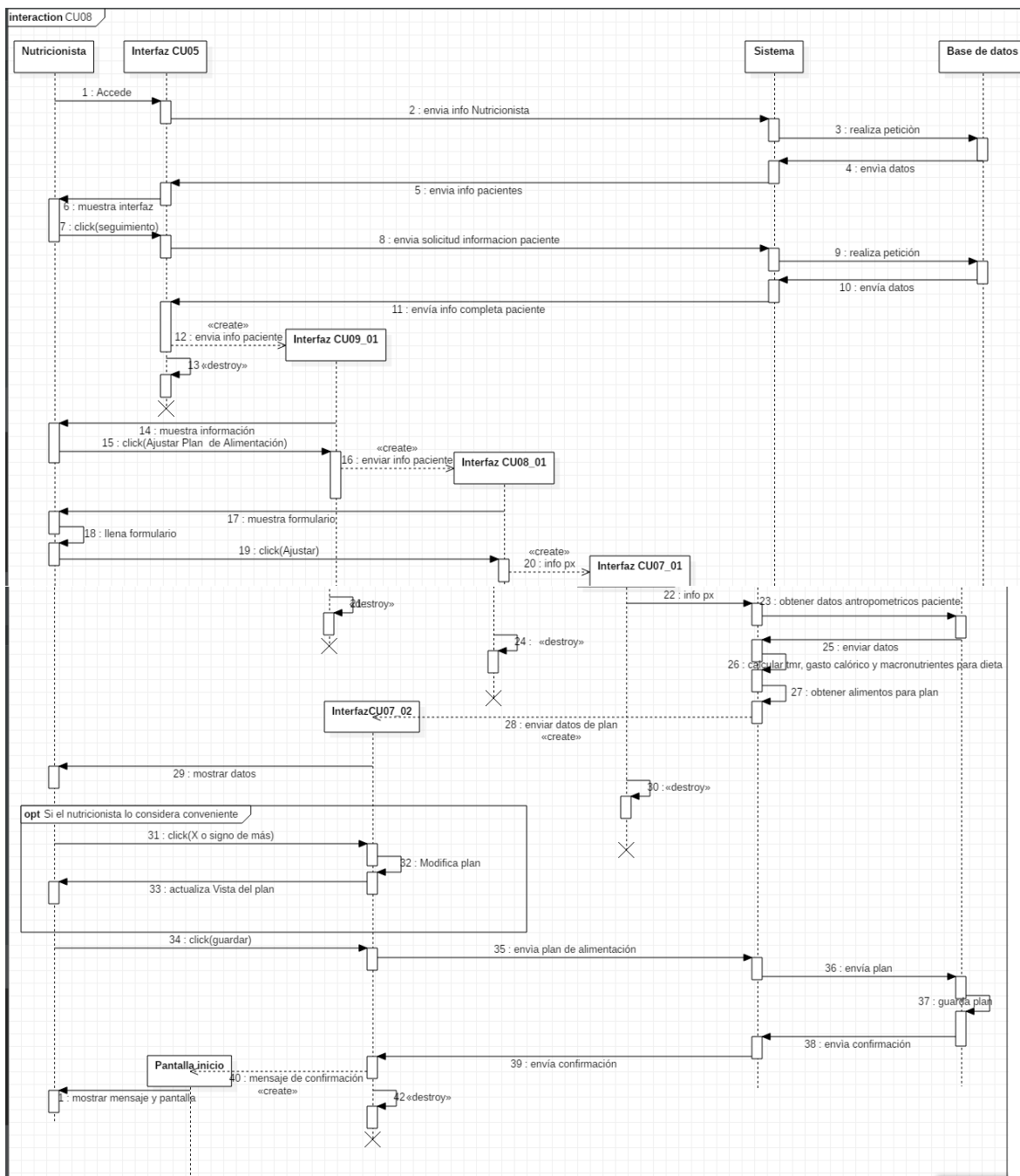


Ilustración 23 Diagrama de secuencia de ajustar plan alimenticio



### 4.3.5 Seguimiento paciente (CU05)

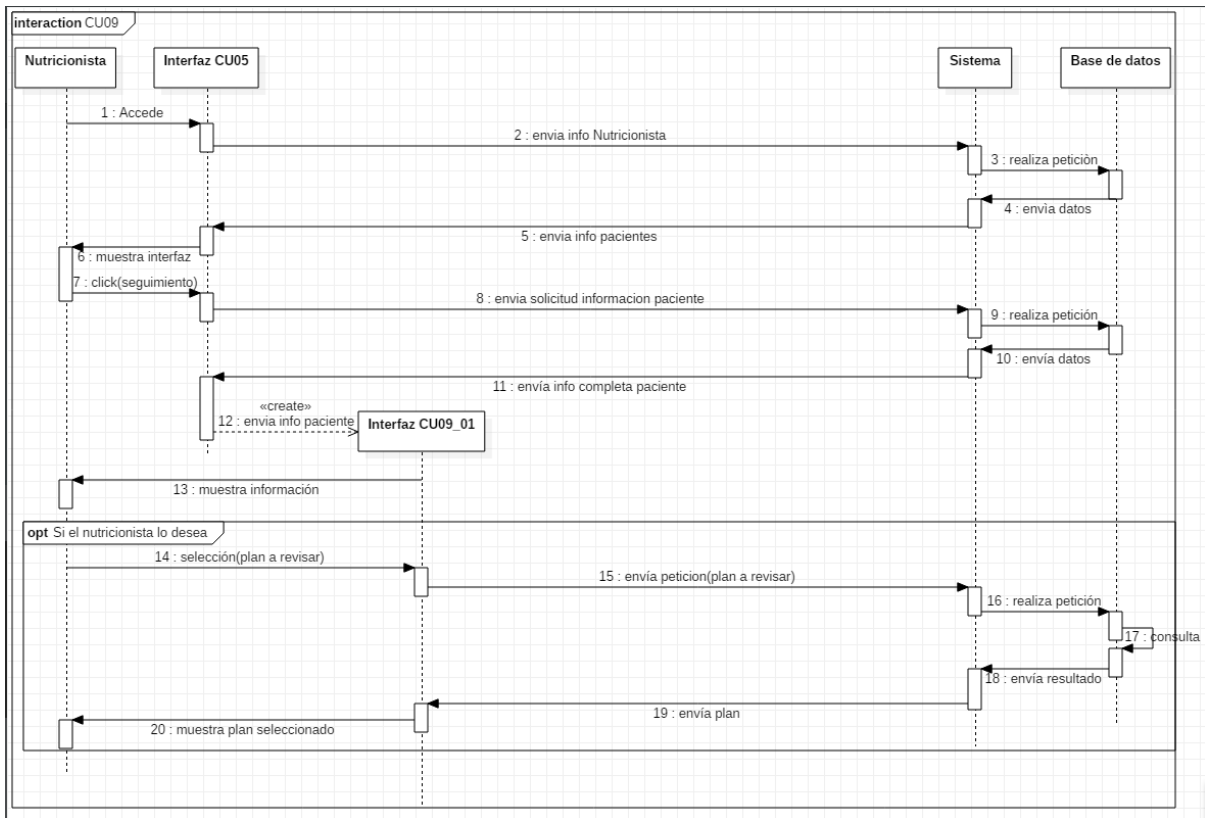


Ilustración 24 Diagrama de secuencia de seguimiento al paciente

#### 4.3.6 Alta Alimento (CU06)

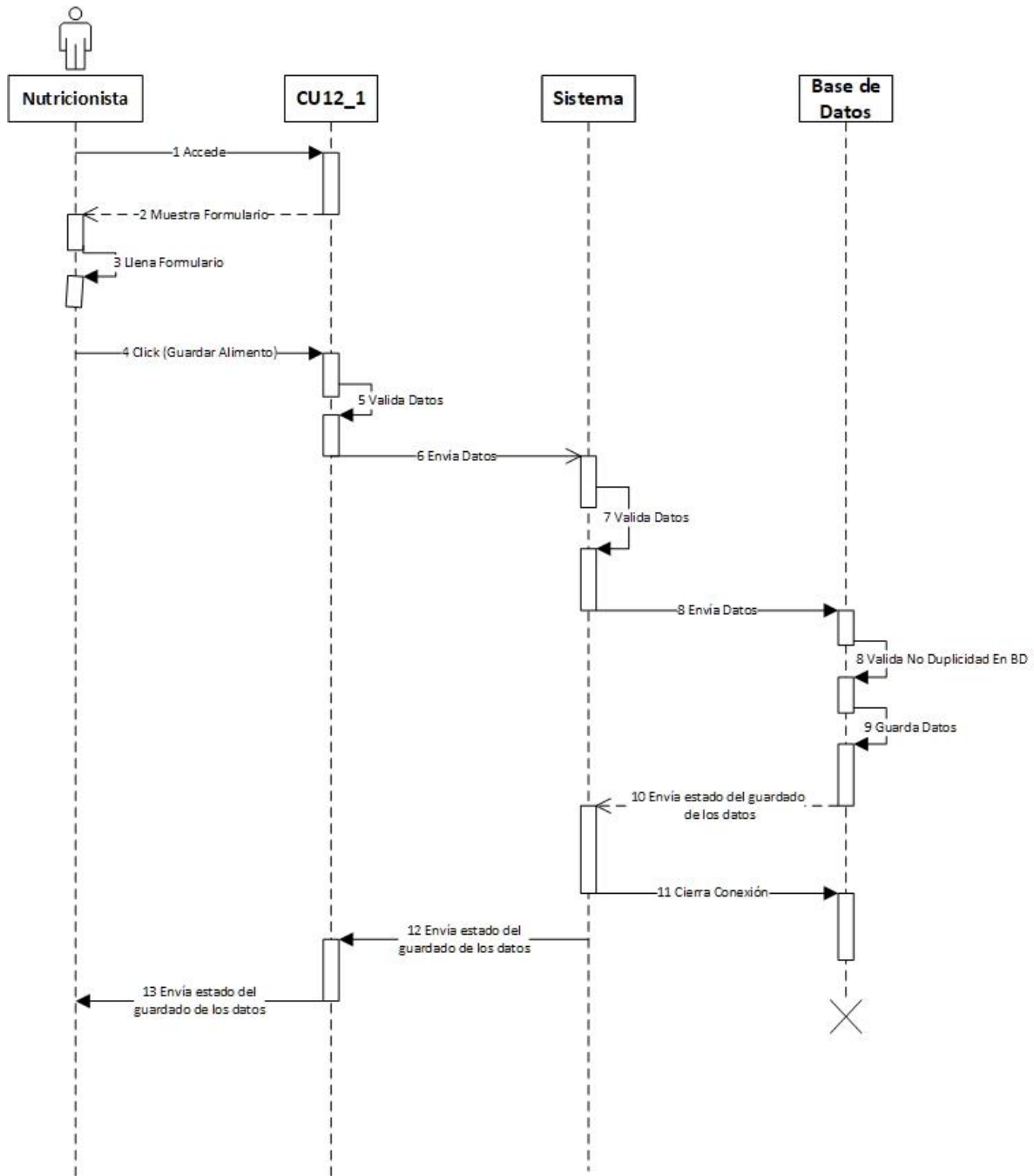


Ilustración 25 Diagrama de secuencia de alta de alimento

#### 4.3.7 Consultar Plan Alimenticio (CU07)

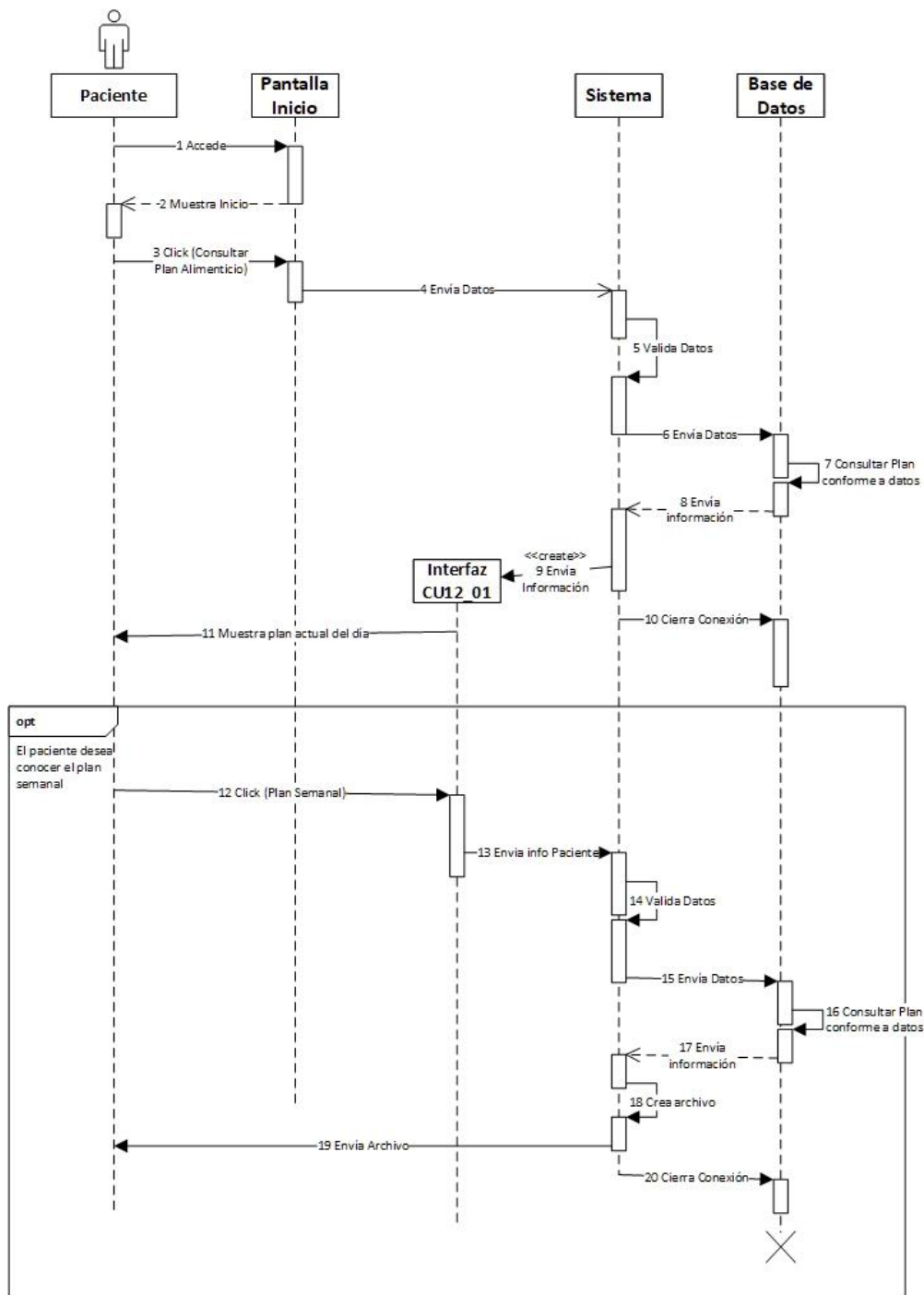


Ilustración 26 Diagrama de secuencia de consulta de plan alimenticio

#### 4.3.8 Registrar Comida (CU08)

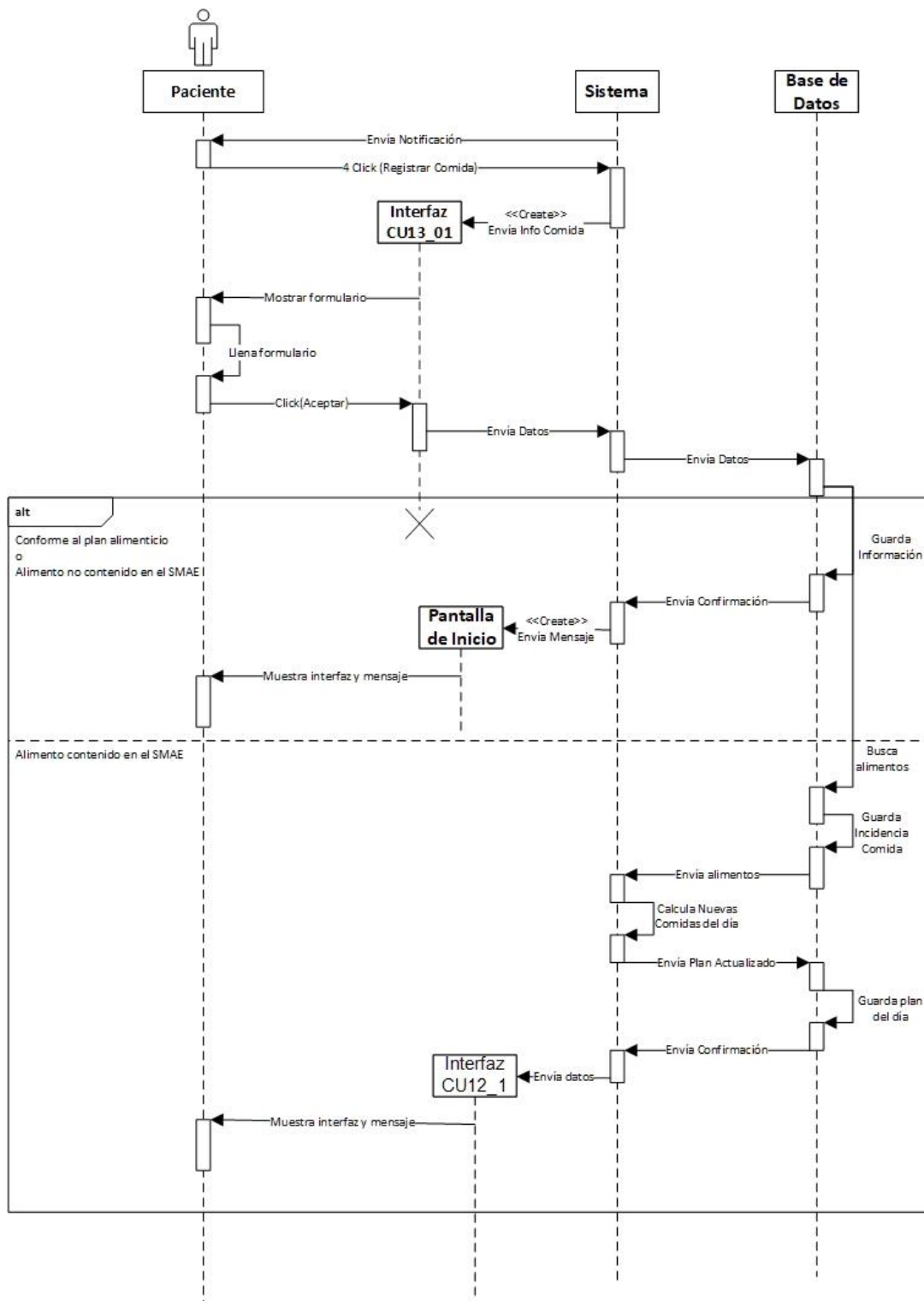


Ilustración 27 Diagrama de secuencia de registrar comida

#### 4.3.9 Registrar peso y mediciones (CU09)

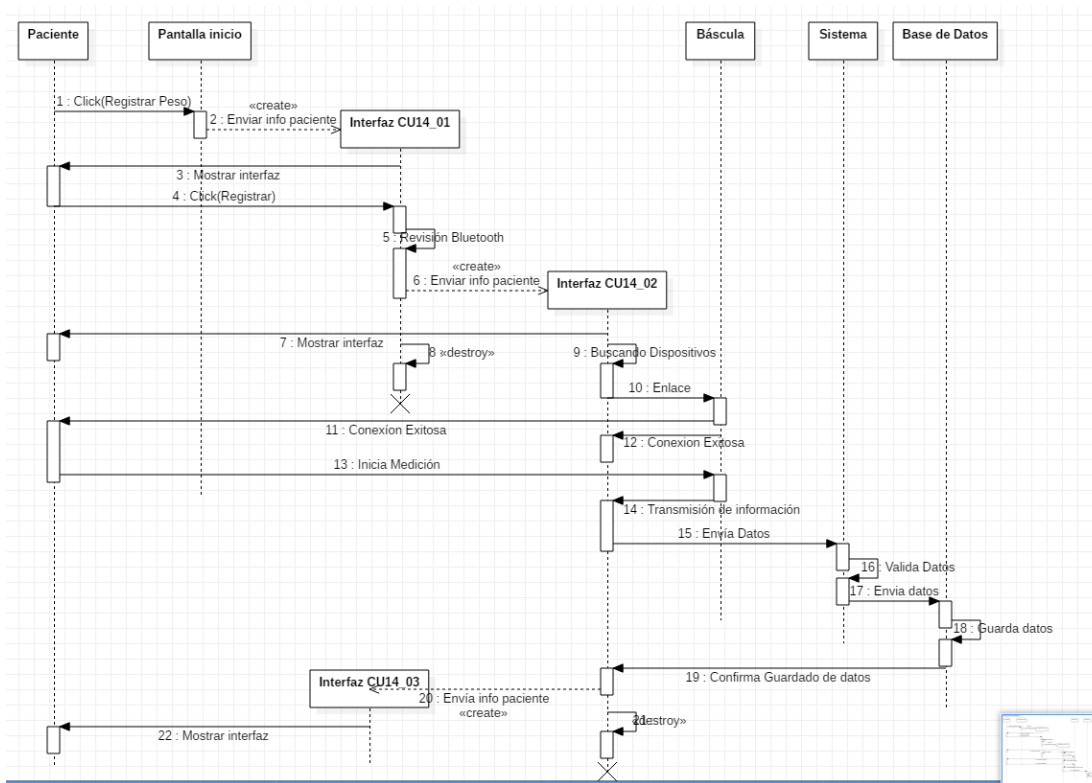


Ilustración 28 Diagrama de secuencia de registrar peso

