

Original Research / Artículo original - Tipo 1

# Android mobile application for monitoring and recording human nutritional status implemented in a free hardware platform

Faiber Ignacio Robayo B., MSc. / faiber.robayo@usco.edu.co

Jhon Alexander Neira / u2008276911@usco.edu.co

Martín Adolfo Vásquez / u2007269697@usco.edu.co

Universidad Surcolombiana, Neiva-Colombia

**ABSTRACT** This work consists of the real-time measurement of anthropometric variables, such as weight, by means of a digital scale, and height, by means of an ultrasonic sensor HC-SR04; these data are read by an Arduino Nano card and sent through an HC-05 Bluetooth module to the Android mobile operating system, which has an application where the values are processed. The mobile application uses the received variables and other data that the user enters, calculates the BMI (body mass index), the ideal weight, and, according to the result, creates a personal record of weight and nutritional status to be stored in a database each time the user chooses a new control. In addition, the data accumulated over time can be viewed in a web page that contains dynamic graphs of the evolution of the user's body weight and baseline nutritional status. This project helps to create awareness among the population about the risks to health of being overweight, obese or lean.

**KEYWORDS** BMI; anthropometric; ultrasonic; Bluetooth; Arduino; nutritional status

Aplicación móvil Android para monitoreo y registro del estado nutricional humano implementada en plataforma de hardware libre.

**RESUMEN** Este trabajo consiste en la medición en tiempo real de variables antropométricas como el peso, por medio de una báscula digital, y la estatura, por medio de un sensor ultrasónico HC-SR04; Los datos obtenidos son leídos por una tarjeta Arduino Nano y enviados a través de un módulo *Bluetooth* HC-05 hacia UN dispositivo móvil con sistema operativo Android, el cual dispone de la aplicación donde se procesan los datos. La aplicación móvil utiliza las variables recibidas, junto con otros datos que el usuario introduce y calcula el IMC (Índice de Masa Corporal), el peso ideal y, de acuerdo con el resultado, crea un registro personal del peso y el estado nutricional, información que se va almacenando en una base de datos cada vez que el usuario se toma un nuevo control. Los datos acumulados con el transcurso del tiempo se pueden ver en una página web que contiene las gráficas dinámicas de la evolución del usuario respecto de su peso corporal y estado nutricional inicial. Este proyecto ayuda a crear conciencia en la población acerca de los riesgos que implica para la salud el sobrepeso, la obesidad y la delgadez excesiva.

**PALABRAS CLAVE** IMC; antropométricas; ultrasónico; Bluetooth; Arduino; estado nutricional.

Aplicação móvel Android para monitoramento e registro do estado nutricional humano implementada em plataforma de hardware livre.

**RESUMO** Este trabalho consiste na medição em tempo real das variáveis antropométricas, como o peso, por meio de uma balança digital, e a altura, por meio de um sensor ultrassônico HC-SR04; Os dados obtidos são lidos por uma placa Arduino Nano e enviados através de um módulo *Bluetooth* HC-05 para um dispositivo móvel com sistema operacional Android, que deverá ter a aplicação onde os dados irão ser processados. A aplicação móvel utiliza as variáveis recebidas, juntamente com outros dados que o usuário introduz, e calcula o IMC (Índice de Massa Corporal), o peso ideal e, de acordo com o resultado, cria um registro pessoal do peso e do estado nutricional, informações a ser armazenadas numa base de dados cada vez que o utilizador faz um novo controlo. Os dados acumulados ao longo do tempo podem ser vistos em uma página web que contém as gráficas dinâmicas da evolução do usuário relativamente ao seu peso corporal e estado nutricional inicial. Este projeto ajuda a criar consciência entre a população sobre os riscos para a saúde do excesso de peso, a obesidade e a magreza excessiva.

**PALAVRAS-CHAVE** IMC; antropométricas; Ultrassônico; *Bluetooth*; Arduino; estado nutricional.

## I. Introduction

Being overweight and obese are the fifth leading risk factors for the cause of death in the world. Every year, at least 2.8 million adults die due to these factors. In addition, 44% of the burden of diabetes, 23% of the burden of ischemic heart disease and between 7% and 41% of the burden of some cancers are attributable to being overweight and obesity (OMS, 2015). In 1900, pneumonia, influenza and tuberculosis were three of the four leading causes of death. However, in 1988 the three leading causes of death were heart disease, fulminant diseases and cancer, diseases that are partly due to the behavior and lifestyle of the subject (Oblitas, 2006a). Life expectancy has increased significantly as a result of improvements in public health and medical care (Heman & Oblitas, 2005). Undertaking regular physical activity is the most appropriate way to prevent the onset of the major physical and psychological pathologies that affect developed society. It is also useful in reducing the degree of severity when the subject already has the disease (Oblitas, 2006b; 2006c).

Nutrition is the biological process in which organisms assimilate the food and fluids necessary for the operation, growth and maintenance of their vital functions (Ruiz & Rodríguez, s.f). Systematically taking basic anthropometric measurements, such as weight and height, enables the determination of the Body Mass Index (BMI) or Quetelet index, one of the most used tools in the nutritional assessment of outpatients by consultants. It is a good indicator of a person's energy reservoirs, defines excess weight, obesity and malnutrition in adults (Cerdeña-Dejeas & Klaassen, 2001).

Medical applications for patients turn the cell phone into a valuable "health assistant", which, among many other utilities, keeps a record of personal health (physical activity level, blood glucose level, blood pressure level) and calculates the number of calories in a presented dish. A study developed by Feinberg School of Medicine at Northwestern University (October, 2007 - September 2010), scientists proved that the applications that monitor calories and physical activity help weight loss. Using an application to count calories on a phone, improves weight loss in the short term when used in conjunction with a program of weight loss under the direction of a physician, according to a report published by the specialized journal Archives of Internal Medicine (Otra herramienta..., 2013).