#### 4.3.10 Generar reporte de avances (CU10)

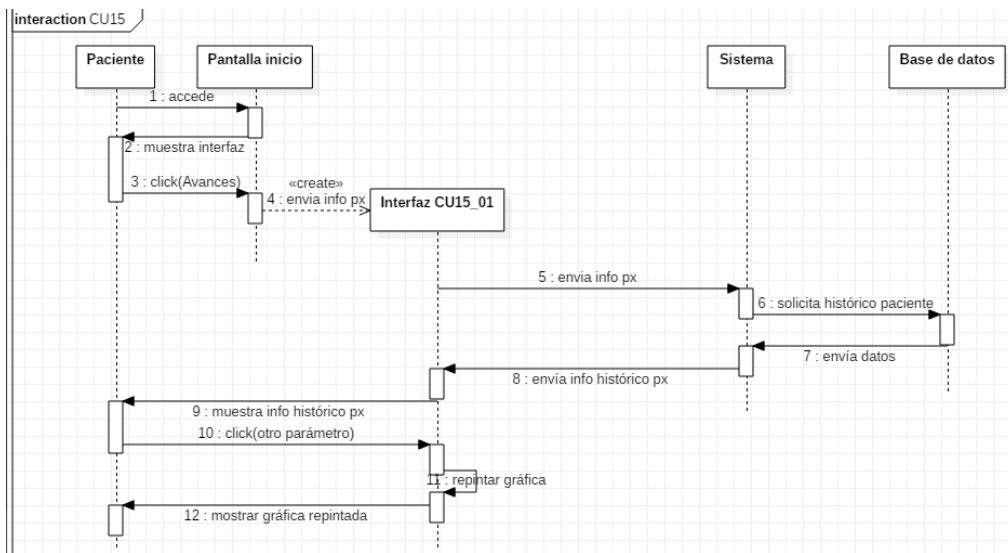


Ilustración 29 Diagrama de secuencia de reporte de avances

#### 4.3.11 Aceptar nutricionista (CU11)

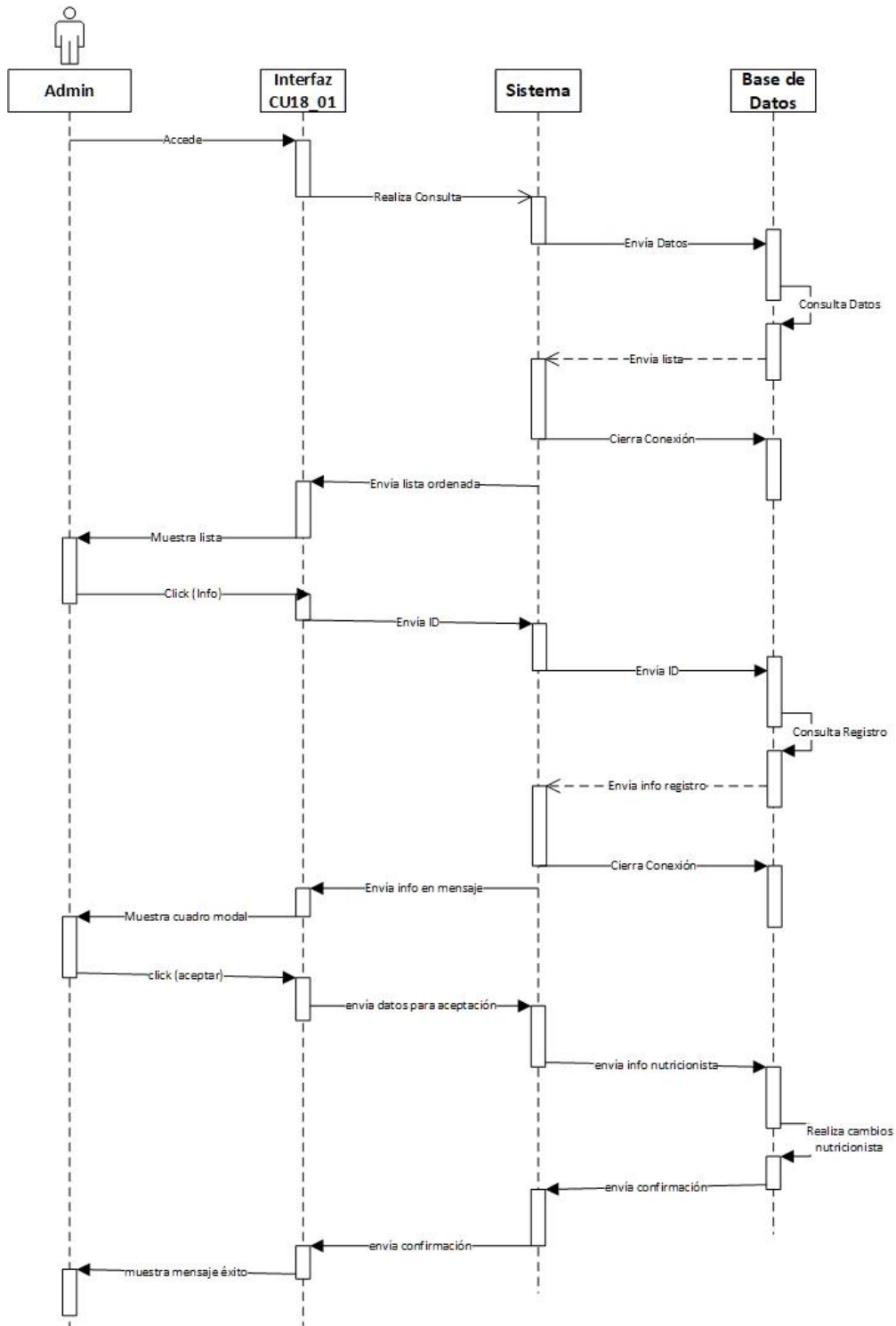


Ilustración 30 Diagrama de secuencia de aceptar nutricionista

#### 4.3.12 Aceptar alimento (CU12)

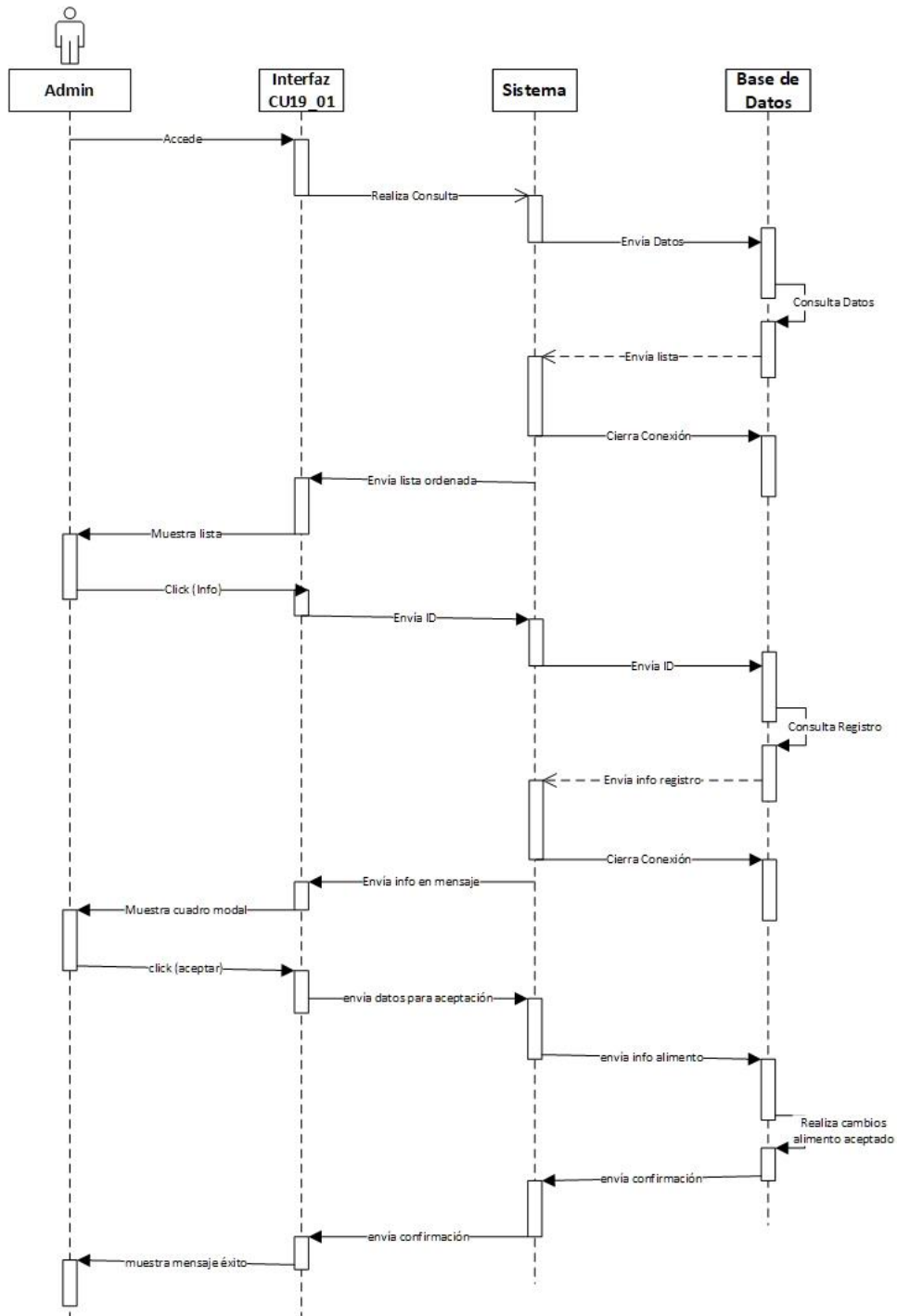


Ilustración 31 Diagrama de secuencia de aceptar alimento



#### 4.3.13 Lista de Nutricionistas (CU13)

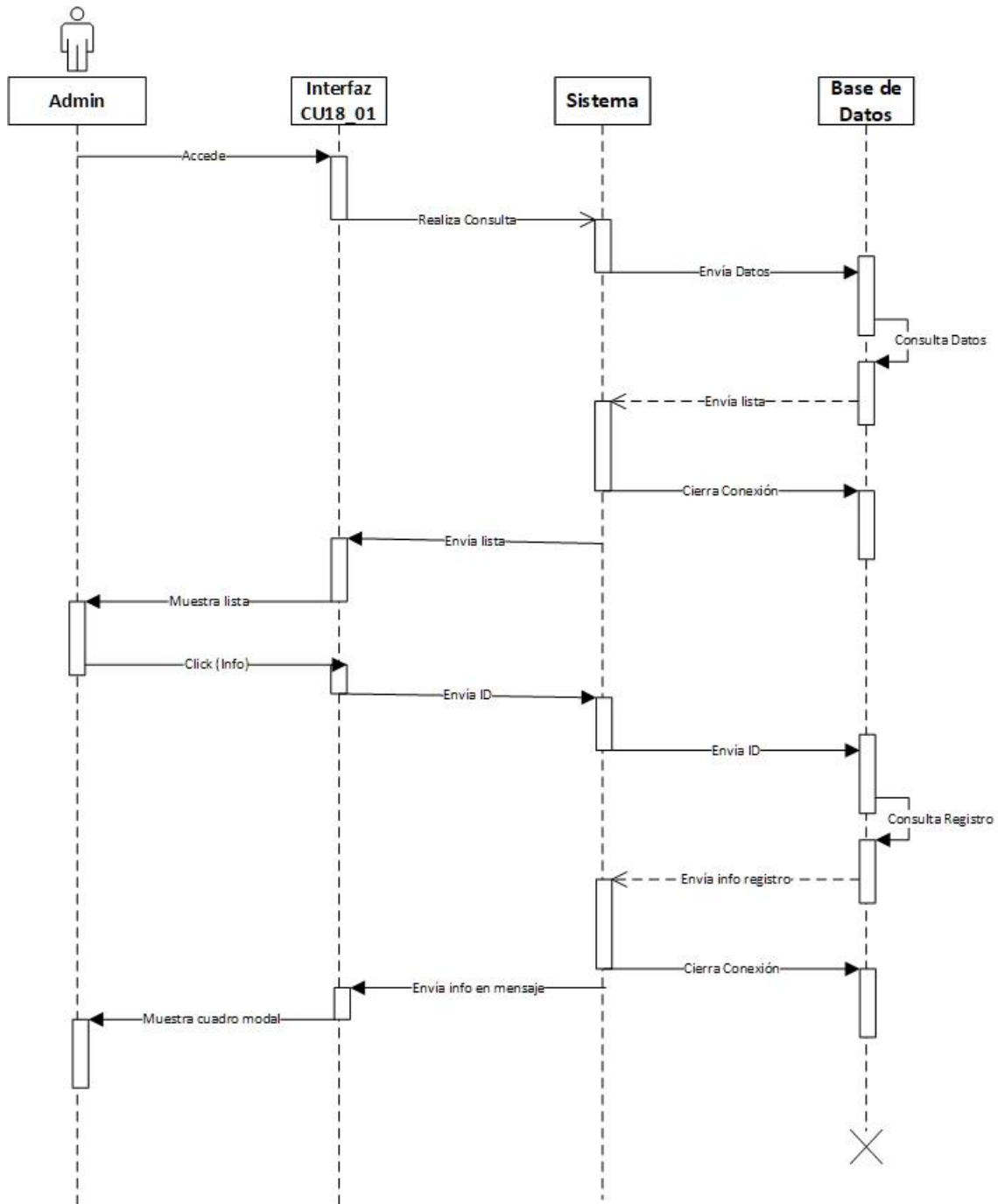


Ilustración 32 Diagrama de secuencia de lista de nutricionistas

#### 4.3.14 Lista de Pacientes (CU14)

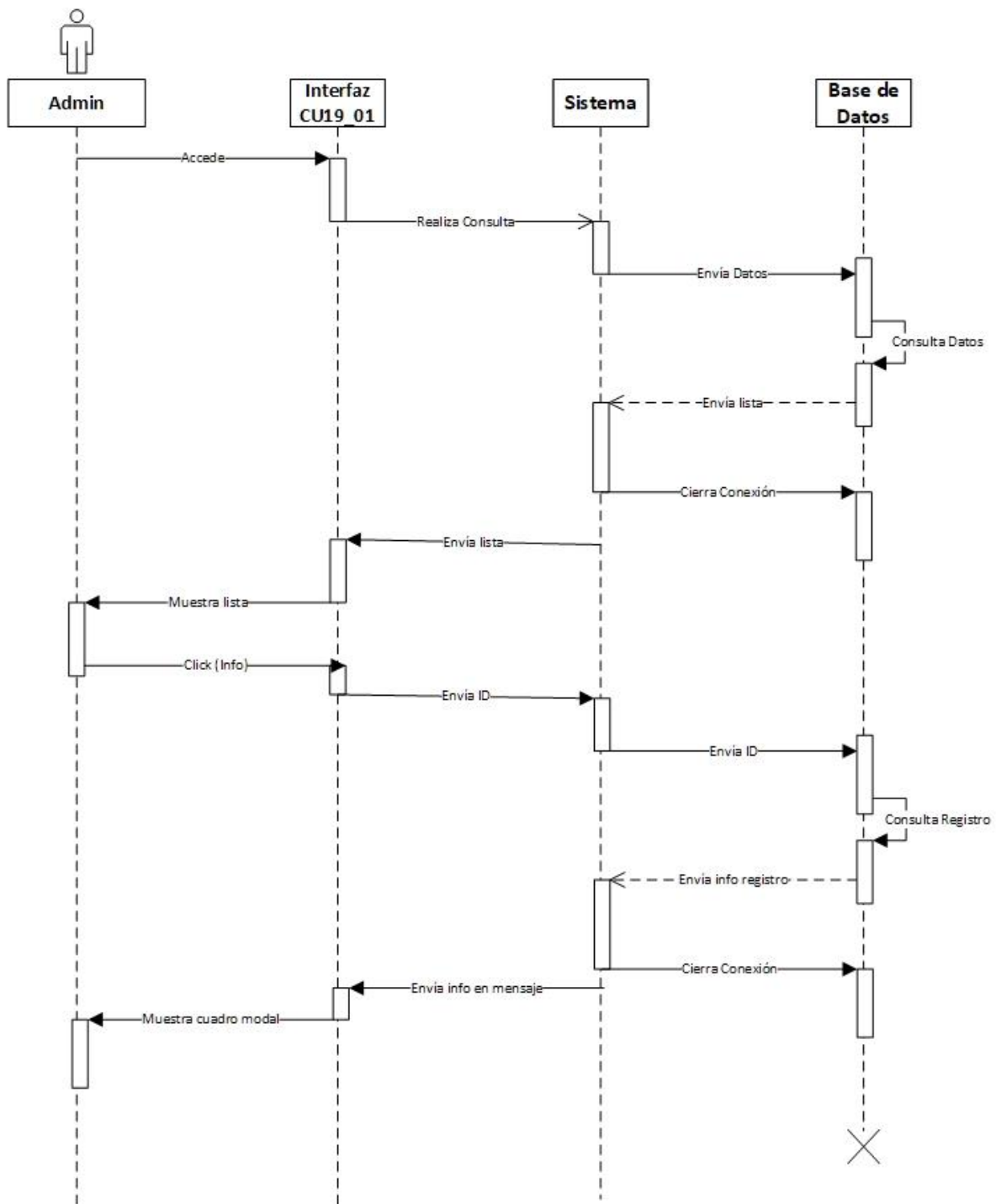
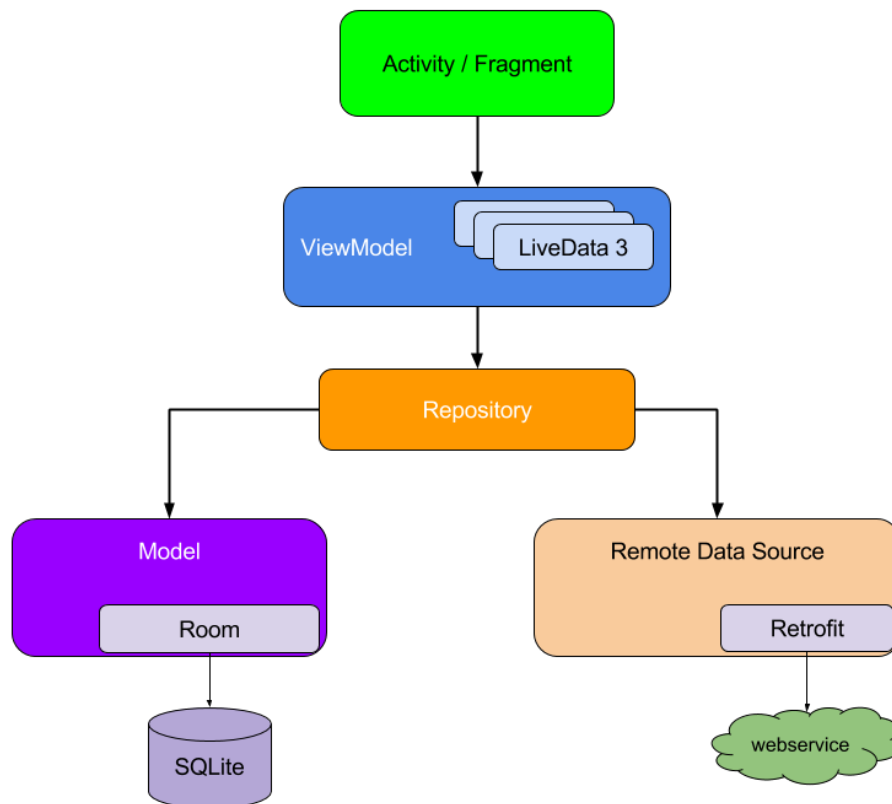


Ilustración 33 Diagrama de secuencia de lista de pacientes

## 4.4 Arquitecturas Utilizadas

### 4.4.1 Modelo-Vista-Presentador

Para desarrollar una aplicación Android, Google propone la siguiente arquitectura:



*Ilustración 34 Arquitectura de app<sup>21</sup>*

Comúnmente a esta arquitectura se le conoce como Modelo-Vista-Presentador, dónde cada componente de tiene una función específica:

- **Modelo:** Este componente es responsable de la gestión de la información. Las responsabilidades del modelo incluyen el uso de API's, obtención de datos,

---

<sup>21</sup> Obtenido de android developers: <https://developer.android.com/jetpack/docs/guide>

manejo de base de datos, entre otras. El modelo puede además ser una interfaz que se comunica con otros módulos a cargo de las responsabilidades descritas anteriormente. En nuestro ejemplo de la arquitectura brindado por Google el modelo sería la clase Repository, Model y Remote Data Source.