## I. Introducción

El sobrepeso y la obesidad corresponden al quinto factor principal de riesgo de defunción en el mundo. Cada año fallecen, por lo menos, 2,8 millones de personas adultas como consecuencia de ellos. Además, 44% de la carga de diabetes, 23% de la carga de cardiopatías isquémicas, y entre 7% y 41% de la carga de algunos tipos de cáncer, son atribuibles al sobrepeso y la obesidad (OMS, 2015). En 1900, la neumonía, la gripe y la tuberculosis eran tres de las cuatro principales causas de muerte; en 1988, las tres principales causas de muerte fueron la enfermedad coronaria, los ataques fulminantes y el cáncer, dolencias que se deben, en parte a la conducta y el estilo de vida del sujeto (Oblitas, 2006a). Las expectativas de vida se han incrementado notablemente como consecuencia de las mejoras en la salud pública y en el cuidado médico (Heman & Oblitas, 2005). Realizar una actividad física de modo regular es el medio más adecuado para prevenir el comienzo de las principales patologías físicas y psicológicas que afectan a la sociedad desarrollada; también es útil para atenuar el grado de severidad cuando el sujeto ya presenta la enfermedad (Oblitas, 2006b; 2006c).

La nutrición es el proceso biológico por el cual los organismos asimilan los alimentos y líquidos necesarios para su funcionamiento y crecimiento, y para el mantenimiento de sus funciones vitales (Ruiz & Rodríguez, s.f). La toma sistemática de medidas antropométricas sencillas, como el peso y la talla, permite determinar el Índice de Masa Corporal [IMC] o Índice de Quetelet, uno de los más utilizados en la valoración nutricional del paciente en consulta ambulatoria, y un buen indicador de reserva energética de un individuo, en la medida en que define sobrepeso, obesidad y desnutrición en el adulto (Cerdeña-Dejeas & Klaassen, 2001).

Las aplicaciones médicas para pacientes convierten al teléfono celular en un valioso "asistente sanitario", en el cual es posible llevar un registro de la salud personal –nivel de actividad física, valores de glucemia, cifras de tensión arterial– o calcular cuántas calorías contiene el plato que tiene enfrente, entre muchísimas otras utilidades. En un estudio realizado por la Escuela de Medicina Feinberg de la Universidad de Northwestern, entre octubre de 2007 y setiembre de 2010, científicos probaron que las aplicaciones que monitorean las calorías y la actividad física ayudan con la pérdida de peso. Usar una aplicación para contabilizar calorías en el celular, mejora la pérdida de peso de corto plazo, cuando se usa junto con un programa de pérdida de peso dirigido por un médico, de acuerdo con un informe publicado por Archives of Internal Medicine (Otra herramienta..., 2013).

El presente trabajo pretende aprovechar la versatilidad de los dispositivos móviles para desarrollar una interfaz adecuada y de fácil manejo para el usuario, que permita monitorear y registrar ciertos signos de insuficiencia nutricional o sobrepeso, a través de la transmisión, vía Bluetooth, de los datos del peso y estatura provenientes de una báscula electrónica y un sistema ultrasónico de medición de estatura, hacia la aplicación. Además la aplicación móvil almacena cada registro para permitir

la posterior observación, a través de gráficos estadísticos, del comportamiento evolutivo del peso; de esta manera el usuario puede estar más al tanto de su salud y llevar un mejor control de su base alimenticia. No obstante, no se pretende que el individuo deje de asistir a un control médico ni deje de realizar ejercicio físico, sino que, por el contrario, dicha información sirva para que el médico o el nutricionista puedan tener un mejor registro del estado de salud y logren llevar un mejor control de posibles enfermedades que lleguen a aparecer o puedan llegar a desarrollarse.

## II. Metodología

El proyecto desarrollado permite la medición y el registro del peso corporal y la estatura, y el monitoreo estadístico del estado nutricional del usuario a través de gráficas dinámicas que muestran la variación del peso corporal a lo largo del tiempo. El desarrollo se compone de: una parte hardware, constituida por un módulo para medición de estatura, un módulo para medición del peso corporal, y un módulo de lectura y transmisión de los datos vía Bluetooth; y una parte software, centrada en el procesamiento de los datos por medio de una aplicación móvil programada para teléfonos con sistema operativo Android. Los diferentes módulos del sistema se muestran en la FIGURA 1.

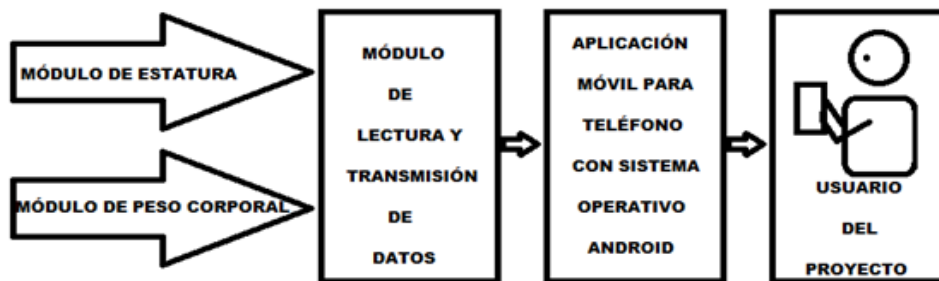


Figure 1. Blocks diagram of the system / Figura 1. Diagrama de bloques del sistema

### 2.1 Módulo de estatura

El sensor HC-SR04 es el encargado de detectar la presencia de la persona y calcular su estatura (FIGURA 2A). Es un sensor ultrasónico de bajo costo que no solo puede detectar si un objeto se presenta, como un sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*), sino que también puede sentir y transmitir la distancia al objeto; ofrece una excelente detección sin contacto (remota) con elevada precisión y lecturas estables, en un formato fácil de usar (Itead Studio, 2010). Se toma como referencia la temperatura promedio ambiente (25°C) del territorio colombiano, para calcular la velocidad del sonido en el aire mediante la expresión matemática de la velocidad del sonido según la temperatura (ECUACIÓN 1).

$$V = (331.4 + 0.6T_c) \quad (1)$$

donde:

V es la velocidad del sonido en el aire en m/s.