- **Presentador:** El presentador es el intermedio entre el modelo y la vista. Toda la lógica de presentación pertenece ésta. El presentador es responsable por la consulta del modelo, las actualizaciones de la vista y el reaccionar a las interacciones del usuario. Este componente es conformado por la clase ViewModel en nuestro ejemplo.
- **Vista:** es responsable por presentar la información en la forma que decida el presentador. La vista puede ser implementada por actividades, fragmentos, cualquier widget de Android o cualquier componente que pueda proporcionar operaciones como mostrar una barra de progreso, actualizar un TextView, poblar un RecyclerView, entre otras.

#### 4.4.2 Modelo-Vista-Controlador

Según, la universidad de Alicante el Modelo Vista Controlador (MVC) es un estilo de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos<sup>22</sup>.

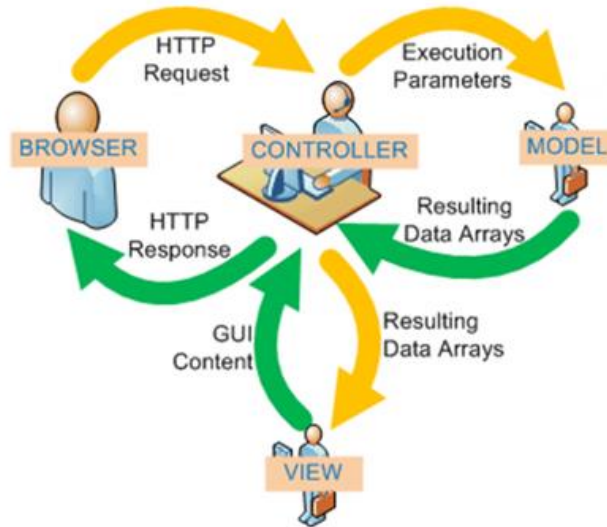
Se trata de un modelo muy maduro y que ha demostrado su validez a lo largo de los años en todo tipo de aplicaciones, y sobre multitud de lenguajes y plataformas de desarrollo.

---

<sup>22</sup> Alicante, U. d. (19 de 11 de 2018). *Modelo Vista Controlador (MVC)*. Obtenido de Servicio de Informática : <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>

- El **Modelo** que contiene una representación de los datos que maneja el sistema, su lógica de negocio, y sus mecanismos de persistencia. El modelo es el responsable de:
  - Acceder a la capa de almacenamiento de datos. Lo ideal es que el modelo sea independiente del sistema de almacenamiento.
  - Define las reglas de negocio (la funcionalidad del sistema). Un ejemplo de regla puede ser: "Si la mercancía pedida no está en el almacén, consultar el tiempo de entrega estándar del proveedor".
  - Lleva un registro de las vistas y controladores del sistema.
  - Si estamos ante un modelo activo, notificará a las vistas los cambios que en los datos pueda producir un agente externo (por ejemplo, un fichero por lotes que actualiza los datos, un temporizador que desencadena una inserción, etc.).
- La **Vista**, o interfaz de usuario, que compone la información que se envía al cliente y los mecanismos interacción con éste. Las vistas son responsables de:
  - Recibir datos del modelo y los muestra al usuario.
  - Tienen un registro de su controlador asociado (normalmente porque además lo instancia).
  - Pueden dar el servicio de "Actualización()", para que sea invocado por el controlador o por el modelo (cuando es un modelo activo que informa de los cambios en los datos producidos por otros agentes).
- El **Controlador**, que actúa como intermediario entre el Modelo y la Vista, gestionando el flujo de información entre ellos y las transformaciones para adaptar los datos a las necesidades de cada uno. El controlador es responsable de:
  - Recibe los eventos de entrada (un clic, un cambio en un campo de texto, etc.).

- Contiene reglas de gestión de eventos, del tipo "SI Evento Z, entonces Acción W". Estas acciones pueden suponer peticiones al modelo o a las vistas. Una de estas peticiones a las vistas puede ser una llamada al método "Actualizar()". Una petición al modelo puede ser "Obtener\_tiempo\_de\_entrega ( nueva\_orden\_de\_venta )".



*Ilustración 35 Modelo Vista Controlador<sup>23</sup>*

## 5 Implementación

En este apartado se explicará la implementación de los procesos más importantes del sistema, así como las tecnologías que se usaron para el desarrollo de éstos.

---

<sup>23</sup> Alicante, U. d. (19 de 11 de 2018). *Modelo Vista Controlador (MVC)*. Obtenido de Servicio de Informática : <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>

## 5.1 Tecnologías

En el desarrollo de este sistema se ocuparon varias tecnologías según las necesidades a cubrir, estas tecnologías se expresan en la siguiente tabla.

Tecnología	Tipo	Justificación
Java	Lenguaje de Programación	Se eligió este lenguaje como principal por la robustez que brinda en el desarrollo de arquitecturas basadas en el modelo-vista-controlador, así como por el uso de JSP's y Servlets.  Por otro lado, se determinó como lenguaje de programación nativo de la aplicación móvil, ya que existen más librerías y recursos.
C	Lenguaje de Programación	Para realizar de una manera más eficientes algunas operaciones de bits que se requieren para el algoritmo genético.
Payara	Servidor Web	Para brindar los servicios necesarios para el funcionamiento de la interfaz web y móvil.  Además, por la robustez del pull de conexiones que implementa.
MySQL	Gestor de Base de Datos	Por la experiencia de los integrantes en esa herramienta y por ser de licencia libre.
Bootstrap	Framework de entornos gráficos Web	Para mantener un diseño homólogo al creado para la interfaz móvil.
Material Design	Framework de entornos gráficos Web	Para mantener un diseño homólogo al creado para la interfaz móvil.
JQuery	Biblioteca de entornos Web	Para hacer más dinámico el uso por parte del nutricionista.
Android	Sistema Operativo Móvil	Por ser de licencia libre para desarrollar.
Netbeans	IDE de desarrollo	Por la experiencia y comodidad.

Android Studio	IDE de desarrollo	Por la recomendación de Google para comodidad en desarrollo.
----------------	-------------------	--

Tabla 12 Tecnologías usadas

## 5.2 Algoritmo de generación y ajuste de planes de alimentación

El algoritmo genético usado, para la creación de planes de alimentación, está compuesto por una población, la cual se conforma por un grupo de individuos, cada individuo es un plan de alimentación diferente y tiene un porcentaje de error respecto al objetivo calórico que se quiere alcanzar. Por esto, el algoritmo genético se vuelve una búsqueda del plan con el error más pequeño de todos los individuos. En el siguiente diagrama se puede apreciar el funcionamiento del algoritmo genético.

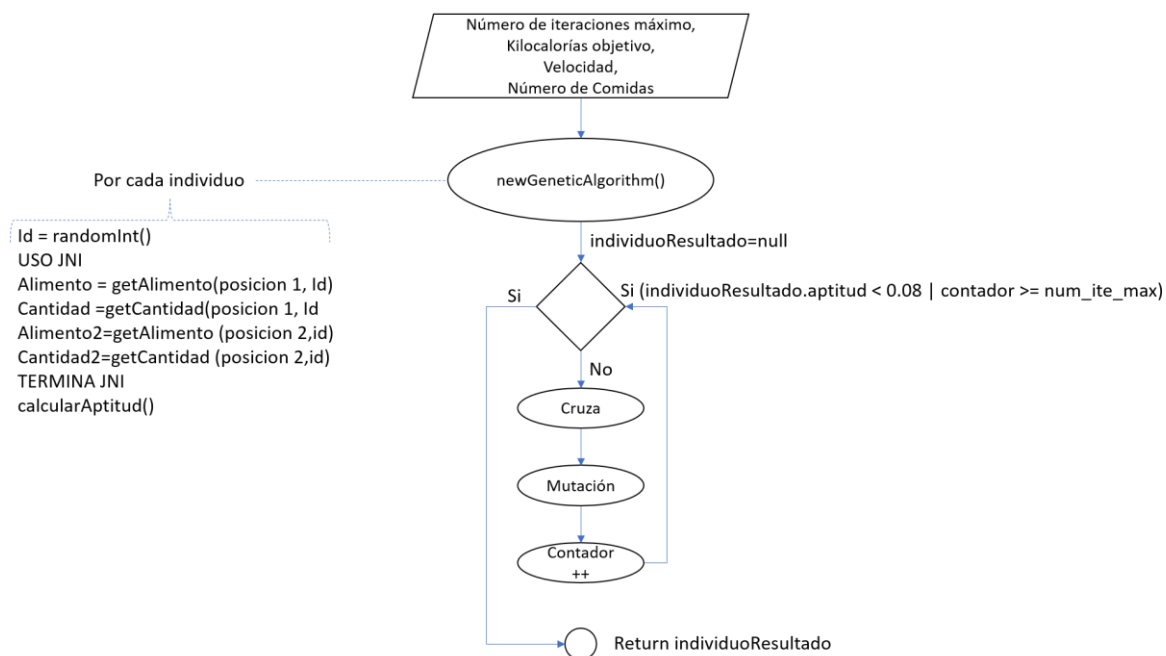


Ilustración 36 Diagrama de flujo del algoritmo genético

El primer paso es crear un objeto *GeneticAlgorithm* e instanciarlo con el siguiente constructor: *GeneticAlgorithm(int populationSize, int kilocal, short speed)*. *PopulationSize* indica el número de individuos que tendrá la población inicial, así como todas las subsecuentes de ella; *kilocal* indica el objetivo de kilocalorías a alcanzar, aquel que cada individuo tratará de acercarse a este número; y el parámetro *speed* indica la distribución de las kilocalorías en proteínas, lípidos y carbohidratos con base en la siguiente clase:



```

public class ConstantSpeedLoseWeight {

    /**
     * Los valores de los arreglos representan:
     * 0 Carbohidratos
     * 1 Proteinas
     * 2 Lípidos
     */
    public static final double [] slowSpeed = {0.55 , 0.16 , 0.29};
    public static final double [] normalSpeed = {0.50 , 0.18 , 0.32};
    public static final double [] fastSpeed = {0.45 , 0.20 , 0.35};
    public static final short SLOW_SPEED = 1;
    public static final short NORMAL_SPEED = 2;
    public static final short FAST_SPEED = 3;

}

```

Esta es una de tres clases que solamente contiene atributos con valores estáticos. La clase *ConstantMinimumAbility* indica el porcentaje máximo de error que puede tener el algoritmo. En este caso se llegó a un 8% de error máximo con un total de 96 alimentos de diferentes categorías agregados en la base de datos.

```

    /**
     *
     */
    public class ConstantMinimAbility {
        public static double minumAbility = 0.08;
    }

```

Y *ConstantMealDistribution* funciona para la distribución de alimentos en un día, con base en el número de comidas que acuerda el paciente con el nutricionista. A continuación, se muestra un extracto de código de la clase en el caso que el número de ingestas de alimentos sea 3:

```

if (tiempos == 3) {
    Integer[] desayunoCategorias = {1,2,4,3,5};
    Meal desayuno = new Meal(desayunoCategorias );

    Integer[] comidaCategorias = {2,4,6,5,3};
    Meal comida = new Meal(comidaCategorias );

    Integer[] cenaCategorias = {1,2,4,3,5};
    Meal cena = new Meal(cenaCategorias );

    this.tiempos = new Meal[3];
    this.tiempos[0] = desayuno;
    this.tiempos[1] = comida;
    this.tiempos[2] = cena;
}

```

Como primera etapa, se ejecuta una consulta a la base de datos para obtener los alimentos de todas las categorías y agregándolas a los atributos de la clase *GeneticAlgorithm*, para después, crear la población inicial de forma aleatoria, calculando el error de cada individuo con base en los parámetros del plan de alimentación.

De manera encapsulada, todo el algoritmo genético se resume en la siguiente imagen después de la creación inicial de la población:

```
for (int i = 0; i < 1000; i++) {
    Map<Double, Individual> population2 = this.pGenerator.Crossing(population);
    population2 = this.pGenerator.Mutation(population2);
    population = new ArrayList<>(population2.values());
    Individual a = this.pGenerator.reachGoal(population);
    if (a != null) {
        System.out.println("meta lograda");
        break;
    }
}

return null;
```

El objeto *pGenerator* es una instancia de la clase *PopulationGenerator*, el cual contiene métodos de Cruza y Mutación eligiendo y devolviendo los individuos más aptos. Cabe señalar que en estos métodos se usan algunas funciones programadas en C que se ejecutarán en la Máquina Virtual de Java, ya que toda la información de un plan alimenticio (un individuo) está almacenado en una variable *int*, y fragmentos de bits de esa variable contienen información de los alimentos y de cantidades de este mismo. A continuación, se muestra una función implementada en lenguaje C para obtener un alimento.

```
/*
 * Se le da acceso solo a 5 alimentos, por lo que foodLocation será de 0-4
 */
JNIEXPORT jint JNICALL Java_mx_ipn_www_finalproject_utils_BinarySelection_getAlimento
(JNIEnv *env, jobject obj, jint mealIdj, jint foodLocationj) {
    unsigned int mealId = (unsigned int) mealIdj;
    int foodLocation = (int) foodLocationj;
    int initialMove = 2 + 6 * foodLocation;
    mealId = mealId << initialMove;
    mealId = mealId >> 26;
    return (mealId & 15) + 1 ;
}
```

Como se puede observar, requiere de algunos cálculos binarios, y al realizar este proceso en Java aumentaba aproximadamente 90% el tiempo de generación de planes de alimentación.

Como se había explicado anteriormente, un algoritmo genético realizará procesos de mutación y cruza, durante una cantidad específica de ciclos, con el fin de mejorar la función de desempeño. Para este caso en particular, la cruza se vuelve una combinación entre dos planes de alimentación, tomando como base la mitad de los alimentos categorizados del plan A y la otra mitad del plan B. Y la mutación se vuelve un cambio de cantidad en algún alimento de un plan de alimentación específico, todo con el fin de minimizar el error con el objetivo calórico buscado.

Para el manejo binario en Java se utilizó JNI, librerías incluidas por defecto en el jdk de java 1.8. JNI lo usamos para el manejo binario de los id de los planes, es decir, de la información contenida en bits específicos de una variable a través de código creado en C y ejecutado por java usando JNI.

### 5.3 Emparejamiento por QR

Este proceso es muy importante ya que así buscamos emparejar por primera vez la aplicación móvil del paciente con su sesión en el sistema, esto con la finalidad de que se vinculen de primer momento, cuando él no tiene una contraseña, para que él mismo pueda introducir personalmente su contraseña.

Una vez que el paciente ha sido registrado, el sistema genera un código QR que contiene una cadena de texto con el siguiente formato: *id-número aleatorio-hash de comprobación*.

El *id* es el identificador de usuario con el que el paciente ha sido guardado en la base de datos, el *número aleatorio* es un número de tres cifras generado aleatoriamente, este número nos sirve para la generación del hash, el *hash de comprobación* es un hash con el algoritmo MD5 a partir de la concatenación del *id* con el *número aleatorio*, del hash obtenido solo ocupamos los primeros caracteres.

Se uso la generación de esta manera para garantizar que quien inicie sesión sea un verdadero usuario y no hayan sido generados externamente los códigos QR. EL proceso se explica en los siguientes diagramas.



Ilustración 37 Diagrama de emparejamiento por QR

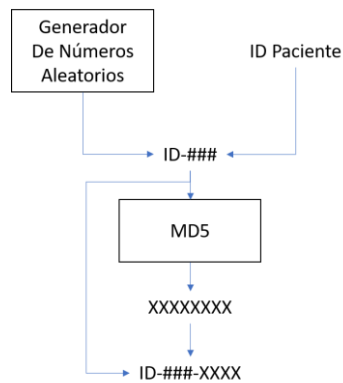


Ilustración 38 Diagrama de generación de QR

```

01. private static String generateQRContent(String user){
02.     String result = user;
03.     try {
04.         int numero = (int)(Math.random()*(randomMin-randomMax+1)+randomMax);
05.         result = numero+"-"+result;
06.         MessageDigest md = java.security.MessageDigest.getInstance("MD5");
07.         byte[] array = md.digest(result.getBytes());
08.         StringBuffer sb = new StringBuffer();
09.         for (int i = 0; i < array.length; ++i) {
10.             sb.append(Integer.toHexString((array[i] & 0xFF) | 0x100).substring(1, 3));
11.         }
12.         result += "-"+sb.toString().substring(0, 5);
13.     } catch (java.security.NoSuchAlgorithmException e) {
14.         System.out.println(e.getMessage());
15.     }
16.     return result;
17. }
  
```

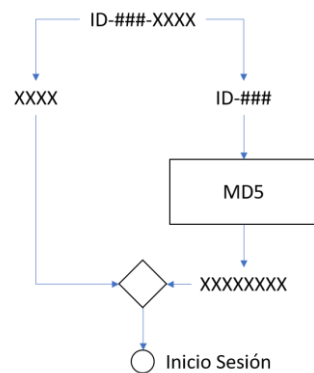


Ilustración 39 Diagrama de verificación de QR

```

01. public static boolean verifyQRContent(String content){
02.     String[] ver = content.split("-");
03.     if(ver.length!=3) return false;
04.     try{
05.         MessageDigest md = java.security.MessageDigest.getInstance("MD5");
06.         byte[] array = md.digest((ver[0]+"-"+ver[1]).getBytes());
07.         StringBuffer sb = new StringBuffer();
08.         for (int i = 0; i < array.length; ++i) {
09.             sb.append(Integer.toHexString((array[i] & 0xFF) | 0x100).substring(1, 3));
10.         }
11.         if(ver[2].equals(sb.toString().substring(0, 5))) return true;
12.     }catch(Exception e){
13.         System.out.println(e);
14.         return false;
15.     }
16.     return false;
17. }
  
```

Para la generación y lectura de los códigos QR se ocupó la librería de Google ZXing (“zebra crossing”), ésta es una librería de código abierto usada para el procesamiento de imágenes con códigos de barras y códigos QR.<sup>24</sup>

## 5.4 Política de Privacidad

Es necesario el uso de política de privacidad, ya que se está trabajando con información sensible de los usuarios. Es por eso que la siguiente política se fundamenta en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), es una norma de la Unión Europea que entró en vigor en México en 2018. Esta política también se rige por la Ley Federal

---

<sup>24</sup> Google, ZXing. Ver: <https://opensource.google.com/projects/zxing>

De Protección De Datos Personales En Posesión De Los Particulares y la Ley General de Salud.

### **Política de Privacidad de YUMK**

El presente Política de Privacidad establece los términos en que YUMK usa y protege la información que es proporcionada por sus usuarios al momento de utilizar su sistema. Esta compañía está comprometida con la seguridad de los datos de sus usuarios. Cuando le pedimos llenar los campos de información personal con la cual usted pueda ser identificado, lo hacemos asegurando que sólo se empleará de acuerdo con los términos de este documento. Sin embargo, esta Política de Privacidad puede cambiar con el tiempo o ser actualizada por lo que le recomendamos y enfatizamos revisar continuamente esta página para asegurarse que está de acuerdo con dichos cambios.

### **Información que es recogida**

Los siguientes tipos de información personal pueden ser recopilados, almacenados y usados:

1. información sobre su ordenador, incluyendo su dirección IP, ubicación geográfica, tipo y versión de navegador, y sistema operativo;
2. información que introduzca al crear un perfil de nutricionista en nuestro sistema web, los cuales son, su nombre completo, teléfono, correo electrónico, dirección, escuela de procedencia y cédula profesional;
3. información que introduzca el nutricionista al crear un perfil de paciente en nuestro sistema web, los cuales son, nombre completo, teléfono, correo electrónico, dirección, fecha de nacimiento, estado civil, nivel de escolaridad, indicadores antropométricos, antecedentes médicos y antecedentes alimenticios;
4. información que introduzca mientras usa los servicios en nuestro sistema web;
5. información que se genera mientras usa nuestro sistema web, incluido cuándo, qué tan a menudo y bajo qué circunstancias lo use;

6. información contenida en cualquiera de las comunicaciones que nos envía a través de correo electrónico o de nuestro sitio web, incluido el contenido de la comunicación y metadatos;
7. cualquier otra información personal que nos envíe.

Antes de divulgarnos la información personal de otra persona, primero debe obtener el consentimiento de esa persona, tanto para la divulgación como para el procesamiento de esa información personal de acuerdo con esta política

### **Uso de la información recogida**

Nuestro sistema web emplea la información con el fin de proporcionar el mejor servicio posible. Por lo que la información personal que nos envíe a través de nuestro sistema web será usada con los fines especificados en esta política o en las páginas relevantes del sistema web. Podemos usar su información personal para los siguientes fines:

1. administrar nuestro sistema web;
2. personalizar nuestro sistema web para usted;
3. activar el uso de servicios para nutricionistas disponibles en nuestro sistema web, como son, creación de planes de alimentación, gestión y monitorización de pacientes, entre otros;
4. activar el uso de servicios para pacientes disponibles en nuestro sistema web, como son, control de seguimiento de tratamiento, registro de peso y monitorización de cambios antropométricos, entre otros;
5. dar información estadística a terceros sobre nuestros usuarios (pero esos terceros no podrán identificar a ningún usuario individual con esa información);
6. dar respuesta a las preguntas y quejas suyas o sobre usted, relacionadas con nuestro sistema web;
7. mantener protegido el sistema web y evitar el fraude;
8. verificar el cumplimiento de los términos y condiciones que rigen sobre el uso de nuestro sistema web; y

#### 9. otros usos.

Sin su consentimiento explícito no proporcionaremos su información personal a ningún tercero para su marketing directo o el de otro tercero.

#### **Divulgación de la información recogida**

Podremos divulgar su información personal a cualquiera de nuestros empleados, oficiales, aseguradores, consejeros profesionales, agentes, proveedores o contratistas, como sea razonablemente necesario para los fines descritos en esta política.

Podemos divulgar su información personal:

1. hasta lo que sea requerido por la ley;
2. en relación con cualquier procedimiento legal actual o prospectivo;
3. para establecer, ejercer o defender nuestros derechos legales (incluido proporcionar información personal a otros con el fin de evitar fraudes);
4. al comprador (o comprador prospectivo) de cualquier negocio o activo que estemos vendiendo o estemos contemplando vender; y
5. a cualquier persona que creamos razonablemente que podrá aplicar a una corte o a otra autoridad competente para solicitar la divulgación de esa información personal, y que, bajo nuestra opinión razonable, dicha corte o autoridad tendrá una probabilidad razonable de ordenar la divulgación de dicha información personal.

Con excepción de lo establecido por la ley, no proporcionaremos su información personal a terceros.

#### **Conservación de la información recogida**

Esta sección especifica nuestras políticas y procedimientos de conservación de información personal, diseñadas para ayudar a garantizar que cumplimos con nuestras obligaciones legales con respecto a la conservación y eliminación de información personal.



Ninguna información será eliminada de nuestras bases de datos, esto se debe a que la información:

1. se usará para llevar un registro clínico del nutricionista; y
2. servirá para cualquier procedimiento legal que se necesite.

### **Seguridad de la información recogida**

1. Tomaremos precauciones razonables técnicas y organizacionales para evitar la pérdida, mal uso o alteración de su información personal.
2. Almacenaremos toda la información personal que nos dé en nuestros servidores seguros (protegidos por contraseña).
3. La información personal será cifrada en la base de datos con el algoritmo AES de 128 bits.
4. Usted acepta que la transmisión de información en Internet es inherentemente insegura y que no podemos garantizar la seguridad de los datos enviados a través de Internet.
5. Usted es responsable de mantener de forma confidencial la contraseña que use para acceder a nuestro sitio web, y nosotros no le pediremos su contraseña (exceptuando para iniciar sesión en nuestro sitio web).

### **Enmiendas**

Es posible que actualicemos esta política de vez en cuando al publicar una nueva versión en nuestro sitio web. Usted debe comprobar ocasionalmente esta página para asegurarse de que entiende cualquier cambio a esta política.

### **Sus derechos**

Usted puede solicitarnos que le proporcionemos cualquier información personal que tengamos de usted; la entrega de dicha información estará sujeta a que usted presente evidencia apropiada sobre su identidad (Credencial de elector, licencia de conducir, cédula profesional, cartilla del servicio militar).

Podemos retener información personal que usted nos solicite en la medida de lo permitido por la ley.

## **Cookies**

El sistema no usa cookies para brindar mayor seguridad.

## **6 Pruebas**

Se decidió hacer tres tipos de pruebas: unitarias, de integración y satisfacción. Estas con la finalidad de probar que el sistema funciona que cumpla con los objetivos de esta investigación.

Las pruebas unitarias y de integración fueron realizadas con una báscula Beurer 710 (especificaciones en el anexo 4), una computadora usada como servidor, una computadora usada como cliente y un dispositivo móvil: las características de estos dispositivos son las siguientes:

Características del servidor:

- Procesador Intel Core i5-4570 a 3.20 GHz con 4 núcleos
- Tarjeta Gráfica Nvidia GeForce GT 1030
- Sistema Operativo Ubuntu 16.04 LTS de 64-bit
- RAM 16 Gb

Características de la PC de Prueba:

- Procesador Interl Core-I5-6200U a 2.3 GHz con 4 núcleos
- Sistema operativo Windows 10 de 64-bit
- RAM 12 Gb
- Con Google Chrome

Características del dispositivo móvil de prueba:

- Xiaomi MI 9t PRO
- Procesador 2.84GHz Snapdragon 855 (ocho núcleos)
- RAM 6 Gb
- Sistema Operativo MIUI 10.3.3

## 6.1 Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias se hicieron con base en la técnica “Testeo de Escenario” de la norma ISO/IEC/IEEE 29119-4 de “Pruebas de Software”<sup>25</sup>. Esta técnica nos permite evaluar los casos de uso como si fueran escenarios, llevando una especie de pruebas de caja negra. Para fines prácticos, solo se documentaron las pruebas de la trayectoria principal.

### 6.1.1 CU02 Editar Paciente

Id	PU04
Caso de Prueba	Dar de alta un paciente
Descripción	Se probará que un nutricionista pueda dar de alta a un paciente de acuerdo con la trayectoria principal del caso de uso CU04.
Funcionalidad/Característica	Registro de paciente
Resultado Esperado	Paciente dado de alta en el sistema.
Observaciones	Se cumplió con el resultado esperado

---

1. <sup>25</sup> SO/IEC/IEEE 29119-4:2015 enlace: <https://www.iso.org/standard/60245.html>

Introduzca los datos personales del paciente

Llene los campos requeridos con la información que el paciente proporcione durante la entrevista.