T<sub>c</sub> es la temperatura en °C.

Resolviendo esta ecuación con la temperatura promedio to-

This work aims to harness the versatility of mobile devices to develop an interface that is appropriate, efficient and easy to use for the user, and which allows some signs of nutritional deficiency or excess weight to be monitored and recorded through Bluetooth transmission of weight and height data from an electronic scale and an ultrasonic height measuring system to the application. Besides, the mobile application stores each record in order to observe, using statistical charts, the evolutionary behavior of the user's weight. In this way, the user is made more aware of their health and can keep better track of their food base. However, it is not intended that the individual ceases medical supervision or stops taking physical exercise, but instead that such information helps the doctor or dietitian to have a better record of health and achieve better control of possible diseases that could arise or develop.

## II. Methodology

The project developed allows the measurement and recording of body weight and height, plus the statistical monitoring of the nutritional status of the user through dynamic graphs that show the variance of body weight over time. The development consists of hardware comprising a height measurement module, a body weight measurement module, and a module for reading and transmitting data via Bluetooth, and software focused on data processing by means of a mobile application programmed for phones with the Android operating system. FIGURE 1 shows the system modules.

### 2.1 Height module

The HC-SR04 sensor is responsible for detecting the presence of the person and calculates his height (FIGURE 2A). It is a low-cost ultrasonic sensor that can detect not only if an object is present, as does a PIR (passive infrared) sensor, but can also feel and transmit the distance to the object. It provides excellent contactless detection (remote) with high accuracy and stable readings in a user-friendly format (Itead Studio, 2010). The average ambient temperature of Colombia (25°C) is taken as the reference in calculating the speed of sound in the air by the mathematical expression of the speed of sound ac-

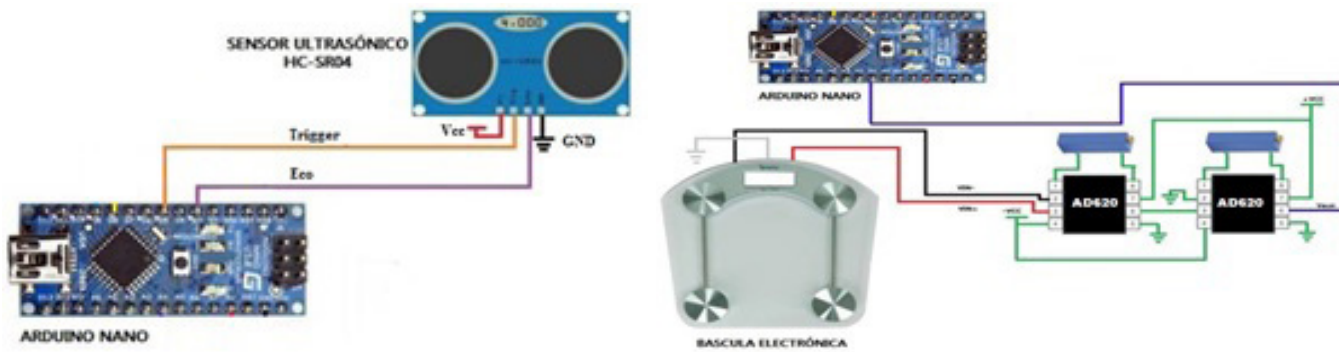


Figure 2. Modules: Height (a) and body mass (b) / Figura 2. Módulos: Estatura (a), Masa corporal (b)

ording to the temperature:

$$V = (331.4 + 0.6T_c) \quad (1)$$

where:

V : speed of sound in the air (m/s).

T<sub>c</sub> : temperature (°C).

Solving this equation using the average temperature as the reference, the speed of sound (346.4 m/s) is obtained. Based on this datum the time that the ultrasonic wave (wave of 40 KHz) takes going to and coming from the sensor is calculated; this serves as the reference to calculate the distance to the object of interest, using the following formula provided by the HC-SR0410 datasheet:

$$X = (1/2) * t * v \quad (2)$$

where:

x : distance between sensor and object to be measured.

t : time (seconds).

v : speed of sound (m/s).

## 2.2 Body mass module

A commercial digital electronic scale is responsible for determining the body weight of the person (Figure 2b). It has an LCD display of 73x28 mm, capacity of up to 150 Kg, auto power and a 3V battery. Since the transmission of the data displayed by the scale is necessary for the project development, it is essential to obtain the electrical signals corresponding to the values printed on the LCD. To achieve this, the electronic card already incorporated in the scale is manipulated in order to extract the signal returning from the four gauges when they are subjected to a certain weight.

Measurements taken for different values of weight with their respective voltage levels are presented in **TABLE 1**.

mada como referencia, se obtiene que la velocidad del sonido es de 346,4 m/s. Con base en este dato se calcula el tiempo que tarda en ir y llegar la onda ultrasónica (onda de 40 KHz) al sensor; que sirve como referencia para calcular la distancia a la que se encuentra el objeto de interés, usando la fórmula suministrada por el datasheet del HC-SR0410 (ver **ECUACIÓN 2**).

$$X = (1/2) * t * v \quad (2)$$

donde:

x es la distancia desde el sensor hacia el objeto que se quiere medir.

t es el tiempo en segundos.

v es la velocidad del sonido en m/s.

## 2.2 Módulo de masa corporal

Una báscula electrónica digital comercial es la encargada de determinar el peso corporal de la persona (Figura 2b). Posee una pantalla LCD de 73x28 mm; tiene capacidad de hasta 150 Kg, autoencendido y dispone de una batería de 3V. Dado que para el desarrollo del proyecto es necesaria la transmisión de los datos mostrados por la báscula, se hace indispensable obtener las señales eléctricas correspondientes a los valores que se imprimían en el LCD. Para lograr esto se procede a manipular la tarjeta electrónica que trae incorporada la báscula con el objetivo de extraer la señal que arrojan las cuatro galgas cuando son sometidas a un determinado peso.