PERSONALES

ANTROPOMÉTRICOS

ANTECEDENTES

DIETÉTICOS

Introduzca la información personal del paciente

Nombre

Josue

Apellidos

Duran

Fecha de Nacimiento

03/19/1995

MASCULINO

Teléfono

57296000

Correo electrónico

jazz@gmail.com

Dirección

Juan de Dios Bátiz s/n Col. Lindavista

SIGUIENTE

Introduzca las medidas antropométricas del paciente

PERSONALES

ANTROPOMÉTRICOS

ANTECEDENTES

DIETÉTICOS

Introduzca las medidas antropométricas del paciente

Peso 3 meses antes (kg)

90

Estatura (m)

1.75

Circunferencia Braquial (cm)

20

Circunferencia Pantorrilla (cm)

15

PREVIOUS

SIGUIENTE

Introduzca los antecedentes del paciente

PERSONALES

ANTROPOMÉTRICOS

ANTECEDENTES

DIETÉTICOS

Introduzca los antecedentes del paciente

NULA

No. Comidas Actuales

3

ESTIMADO DE CONSUMO DIARIO ACTUAL

Proteínas

300

Carbohidratos

400

Lípidos

200

DIFICULTADES PARA COMER

Encías Sensibles

ENFERMEDADES

PREVIOUS

SIGUIENTE

Introduzca los datos para generar el plan alimenticio

PERSONALES

ANTROPOMÉTRICOS

ANTECEDENTES

DIETÉTICOS

Introduzca los datos para generar el plan alimenticio

Comidas al día

3

ALIMENTOS EVITADOS

Duración

2

ALIMENTOS

NORMAL

DISTRIBUCIÓN DE MACRONUTRIENTES

Proteína(18.00%)

Carbohidratos(50.00%)

Lípidos(32.00%)

PREVIOUS

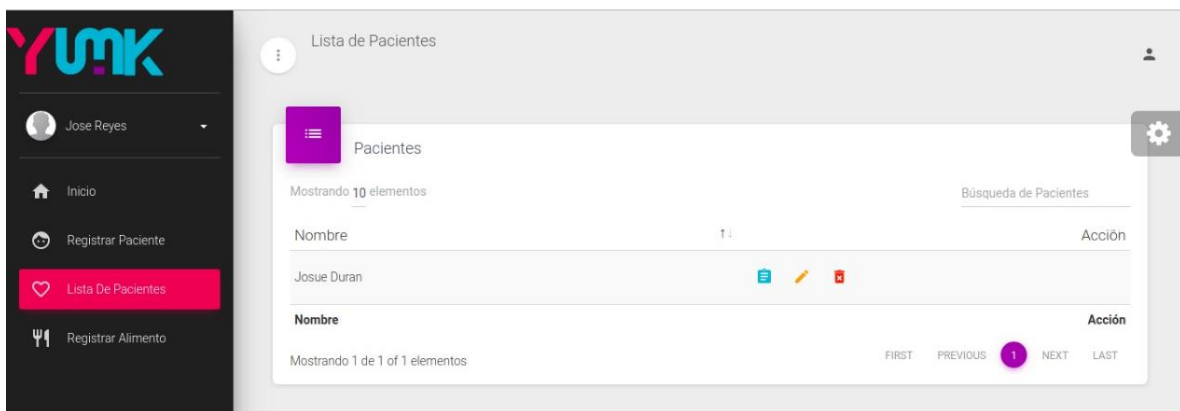
GUARDAR

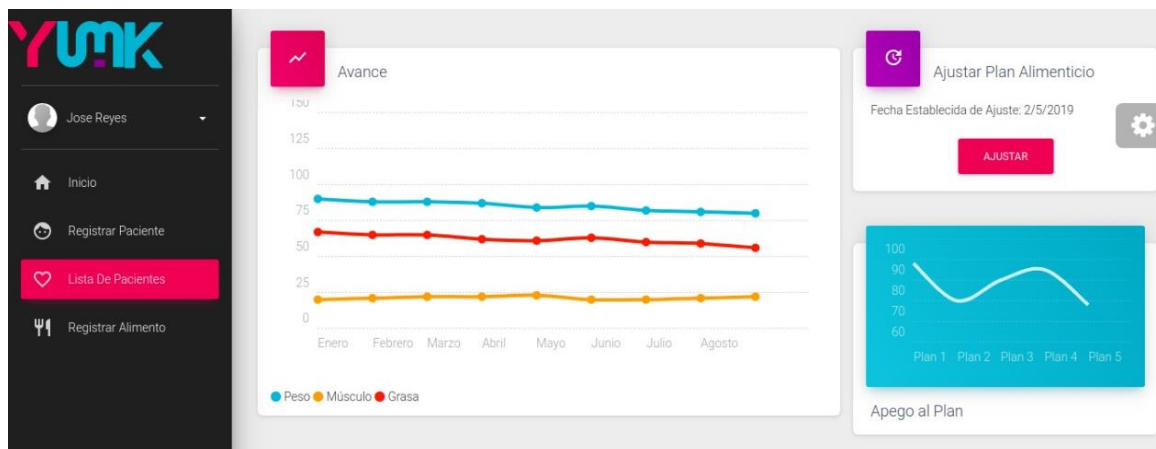
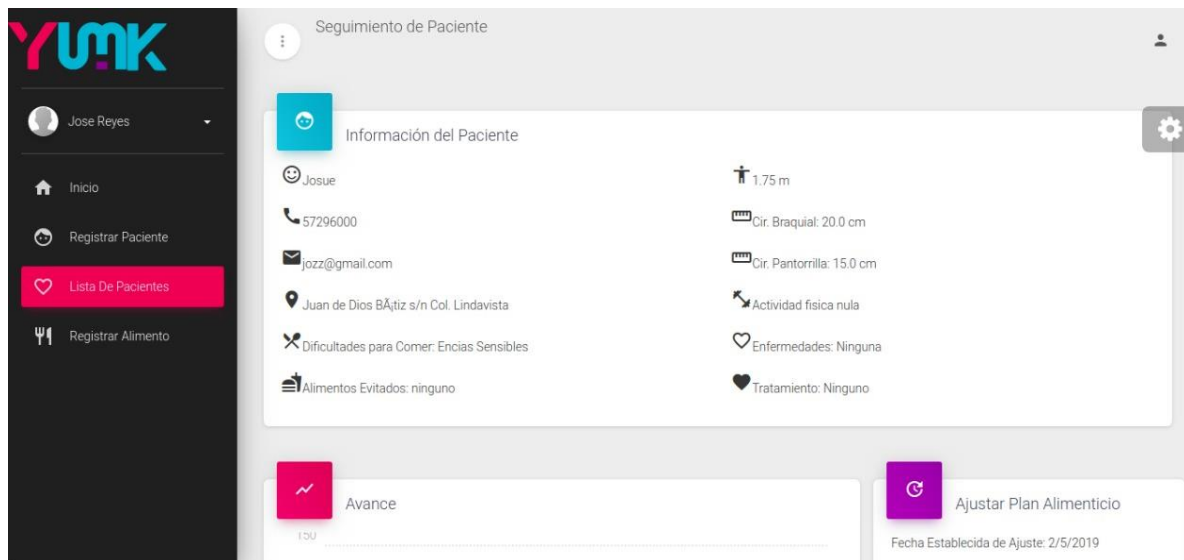
115



### 6.1.2 CU05 Seguimiento a Paciente

Id	PU09
Caso de Prueba	Seguimiento de un paciente
Descripción	Se probará que el sistema despliegue la información del paciente seleccionado, esta información contará de información personal, información del plan alimenticio, así como graficas de seguimiento y avances, de acuerdo con la trayectoria principal del caso de uso CU09.
Funcionalidad/Característica	Seguimiento de un paciente
Resultado Esperado	Pantalla que muestre los datos completos y correspondientes al paciente.
Observaciones	Se cumplió con el resultado esperado, pero los acentos no se muestran de la manera correcta.





### 6.1.3 CU07 Consultar Plan Alimenticio

Id	PU07
Caso de Prueba	Generar plan alimenticio
Descripción	Se probará que el sistema pueda generar un plan alimenticio para el paciente recién registrado, de acuerdo con la trayectoria principal del caso de uso CU07.
Funcionalidad/Característica	Generación de plan alimenticio
Resultado Esperado	Plan alimenticio generado y mostrado para que el nutricionista lo edite o lo acepte.
Observaciones	No muestra los datos de la manera gráfica esperada, se debe corregir el CSS y la manera en que se usa dinámicamente dentro de las funciones de JQuery.

Registro manual de Peso

Peso90

IMC20

GRASA20

Submit

LETS GO

YUMK 2018

YUMK

Jose Reyes

Inicio

Registrar Paciente

Lista De Pacientes

Registrar Alimento

Plan Alimenticio

LUNES

MARTES

MIÉRCOLES

JUEVES

VIERNES

SÁBADO

DOMINGO

Plan Alimenticio Lunes

DESAYUNO

COMIDA

CENA

10:05

1 | Leche entera evaporada | Huevo entero cocido

Agregar Alimentos

ALIMENTOS

Cantidad

Proteína 8 de 10 gramos (80%)

Carbohidratos 8 de 10 gramos (80%)

Lípidos 8 de 10 gramos (80%)

GUARDAR

## 6.2 Pruebas de Integración

### 6.2.1 Prueba de Sesión

Id	PI01
Caso de Prueba	Uso y manejo de sesión web
Descripción	Se probará que la sesión esté creada y validada para todo tipo de usuarios, así como que sea persistente. Se probará iniciando sesión y comprobando su validación en todas las páginas.
Funcionalidad/Característica	Uso y buen manejo de la sesión web
Resultado Esperado	Accesos permitidos según el rol y el inicio de sesión, información correspondiente pasada mediante la sesión.
Resultado Obtenido	Acceso permitido a todo
Observaciones	

118

### 6.2.2 Prueba de Navegación Web

Id	PI02
Caso de Prueba	Prueba de Navegación Web
Descripción	Se probará que la navegación de la aplicación web sea correcta, que no haya links rotos y vaya acorde con los roles.
Funcionalidad/Característica	Navegación Web
Resultado Esperado	Navegación correcta.
Resultado Obtenido	Navegación correcta.
Observaciones	Había links rotos pero se repararon todos

### 6.2.3 Prueba de Navegación Móvil

Id	PI03
Caso de Prueba	Prueba de Navegación Móvil
Descripción	Se probará que la navegación de la aplicación móvil sea correcta, que no haya links rotos y vaya acorde con los roles.
Funcionalidad/Característica	Navegación móvil
Resultado Esperado	Navegación correcta.
Resultado Obtenido	Navegación Correcta
Observaciones	

### 6.2.4 Prueba de Conexión a la BD

Id	PI04
Caso de Prueba	Prueba de Conexión a la BD
Descripción	Se probará que la conexión a la base de datos se realice de manera adecuada, así como que se cierra cada vez que se abra.
Funcionalidad/Característica	Conexión a la BD.
Resultado Esperado	Conexión correcta.
Resultado Obtenido	Conexión Correcta
Observaciones	



## 6.3 Pruebas del Algoritmo Genético

Para evaluar el desempeño del algoritmo genético se tuvieron que realizar distintas pruebas, las cuales se documentarán a continuación.

### 6.3.1 Diversidad de Planes Alimenticios

Para calcular la diversidad de los planes se obtuvieron 6 planes alimenticios con un objetivo de 1000 Calorías, estos planes nos arrojaron resultaos con diversos alimentos, los cuales se contabilizó el número de veces que se repetían en los 6 planes a lo que llamaremos *índice de repetición* del alimento. Posteriormente a calcular los índices de repetición se hizo una suma de éstos según los alimentos que tuviera cada plan, obteniendo el *índice acumulado de repetición*, después se divide 100 entre el índice acumulado y obtenemos el *índice de diversidad*. Por tanto, entre mayor sea el índice mayor será la diversidad. A continuación, se muestra la gráfica con los resultados obtenidos.

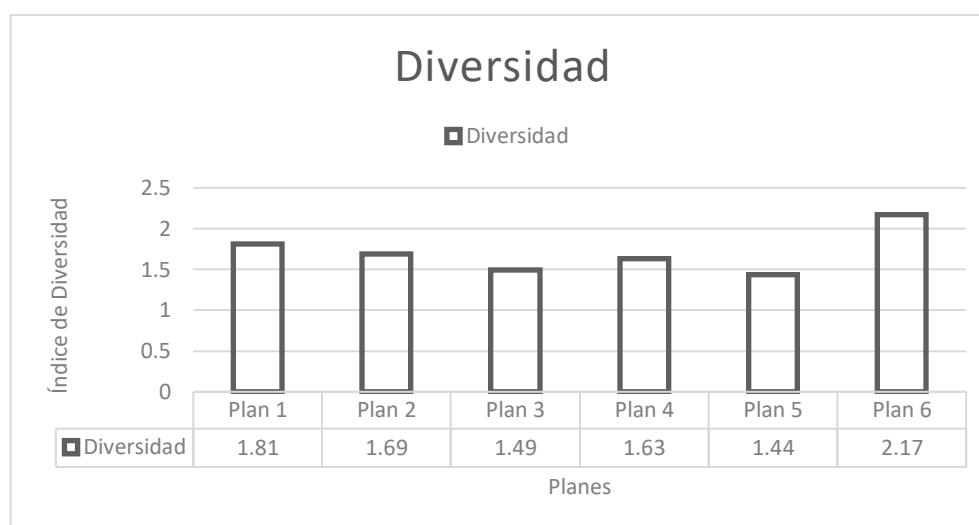


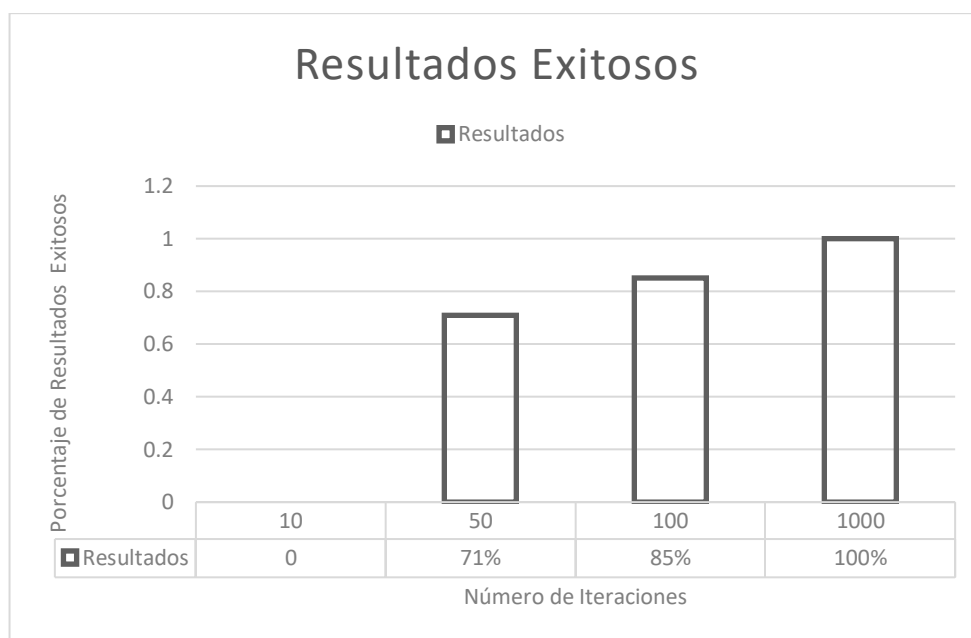
Ilustración 40 Diversidad de la distribución de alimentos en los planes generados

Tomando en cuenta que la media del índice de diversidad es 1 vemos que varía, si se quisiera alcanzar un índice muy alto, los planes alimenticios entrarían en problemas de incongruencia gastronómica.

### 6.3.2 Exactitud de los planes alimenticios según los ciclos de mutación y cruza

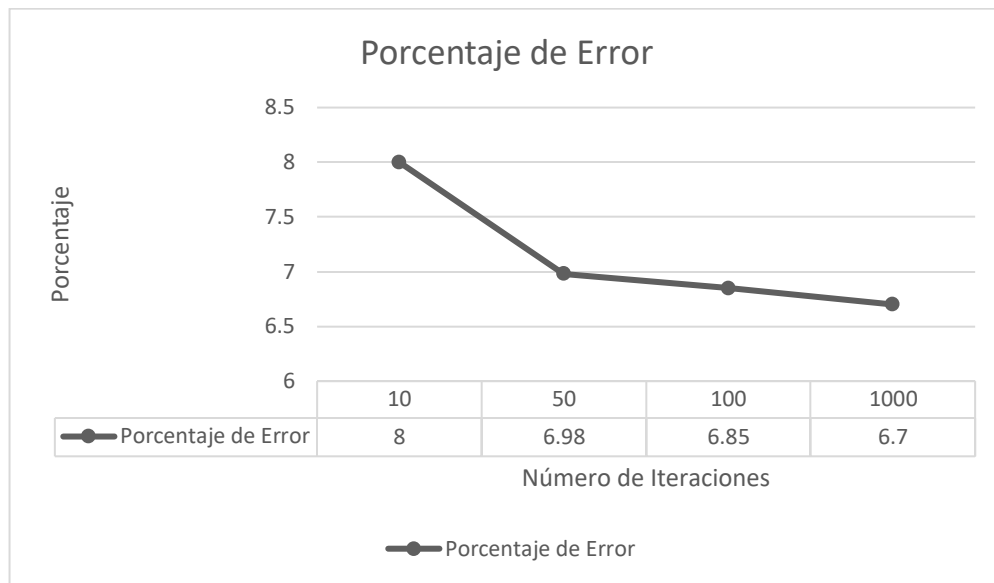
Para ver la influencia de los ciclos de mutación y cruza sobre la exactitud de los planes se realizaron pruebas con variaciones en el número máximo de iteraciones, con una generación de 7 planes por número de iteraciones.

Ya que el algoritmo genético está programado, por recomendación del especialista, para arrojar planes cuyo margen de error solo sea menor al 8%, se revisará el número de casos de éxito según las iteraciones, estos resultados se muestran en la siguiente gráfica.



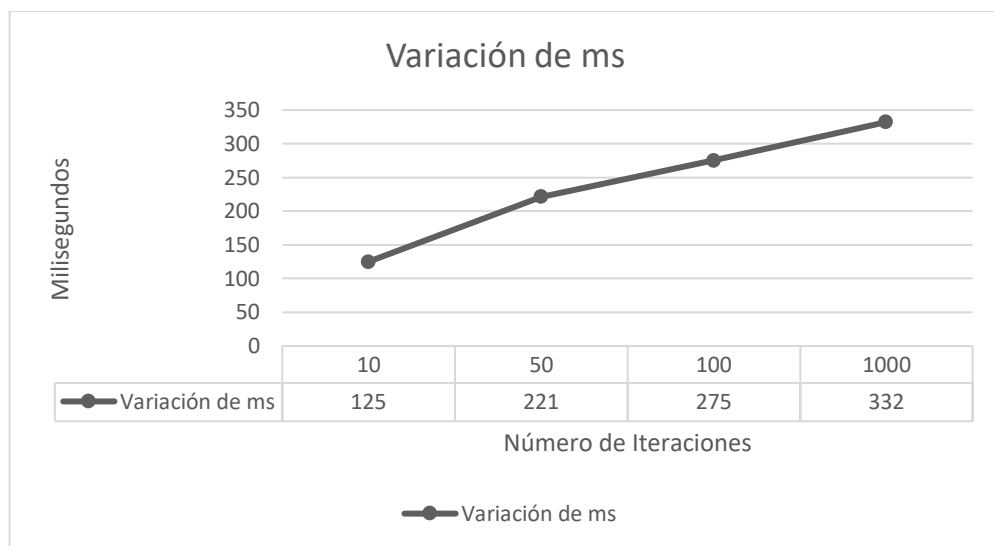
*Ilustración 41 Porcentaje de resultados exitosos con variaciones en las iteraciones de mutación y cruza*

Ahora se analizará la relación del número de iteraciones con respecto al margen de error, para esto se obtuvo un margen de error medio de acuerdo al número de iteraciones, para este ejercicio se tomó el 8% de error para los casos fallidos, los resultados son mostrados en la siguiente tabla.



*Ilustración 42 Porcentaje de error de planes con variaciones en las iteraciones de mutación y cruza*

Otro punto a evaluar es el aumento del tiempo de procesamiento según las iteraciones de la mutación y cruza, así que en la siguiente gráfica se muestra el tiempo que tardó en ejecutar la creación de los 7 planes en cada grupo.

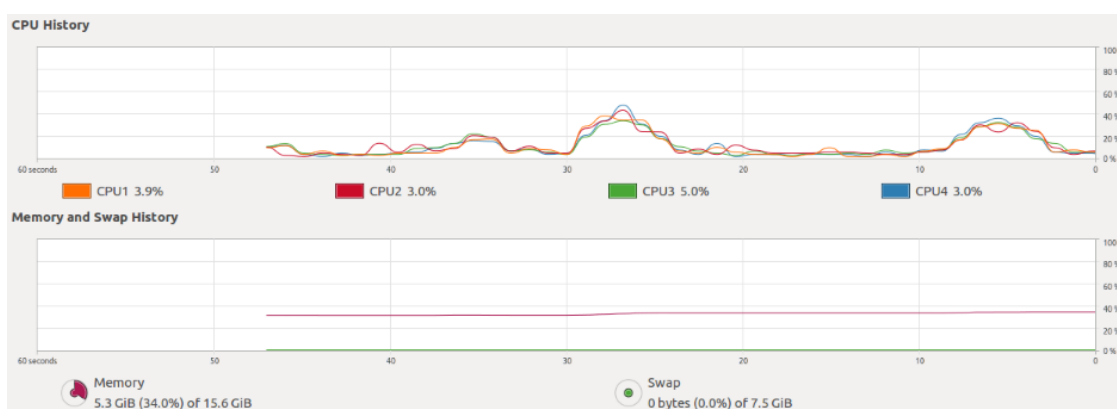


*Ilustración 43 Tiempo de ejecución según variaciones en las iteraciones de mutación y cruza*

Como se puede observar en las gráficas entre más ciclos de mutación y cruza tenga el algoritmo genético, más pequeño será el margen de error, pero costará más tiempo, y por ende recursos, la creación de cada plan alimenticio.

### 6.3.3 Costo computacional

Otro aspecto que se debe medir es el costo computacional que conlleva la ejecución de uno y muchos algoritmos de creación de planes alimenticios, por lo que se ejecutó el sistema para que realizara 2,484 planes de alimentación se midió el uso de procesador y memoria RAM. En la ejecución vemos que se ocupó menos del 50% de capacidad del procesador y solo hubo un incremento del 32% al 35% de la memoria RAM, ya que la memoria era de 16 Gb nos da como resultado que solo se utilizaron cerca de 60 Mb. Como se muestra en las gráficas extraídas del sistema.



*Ilustración 44 Costo computacional de la creación de planes alimenticios*

## 7 Conclusiones

La obesidad y el sobrepeso son problemas que afectan fuertemente a todo el mundo, en especial en México. Si bien un sistema no los puede erradicar o controlar, sí puede ayudar a facilitar el trabajo de nutricionistas y que los pacientes lleven de una mejor manera su tratamiento. Es por eso por lo que estos sistemas deben ser desarrollados de manera multidisciplinaria. Para este proyecto, en específico, se trabajó junto con la Mtra. Ma. Magdalena Sánchez Jesús profesora e investigadora de nutrición de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Se debe tener en cuenta que el desarrollo de un sistema debe satisfacer una necesidad, en este caso, deben establecer una relación entre paciente y un experto, y a su vez, deben de tratar de cubrir el principal problema, que es la deserción en el tratamiento. Este sistema trata de cubrirlo mediante un apoyo al paciente con la flexibilidad de su comida, la reducción de citas presenciales, el monitoreo online por parte del nutricionista y el recordatorio de las comidas. Por otro lado, brindamos ayuda al nutricionista con la generación de planes alimenticios con el uso de algoritmos genéticos, los cuales nos brindan un desempeño óptimo en la creación de dichos planes, una diversidad en la distribución de alimentos y en comparación con otras tecnologías, una manera sencilla desde un inicio, ya que estos no necesitan entrenamiento.

## 8 Trabajo a futuro

Este sistema, como cualquier otro, tiene la posibilidad de crecer en funcionalidad y alcance, es por esto que, después de que el desarrollo y la integración de las funcionalidades, faltantes y ya mencionadas, del sistema se completen, éste podría tener más interfaces de conexión con dispositivos bluetooth desarrolladas, esto con la finalidad de que tenga mayor alcance para el uso de pacientes, ya que cada báscula maneja de manera diferente el formato de envío de datos y el protocolo de conexión bluetooth, por lo que un buen trabajo a futuro sería desarrollar más interfaces compatibles con más marcas de dispositivos. Por otro lado, el sistema podría mejorar en la generación de

planes alimenticios al incluir otros métodos de cálculo calórico o consideraciones para personas que no sean metabólicamente sanas.

## Anexo 1 Información acerca del paciente

Los datos recopilados se basan en el Mini Nutritional Assessment (MNA) de Nestlé Nutrition Institute y la Valoración Global Subjetiva (VGS) de Fresenius Kabi. El MNA y la VGS son herramientas de valoración del estado nutricional que en conjunto conforman la información que el sistema toma en cuenta para realizar dicho análisis. A continuación, se enlistan dichos datos:

- Datos personales: nombre, edad, sexo, fecha de nacimiento, estado civil, escolaridad, ocupación, dirección, teléfono y correo electrónico.
- Indicadores Antropométricos. Peso actual, peso hace 3 meses, la estatura, circunferencia braquial, circunferencia de la pantorrilla, porcentaje de grasa corporal total, la masa libre de grasa, el agua corporal total y el IMC.
- Dificultades Para Alimentarse. Si la respuesta es Sí, señale cuál / cuáles de los siguientes problemas presenta: falta apetito, ganas de vomitar, vómitos, estreñimiento, diarrea, olores desagradables, los alimentos no tienen sabor, sabores desagradables, me siento lleno enseguida, dificultad para tragar, problemas dentales, dolor ¿Dónde?.
- El estimado de macronutrientes que consume el paciente al día (realizado por el nutricionista).
- Actividad cotidiana (último mes)
  - Horas de ejercicio a la semana
- comidas completas toma al día 0,1,2,3...
- Sus preferencias y desagrados por alimentos (listado obtenido por el Sistema Mexicano De Alimentos Equivalentes), alergias y malestares causados por alimentos y el consumo de complementos o suplementos nutrimentales.
- Indicadores Bioquímicos. evaluaciones de proteína somática (excreción urinaria de creatinina) y visceral (albúmina, transferrina, prealbúmina).

- Enfermedades: Sección abierta. A seleccionar de las principales Enfermedades Crónicas No Transmisibles las cuales son las siguientes:
  - Enfermedades cardiovasculares (por ejemplo, los infartos de miocardio o accidentes cerebrovasculares);
  - Cáncer; las enfermedades respiratorias crónicas (por ejemplo, la neumopatía obstructiva crónica o el asma);
  - Y la diabetes
- Tratamientos Actuales: Sección abierta

El sistema conocerá el estado nutricional del individuo, y saber si la persona es candidato para generar su plan alimenticio.

## Anexo 2 Equivalencia de kilocalorías a Macronutrientes

Energía (Kilocalorías)	Macronutrientes (g)
4	Hidratos de Carbono
4	Proteínas
9	Lípidos

## Anexo 3 Alimentos Recomendados

A continuación, se presentan las diferentes comidas y las categorías de los alimentos que el paciente debe de consumir en cada comida en un plan de alimentación bajo en hidratos de carbono simples, proteínas, sodio y potasio recomendada para pacientes con sobrepeso u obesidad.