En la **TABLA 1** se presentan las mediciones realizadas para diferentes valores de peso con sus respectivos niveles de tensión obtenidos.

Una vez obtenidos los datos de la tabla anterior, se procede a realizar una regresión lineal en Excel.

Como se aprecia en la **FIGURA 3**, el comportamiento de la gráfica obtenida es lineal, lo que permite predecir su comportamiento a cualquier intervalo mediante el modelamiento de la Ecuación 3, arrojada por Excel:

$$Y = 0.0222X + 0.5028 \quad (3)$$

donde

Y es la señal obtenida de la báscula en mV; y

X es el peso en Kg.

Table 1. Voltage measurements of the electronic scale / *Tabla 1. Mediciones de tensión realizadas a la báscula electrónica*

Measurement (#) / <i>Medición (#)</i>	Signal (mv) / <i>Señal (mv)</i>	Weight (Kg) / <i>Peso (Kg)</i>	Measurement (#) / <i>Medición (#)</i>	Signal (mv) / <i>Señal (mv)</i>	Weight (Kg) / <i>Peso (Kg)</i>
1	0.62	5	16	2.28	80
2	0.72	10	17	2.39	85
3	0.83	15	18	2.51	90
4	0.95	20	19	2.62	95
5	1.06	25	20	2.73	100
6	1.16	30	21	2.83	105
7	1.27	35	22	2.95	110
8	1.39	40	23	3.07	115
9	1.5	45	24	3.15	120
10	1.62	50	25	3.28	125
11	1.73	55	26	3.37	130
12	1.84	60	27	3.46	135
13	1.95	65	28	3.55	140
14	2.06	70	29	3.67	145
15	2.17	75	30	3.77	150

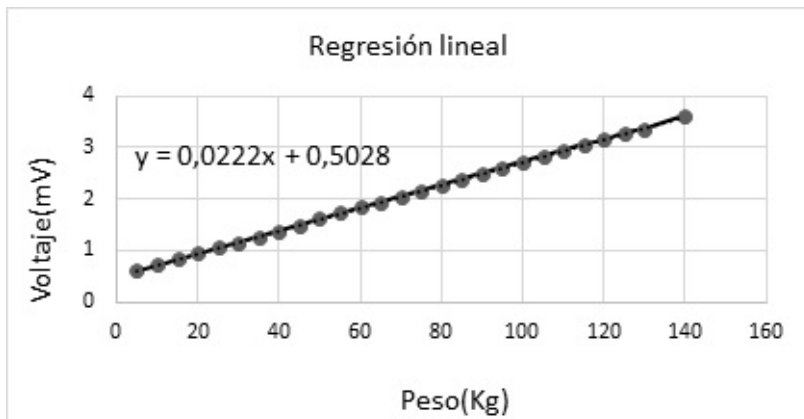


Figure 3. Result from linear regression / *Figura 3. Resultado de la regresión lineal*

### 2.3 Lectura y transmisión inalámbrica de los datos

La encargada de la lectura de los datos provenientes de los sensores es una pequeña tarjeta Arduino Nano, programada con un sencillo algoritmo que permite recibir ciertos niveles analógicos de tensión relacionados con el peso y la estatura, para hallar las equivalencias correctas. Posteriormente, cuando el algoritmo ya dispone de los valores finales para la talla y el peso corporal, se procede a establecer una comunicación con el módulo Bluetooth HC-05, para que la tarjeta Arduino Nano, a través de este, pueda hacer el envío inalámbrico de esos datos hacia el dispositivo Android que posee la aplicación móvil donde se hace el procesamiento final y la respectiva visualización de los resultados obtenidos.

Arduino Nano es una pequeña y completa placa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.x) o el ATmega168 (Arduino Nano 2.x). Tiene algunos métodos para la comunicación con un PC, otro Arduino u otros microcontroladores. El ATmega168 y el ATmega328 poseen un módulo UART que funciona

Once the data in the table above is obtained, it is processed in Excel to show the linear regression.

As shown in **FIGURE 3**, the behavior of the model is linear, allowing the behavior for any interval to be modeled by the equation returned by Excel:

$$Y = 0.0222X + 0.5028 \quad (3)$$

where

Y: signal obtained from the scale in (mV).

X: weight (Kg).

### 2.3 Wireless reading and transmission of the data

A small card called an Arduino Nano is responsible for reading data from the sensors. It is programmed with a simple algorithm to receive certain analog voltage levels related to weight and height to find the correct equivalents. Later, when the algorithm already has the final values for height and weight, communication is established with the Bluetooth HC-05 module so that through this the Arduino Nano card can send the data wirelessly to the Android device that has the mobile application, where the final processing and the corresponding visualization of the obtained results are undertaken.



Arduino Nano is a small, full board, based on the ATmega328 (Arduino Nano 3.x) or ATmega168 (Arduino Nano 2.x). It has the capability to communicate with a PC, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega168 and ATmega328 have a UART module that works with TTL (5V) which allows communication via a serial port, which is available using pins 0 (RX) and 1 (TX). The FTDI FT232RL chip on the board works as a bridge via the USB for serial communication and the FTDI drivers (included with the Arduino software) provide a virtual COM port to the PC for the software on the PC. The Arduino software includes a serial monitor that displays as text the data sent from and to the Arduino board (Arduino Nano, 2014).

The HC-05 module is responsible for transmitting the data via Bluetooth from the Arduino Nano card. It is a Bluetooth master/slave module of low power consumption, versatile and low cost. In the master mode it can be connected with other Bluetooth modules, while in the slave mode it listens for connection requests. The module usually comes configured Slave, with a serial transmission speed of 9600 bps, a 1 stop bit and no parity bit (Guangzhou HC, 2011).