Tipo de comida	
Desayuno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leche</li> <li>• Carne</li> <li>• Cereales</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lípidos</li> <li>• Frutas</li> </ul>
Comida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carne</li> <li>• Cereales</li> <li>• Verduras</li> <li>• Frutas</li> <li>• Lípidos</li> </ul>
Cena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leche</li> <li>• Carne</li> <li>• Cereales</li> <li>• Lípidos</li> <li>• Frutas</li> </ul>

A continuación, se presentan las categorías, los alimentos y las cantidades que representa una ración de cada uno de ellos.

Categoría	Alimento	Cantidad
Leche	Leche entera líquida	240 ml
	Leche entera evaporada	120 ml
	Jocoque	240 ml
	Yogurt natural	240 ml
Carnes*	Clara de huevo	2 piezas
	Huevo entero	1 pieza
	Pescado fresco	30 g
	Pollo	30 g
	Res, ternera	30 g
	Queso fresco	30 g



	Queso cotage	2 cucharadas
	Queso panela	30 g
	Requesón	2 cucharadas
Lípidos	Aceite de algodón	1 cucharadita o 5 g
	Aceite de maíz	1 cucharadita o 5 g
	Aceite de soya	1 cucharadita o 5 g
	Aceite de girasol	1 cucharadita o 5 g
	Aceite de cártamo	1 cucharadita o 5 g
	Margarina sin sal	1 cucharadita o 5 g
Cereales	Arroz cocido	65g o ½ taza
	Tortillas de maíz	30g o 1 pieza mediana
	Avena cocida	100g o ½ taza
	Pasta cocida	60g o ½ taza
	Bolillo sin migajón	½ pieza
	Maicena	20g o 2 cucharadas
	Galletas marías	20g o 4 piezas
	Pan de caja	25g o 1 rebanada
	Hojuelas de maíz	30g o ¾ taza
	Arroz inflado	18g o ½ taza
Verduras contenido bajo en potasio	Cilantro	1 taza al día
	Cebolla	1 taza al día
	Pimiento	1 taza al día
	Poro	1 taza al día
	Chayote	1 taza al día
	Chilacayote	1 taza al día
	Chile poblano	1 taza al día
Verduras contenido medio de potasio:	Jitomate	½ taza al día
	Pepino	½ taza al día
	Brócoli	½ taza al día

	Berenjena	½ taza al día
	Flor de calabaza	½ taza al día
	Coliflor	½ taza al día
	Tomate	½ taza al día
	Elotes	½ taza al día
Verduras contenido alto de potasio:	Acelgas	No consumir
	Romeritos	No consumir
	Verdolagas	No consumir
	Rábanos	No consumir
	Lechuga	No consumir
	Espinacas	No consumir
	Alcachofas	No consumir
	Col	No consumir
	Apio	No consumir
	Hongos	No consumir
	papas	No consumir
	Camote	No consumir
Leguminosas contenido alto de potasio:	Frijol	No consumir
	Soya	No consumir
	Haba seca	No consumir
	Lentejas	No consumir
	Alverjón	No consumir
	Garbanzo	No consumir
	Alubias	No consumir

Las carnes deberán ser magras, sin piel, huesos o espinas. Puede consumir dos o tres huevos por semana, ya sea solos o combinados en alguna preparación. El peso está reportado en cocido.

## Anexo 5 Características de la báscula

Denominación del producto	Báscula diagnóstica Beurer 710
Connect	Sí
5 grados de actividad	Sí
Pilas	3 pilas de 1,5 V AAA
Posiciones de memoria de usuarios	8
Beurer Connect	Sí
Cálculo del IMC	Sí
Mecanismo de encendido	Quick-Start
Electrodos	De acero inoxidable cepillado
Tamaño de la superficie de pesaje en cm	30 x 30
Calorías_AMR	Sí
Calorías_BMR	Sí
Masa ósea	Sí
Compatible a partir de	iOS 10.0 y Android™ 5.0, a partir de Bluetooth® 4.0
Indicación de grasa corporal	Sí
Indicación de agua corporal	Sí
Posiciones de memoria de valores de medición	30
Indicación de la masa muscular	Sí
Dimensiones del producto en cm	30 x 30 x 2,3
Capacidad de carga/precisión	180 kg / 100 g
Indicador de tendencias	En app
Superficie de vidrio de seguridad	Sí
Transmisión con	Bluetooth®
Cambio	kg/lb/st
Tamaño de los números en mm	23

CE	Sí
Garantía en años (Para obtener información sobre la garantía, consulte las instrucciones de uso.)	5
EAN	4211125749347
Número de artículo	74934

## 9 Glosario

OMS: Organización mundial de la salud cuyo objetivo es construir un futuro mejor y más saludable para las personas de todo el mundo. Dedicada a luchar contra las enfermedades, ya sean infecciosas, como la gripe y la infección por el VIH, o no transmisibles, como el cáncer y las cardiopatías. <https://www.who.int/about/es/>

ENT: Las enfermedades no transmisibles (ENT) o crónicas son afecciones de larga duración con una progresión generalmente lenta. Entre ellas destacan: las enfermedades cardiovasculares (por ejemplo, los infartos de miocardio o accidentes cerebrovasculares); el cáncer; las enfermedades respiratorias crónicas (por ejemplo, la neumopatía obstructiva crónica o el asma); y la diabetes. [http://www.who.int/topics/noncommunicable\\_diseases/es/](http://www.who.int/topics/noncommunicable_diseases/es/)

Nutrición: La nutrición es la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo. Una buena nutrición (una dieta suficiente y equilibrada combinada con el ejercicio físico regular) es un elemento fundamental de la buena salud. Una mala nutrición puede reducir la inmunidad, aumentar la vulnerabilidad a las enfermedades, alterar el desarrollo físico y mental, y reducir la productividad. <http://www.who.int/topics/nutrition/es/>

Plan nutricional: Estrategia destinada a asegurar una adecuada disponibilidad, consumo y utilización biológica de los alimentos a fin de satisfacer las necesidades alimentarias y nutricionales de un individuo o población.

Nutriólogo: El nutriólogo es aquella persona que es un Licenciado en Nutrición. El Licenciado en Nutrición es un profesional capaz de brindar atención nutricional a individuos sanos, en riesgo o enfermos, así como a grupos de los diferentes sectores de la sociedad; de administrar servicios y programas de alimentación y nutrición; de proponer, innovar y mejorar la calidad nutrimental y sanitaria de productos alimenticios. <http://ammfen.mx/campos-profesionales.aspx>

**Bariatra:** Un bariatra es un médico que se especializa en tratar la obesidad. A las personas cuyo exceso de peso ya les resulta difícil de manejar por sus propios medios, se les recomienda acudir con un especialista en bariatría, quien tomando en cuenta las características particulares del paciente, podrá definir un plan para la pérdida de peso, el cual puede contemplar desde dieta específica, terapia conductual, uso de medicamentos, hasta procedimientos quirúrgicos conocidos como "cirugías bariátricas", donde se pueden usar diversas técnicas como la manga gástrica o el bypass gástrico, que son las cirugías más realizadas en la actualidad, siempre y cuando el paciente sea candidato a un procedimiento de este tipo. <http://www.hsj.com.mx/articulos/%C2%BFcuando-es-momento-de-visitar-a-un-bariatra.aspx>

**Diabetes mellitus:** La diabetes mellitus es un padecimiento que está asociado a estilos de vida poco saludables (obesidad y/o sobrepeso; vida sedentaria y alimentación rica en azúcares y grasas) y a la predisposición por factores genéticos (padres o hermanos con el padecimiento). <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/diabetes-mellitus>

**Hipertensión arterial:** La hipertensión arterial es una enfermedad crónica en la que aumenta la presión con la que el corazón bombea sangre a las arterias, para que circule por todo el cuerpo. El sobrepeso y la obesidad pueden aumentar la presión arterial, sube los niveles de glucosa en la sangre, colesterol, triglicéridos y ácido úrico, lo que dificulta que la sangre fluya por el organismo. <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/hipertension-arterial>

**Hipercolesterolemia:** La hipercolesterolemia es el aumento de colesterol (un tipo de grasa) en la sangre por encima de los valores considerados como normales. <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/colesterol-elevado>

**Sistema endocrino:** El sistema endócrino se encarga de los procesos corporales que se producen lentamente, como el crecimiento celular. Los procesos más rápidos, como la respiración y los movimientos corporales, son controlados por el sistema nervioso. Sin embargo, si bien el sistema nervioso y el sistema endócrino son sistemas

independientes, suelen trabajar juntos para ayudar al cuerpo a funcionar de manera adecuada. <https://kidshealth.org/es/parents/endocrine-esp.html>

**Síndrome metabólico:** El síndrome metabólico es una condición patológica asociada a resistencia a la insulina que es capaz de triplicar el riesgo de mortalidad cardiovascular. [http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista\\_medica/article/viewFile/626/1118](http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/viewFile/626/1118)

**Química sanguínea:** Es un grupo de pruebas químicas realizadas en la sangre que le proporciona información necesaria al médico para que pueda evaluar el estado metabólico y funcional del organismo, mediante el análisis de 35 analitos presentes en la sangre:

- Ácido úrico
- Albúmina
- Fosfata alcalina total
- Bilirrubina directa
- Bilirrubina indirecta
- Bilirrubina total
- Calcio
- Captación de hierro
- Cloro
- Colesterol
- Colesterol HDL
- Colesterol LDL
- Colesterol no-HDL
- Creatinina
- Fósforo
- Gama glutamil transpeptidasa
- Globulinas
- Glucosa
- Hierro
- Índice aterogénico
  
- Inmunoglobulina A
- Inmunoglobulina G
- Inmunoglobulina M
- LDH
- Magnesio en sangre

- Nitrógeno de urea en sangre (BUN)
- Porcentaje de saturación de hierro
- Potasio
- Proteína C reactiva ultrasensible
- Proteínas totales
- Relación A/G
- Relación BUN/creat
- Sodio
- TGO (AST)
- TGP (ALT)
- Triglicéridos
- UIBC
- Urea
- VLDL colesterol

<https://www.chopo.com.mx/estudios/super-quimica-de-35-elementos/>

Análisis general de orina: El **Examen General de Orina** también llamado urianálisis, consta de un conjunto de pruebas que detectan y miden distintos componentes eliminados por los riñones en la orina, como células, bacterias y fragmentos celulares.

<https://www.chopo.com.mx/estudios/examen-general-de-orina/>

## 10 Bibliografía

Alicante, U. d. (19 de 11 de 2018). *Modelo Vista Controlador (MVC)*. Obtenido de Servicio de Informática : <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>

Azcona, Á. C. (03 de 09 de 2018). *Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia*. Obtenido de Universidad Complutense de Madrid: <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>

Coello, D. C. (2017). *Introducción a la Computacion Evolutiva*. CDMX: CINVESTAV-IPN.

Diabetes, F. p. (15 de 09 de 2018). *Contador de Calorías FatSecret*. Obtenido de Fundación para la Diabetes: <https://www.fundaciondiabetes.org/general/material/98/contador-de-calorias-fatsecret>



Estratégica, G. d. (07 de Marzo de 2016). *Información nutricional 2016*. Obtenido de Empresa de investigación e Imagen Pública: [http://gabinete.mx/wp-content/uploads/infografias/reportes/2016/rep\\_informacion\\_nutricional\\_2016.pdf](http://gabinete.mx/wp-content/uploads/infografias/reportes/2016/rep_informacion_nutricional_2016.pdf)

FAO. (30 de 08 de 2018). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de Capítulo 9 Macronutrientes: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0d.htm>

FAO. (30 de 08 de 2018). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de Parte I: Causas de la malnutrición: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s05.htm#bm05.1x>

Google. (11 de 11 de 2018). *Guide to app Architecture*. Obtenido de android developers: [https://developer.android.com/jetpack/docs/guide#top\\_of\\_page](https://developer.android.com/jetpack/docs/guide#top_of_page)

in, N. (15 de 09 de 2018). *Nutrein Software de Nutrición gratis*. Obtenido de Monitor Nutricional: <https://www.monitornutricional.com/nutrein-software-de-nutricion-gratis/>

MyFitnessPal. (15 de 09 de 2018). *MyFitnessPal*. Obtenido de MyFitnessPal: <https://www.myfitnesspal.com/es/>

Nutricional, M. (15 de 09 de 2018). *Monitor Nutricional*. Obtenido de Software para nutriólogos que aumenta la conciencia de tus pacientes: <https://www.monitornutricional.com/>

-Nutrition, A. (15 de 09 de 2018). *AZ Nutrition*. Obtenido de Software de Nutrición: <https://www.aznutrition-oficial.com/>

OMS. (1 de Junio de 2018). *Enfermedades no transmitibles*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

OMS. (16 de Febrero de 2018). *Obesidad y Sobrepeso*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Publishing, O. (05 de 09 de 2017). *“Overweight and obesity among adults”*. Obtenido de in Health at a Glance 2017: OECD Indicators: [http://dx.doi.org/10.1787/health\\_glance-2017-21-en](http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2017-21-en)

Secretaria\_De\_Salud. (24 de Julio de 2018). *Sobrepeso y Obesidad, factores de riesgo para desarrollar Diabetes*. Obtenido de Secretaría de Salud | Gobierno Federal:

<https://www.gob.mx/salud/articulos/sobrepeso-y-obesidad-factores-de-riesgos-para-desarrollar-diabetes?idiom=es>

Sommerville, I. (2018). *Ingeniería de Software*. España: Universidad de Alicante.

Sotomayor, G. (11 de Octubre de 2017). *México, líder en obesidad en América Latina: OMS*.  
Obtenido de Alianza por la Salud Alimentaria : <http://alianzasalud.org.mx/2017/10/mexico-lider-en-obesidad-en-america-latina-oms/>

Universidad Complutense de Madrid. (02 de 09 de 2018). *Manual de Nutrición y Dietética*.  
Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-4-energia.pdf>