#### 2.4 Mobile application with Android

The Arduino Nano card code – useful for receiving and reading the data from the two sensors, and then sending it wirelessly to the Android phone – was developed in the integrated environment (IDE) of Arduino. This software allows different devices or cards of the Arduino family to be programmed. The Android phone is equipped with a mobile application that receives the data coming from the Arduino Nano card, along with other values entered by the user, and performs all the processes for which it has been programmed. This application is developed using the web visual environment App Inventor, which was developed by Google, but in August 2011 it was released as free software under the Apache 2.0 license and its development was transferred to the Massachusetts Institute of Technology (MIT), who has made it available to the public. It allows anyone, including those not familiar with programming and the Android SDK, to create Android software applications. It uses a graphical interface, similar to Scratch and StarLogo, allowing users to drag and drop visual objects to create an application that can run on the Android system. This is a web utility that allows Android applications to be created without writing Java code, all in a visual and intuitive way (Moreno, 2013).

con TTL (5V) el cual permite una comunicación vía serie, la cual está disponible usando los pines 0 (RX) y 1 (TX). El chip FTDI FT232RL en la placa hace de puente a través de USB para la comunicación serial y los controladores FTDI (incluidos con el software de Arduino) proveen al PC de un puerto COM virtual para el software en el PC. El software Arduino incluye un monitor serial que permite visualizar en forma de texto los datos enviados desde y hacia la placa Arduino (Arduino Nano, 2014).

El módulo HC-05 es el encargado de hacer la transmisión vía Bluetooth de los datos provenientes de la tarjeta Arduino Nano. Es un módulo Bluetooth Maestro/Escavo de bajo consumo, flexible y de bajo costo. En el modo maestro puede conectarse con otros módulos Bluetooth, mientras que en el modo esclavo queda a la escucha de peticiones de conexión. El módulo suele venir configurado como esclavo, con velocidad de transmisión serial de 9600 bps, 1 bit de parada, y sin bit de paridad (Guangzhou HC, 2011).

#### 2.4 Aplicación móvil con Android

El código de la tarjeta Arduino Nano, con el cual se reciben y leen los datos provenientes de los dos sensores y luego se envían inalámbricamente hacia el teléfono Android, ha sido desarrollado en el entorno integrado [IDE] de Arduino. Este software permite la programación de los diferentes dispositivos o tarjetas de la familia Arduino. El teléfono Android está dotado con una aplicación móvil que recibe los datos provenientes desde la tarjeta Arduino Nano y, junto con otros valores introducidos por el usuario, realiza todos los procesos para los cuales ha sido programada. Esta aplicación está desarrollada por medio del entorno visual web App Inventor, el cual aunque fue desarrollado por Google, en Agosto de 2011 fue publicado como software libre bajo la licencia Apache 2.0 y su desarrollo se traspasó al Instituto Tecnológico de Massachusetts [MIT], quién lo ha puesto a disposición de todos. Permite que cualquier persona, incluyendo las no familiarizadas con la programación y el SDK de Android, pueda crear aplicaciones de software para Android; utiliza una interfaz gráfica, muy similar al Scratch y el StarLogo, que permite a los usuarios “arrastrar y soltar” objetos visuales para crear una aplicación que puede ejecutarse en el sistema Android. Se trata de una utilidad web que permite realizar aplicaciones para Android sin escribir código Java, todo de forma visual e intuitiva (Moreno, 2013).

##### 2.4.1 App Inventor

Esta plataforma de desarrollo Android se compone de dos partes: la herramienta de diseño (FIGURA 4A), donde se puede establecer la interfaz de la aplicación; y el editor de bloques (FIGURA 4B), donde se crea el comportamiento del programa con el cual va a trabajar la aplicación.

La herramienta de diseño ofrece, a través de su interfaz web, una serie de controles que se pueden añadir a las pantallas del usuario/desarrollador. Estos controles no cubren todos los que trae Android, pero sí ofrece un conjunto, suficientemente amplio para crear aplicaciones complejas.

La sección de la interfaz paleta de herramientas (*Palette*) con-

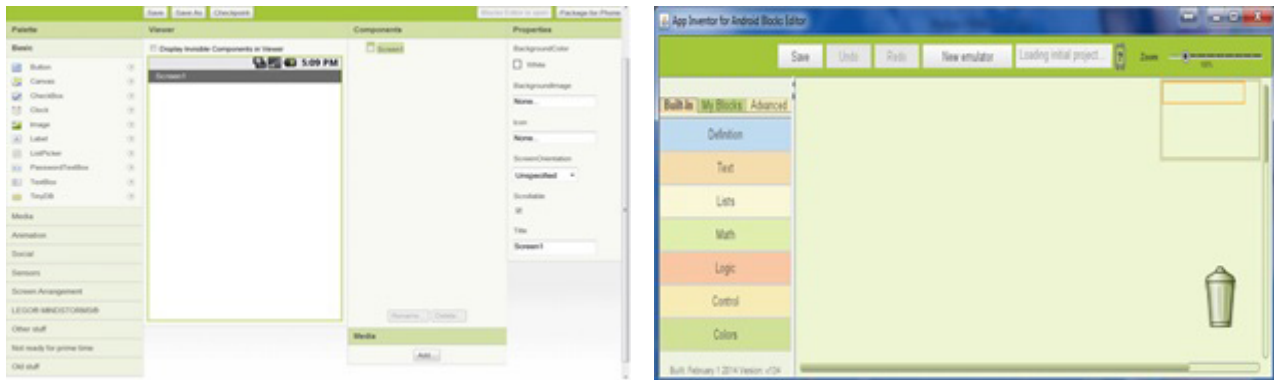


Figure 4. Interfaces: designing tool (a) and blocks editor (b) / Figura 4. Interfaces: herramienta de diseño (a) y editor de bloques (b)

tiene los componentes visuales y no visuales que se pueden añadir a la aplicación con tan solo arrastrar y soltar en el lienzo de trabajo. En la parte central se encuentra la ventana principal de diseño (*Viewer*), que es a donde se arrastran los componentes que se quieren añadir, y se ubican en la posición que se desea que tengan en dicha ventana. En esta parte se pueden ver, tanto los componentes visuales, como los no visuales. En la jerarquía *Components* se muestran los componentes que se han arrastrado hasta la ventana de diseño, de forma jerárquica y en orden de aparición; además, desde esta ventana, seleccionando un componente, se le puede cambiar el nombre y eliminar o añadir ficheros multimedia. En las propiedades de los componentes (*Properties*) se pueden modificar las características, de todos y cada uno de los elementos que se están utilizando, tales como: tamaño, texto, alineación, colores, imágenes, tipo de letra. Las propiedades variarán en función del componente seleccionado.

Es en el editor de bloques donde se crea el código de la aplicación que se desarrolla, sólo que se hace con base en componentes gráficos, sin escribir ni una sola línea de código. Aquí es donde se va indicando cómo se comportan los eventos o qué valores se le van a asignar a los atributos de los componentes que se emplean.

Al lado izquierdo el editor dispone de tres pestañas: *Built-In*, donde se pueden implementar todas las características sobre la lógica del programa, añadir variables, trabajar con cadenas de texto, crear listas y gestionarlas, realizar operaciones lógicas y matemáticas, insertar estructuras de control y utilizar colores; *My Blocks*, donde aparecen todos los componentes que el usuario/desarrollador ha añadido a la interfaz gráfica –si se entra en alguno de ellos es posible ver todos los eventos que pueden asignarse a ese componente, así como los atributos que se pueden modificar; y *Advanced*, donde se muestran todos los tipos de controles, pero de manera genérica, es decir, no se va a tener varios botones, sino un componente “algún botón”, que permitirá trabajar con todos los eventos, métodos y atributos de los botones. El editor de bloques también cuenta, en la parte superior de la interfaz, con una herramienta muy útil, el emulador, una aplicación que se conecta con el entorno *App Inventor* y desde donde se puede probar la aplicación sin necesidad de instalarla en un dispositivo Android físico real.

### 2.4.1 App Inventor

This Android development platform consists of two parts: The designing tool (FIGURE 4A), where the application interface is set; and the block editor (FIGURE 4B), where the behavior of the program, with which the application will work, is created.

Through its web interface, the design tool provides a number of controls that can be added to the screens of the user/developer. These controls do not cover all that Android provides but offers a broad enough set to create complex applications.

The section of the “Palette” interface or tool palette contains the visual and non-visual components that can be added to the application by just dragging and dropping onto the canvas. In the central part is the main design window, “Viewer”, which is where the components that one wants to add are dragged and placed in the desired position. In this part, both the visual and non-visual components can be seen. In the “Components” area, the components that have been dragged into the design window are shown, hierarchically and in order of appearance. In addition, in this window, a component can be renamed or deleted by selecting it and multimedia files can be added. In the “Properties” area, the characteristics of each and every one of the elements being used can be modified, such as size, text alignment, colors, images, fonts, etc. The properties vary depending on the selected component.

In the block editor, the code of the developing application is created, based on the graphical components, without having to write a single line of code. This is where the event behavior, or attribute assignment values of the components are indicated.

On the left side the editor has three tabs, which are: *Built-In*: here all the features of the program logic can be

implemented, variables added, text strings worked with, lists created and managed, logical and mathematical operations undertaken, control structures inserted and colors used. *My Blocks*: here all the components that the user/developer has added to the graphical interface are shown. Both events assignable to the component and modifiable attributes can be seen if any have been entered. *Advanced*: here all types of controls are shown generically, that is, there will be a component “button”, not several buttons, which will allow working with all the events, methods and attributes of the buttons. At the top of the interface, the block editor also features a very useful tool: the emulator. This is an application that connects to the App Inventor environment where the application can be tested without installing it onto an actual Android device.

### III. Results

#### 3.1 Circuit design

A circuit is designed with a power supply, data amplified from scale, and the reading and transmission of data. The reading part comprises the pins of the Arduino Nano board, programmed to read values from the ultrasonic sensor, and to read the values returned by the scale, but already amplified. The data transmission comprises the pins of the Arduino communicating with the Bluetooth module to wirelessly undertake delivery to the mobile application. The schematic circuit design and the respective PCB design are shown in **FIGURE 5**.

An electronic card is developed with the capability to support all the elements that constitute both circuit power stage and modules such as height, weight, reading and transmission of data. The dimensions of the electronic card are 70 mm wide and 145 mm long. **FIGURE 5B** shows the devices constituting the respective card and spatial distribution.

### III. Resultados

#### 3.1 Diseño circuital

Se diseña un circuito con tres etapas: alimentación, amplificación de los datos provenientes de la báscula, y lectura y transmisión de datos. La parte de lectura la constituyen los pines de la tarjeta Arduino Nano programados para leer los valores provenientes del sensor ultrasónico y también para leer los valores arrojados por la báscula, pero ya amplificados. La parte de transmisión de datos se conforma por los pines del Arduino que se comunican con el módulo Bluetooth para hacer el envío inalámbrico hacia la aplicación móvil. El diseño esquemático del circuito y el respectivo diseño del PCB se muestran en la **FIGURA 5**.

Se desarrolla una tarjeta electrónica con capacidad para soportar todos los elementos que constituyen, tanto la etapa de alimentación del circuito, como los módulos de estatura, peso corporal, lectura y transmisión de datos. Las dimensiones superficiales de la tarjeta electrónica son 70 mm de ancho por 145 mm de largo. La **Figura 5b** muestra los dispositivos que constituyen la tarjeta y la respectiva distribución espacial.

#### 3.2 Aplicación móvil

Con el propósito de proporcionar una herramienta interactiva con el usuario y acorde con las tecnologías actuales en dispositivos móviles, se diseña una aplicación móvil utilizando como herramienta el software *App Inventor*. El desarrollo del aplicativo está orientado al diagnóstico y seguimiento del estado nutricional de la persona con base en parámetros específicos comúnmente usados por los expertos en el área de la nutrición; esta aplicación está diseñada para facilitar el registro adecuado de la información de sus pacientes a los médicos y nutricionistas (para quienes, por lo general, esta resulta una tarea engorrosa) y obtener un diagnóstico claro y fácil de entender, lo que se traduce en una aplicación multiusuario. Para saber cómo funciona será necesario entender cada una de las ventanas que la constituyen, información que se presenta en la **TABLA 2**.

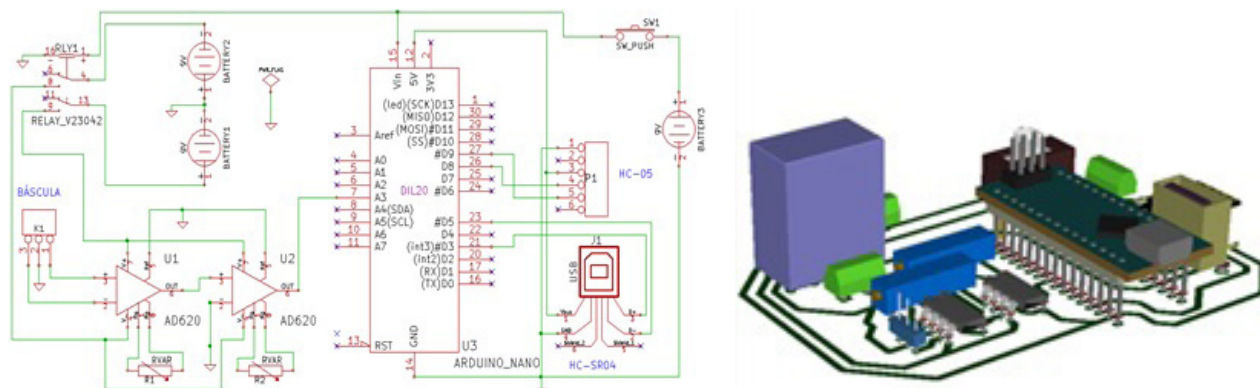


Figure 5. Schematic circuit (a) and electronic card components (b) / Figura 5. Circuito esquemático (a) y elementos de la tarjeta electrónica (b)



### 3.3 Evaluación integral

Mediante la evaluación del estado nutricional a través de indicadores antropométricos (i.e., peso, talla, IMC, composición corporal, etc.) es posible diagnosticar bajo peso, peso normal, sobrepeso u obesidad y, en consecuencia, si ha ingerido una mayor o menor cantidad de la energía requerida. El IMC o índice de Quetelet es un valor o parámetro que establece la condición física saludable de una persona en relación con su peso y estatura; es considerado uno de los mejores métodos para conocer, tomando en cuenta su estatura, si el peso de una persona es aceptable o si por el contrario, está en riesgo de desnutrición u obesidad. El IMC se calcula según la siguiente expresión matemática (Ecuación 4):

$$IMC = \frac{\text{peso(Kg)}}{[\text{estatura(m)}]^2} \quad (4)$$

### 3.2 Mobile application

In order to provide a user interactive tool and in accordance with the current technologies on mobile devices, a mobile application is designed using the App Inventor software. As the development of the application is oriented to the diagnosis and monitoring of the nutritional status of a person based on specific parameters that are commonly used by experts in the field of nutrition, and as, in the vast majority of cases, physicians or nutritionists find it cumbersome to keep proper patient records, this application allows not only improvements to this aspect but also clearer and easier diagnosis, resulting in a multiuser application. In order to comprehend how it functions, it will be necessary to understand each of the windows that constitute it (see TABLE 2).

Table 2. Understanding the App / Tabla 2. Descripción del aplicativo

Window / Ventana	Description / Descripción
Inicio	The application home screen. Clicking on any button will open the window of interest (see FIGURE 6A). / Pantalla de inicio de la aplicación. Dando click sobre cualquier botón se accede a la ventana de interés (ver Figura 6a).
Nuevo paciente	When this button is enabled, a window is opened where two buttons appear for choosing the gender of the patient registering for the first time. Subsequently, a new window opens to enter the personal information of the patient as well as the type of physical activity, weight and height (see FIGURE 6B). / Cuando se habilita el botón "Nuevo paciente" se muestra esta ventana, en la cual aparecen dos botones que permiten elegir el género de interés, cuando se va a realizar por primera vez el registro de un paciente. Hecha la elección anterior, se habilita una nueva pantalla para registrar los datos personales del paciente, el tipo de actividad física, el peso y la estatura (ver Figura 6b).
Pacientes existentes	A patient is already registered can be selected opening the "Pacientes existentes" window. Once selected, the results of the last record are shown (see FIGURES 6C Y 6D). / Si el usuario ya esté registrado, al ejecutar el botón "Pacientes existentes" se desplegará esta ventana, la que permite seleccionar a la persona de interés. Una vez sea seleccionado el usuario, se mostrarán los resultados del último registro realizado (ver Figuras 6c y 6d).
Nueva lectura	To create a new record, when the button "Nueva lectura" is pressed enable a window for a new weight and height measurement (see FIGURE 7A). / Si se desea realizar un nuevo registro, se presiona el botón "Nueva lectura" e inmediatamente se habilita la ventana para la nueva medición de peso y estatura (ver Figura 7a).
e-mail	Allows to sent the last personal record to the patient e-mail (see Figure 7b) / Permite enviar el último registro realizado al correo personal del paciente en cuestión (ver Figura 7b)
Estadística	This window is enabled when the user is already registered. It loads the patient's weight data from the chronological records held in the database. The button "Mi registro" shows all the patient's records to date. The "Gráficos" button allows access to the web database, where a statistical chronological record of the weight of the patient can be seen (see FIGURES 8A Y 8B) / Se habilita cuando el usuario ya se encuentra registrado; carga los datos del paciente almacenados en la base de datos del registro cronológico del peso. El botón "Mi registro" muestra todos los registros del paciente hasta la fecha; el botón "Gráficos" permite acceder a la base de datos web, donde se puede visualizar el comportamiento cronológico, a nivel estadístico, de su peso (ver Figuras 8a y 8b)
Tips	Shows several recommendations, even though these are not directly related to a patient, they are useful for nutritionists, as a starting point, to offer advice on a healthy diet (see FIGURE 9A). / Presenta una serie de recomendaciones que, si bien no están directamente ligadas con el registro que se realiza al paciente, sirven como punto de partida al nutricionista para recomendar una dieta saludable (ver Figura 9a).
Ayuda	Provides orientation about the application (see FIGURE 9B). / Sirve para dar una mejor orientación sobre el uso de la aplicación (ver Figura 9b).
Conectar	Displays the Bluetooth devices previously associated with the mobile device. In the case of the application, the device of interest will be that with SaludWeight, which, once selected, will pair the hardware with the app and allow the data to be read (see FIGURE 9C). / Permite visualizar los dispositivos Bluetooth que han sido vinculados previamente con el dispositivo móvil. En el caso de la aplicación, el dispositivo de interés será el de SaludWeight que una vez seleccionado, emparejará el hardware con la App y permitirá habilitar la lectura de los datos (ver Figura 9c).
Eliminar usuario	If a set of records is no longer required, this option allows to it from de database. / Cuando no se quiera continuar con el registro de algún paciente, con esta opción es posible eliminarlo de la base de datos.



Figure 6. Interfaces: Start (a), New patient (b) and Existing patients (c); and selected user menu window / Figura 6. Interfaz de las ventanas: Inicio (a); Nuevo paciente (b); y Pacientes existentes (c); y menú del usuario seleccionado (d)

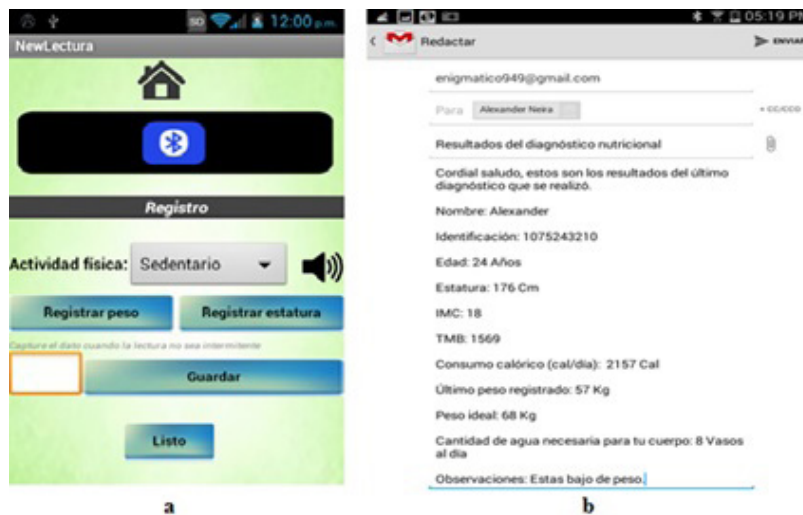


Figure 7. Interfaces: New reading (a) and e-mail windows (b) / Figura 7. Interfaz de las ventanas: Nueva lectura (a) y e-mail (b)

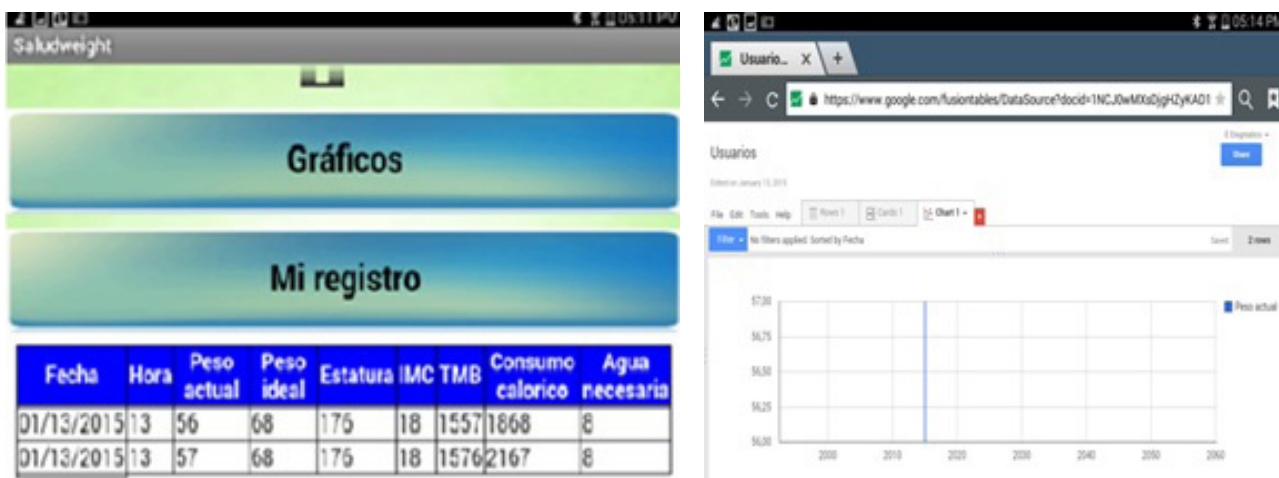


Figure 8. Interface of Statistics (a) and deployment of graphics button (b) / Figura 8. Interfaz de la ventana Estadística (a) y despliegue del botón Gráficos (b)

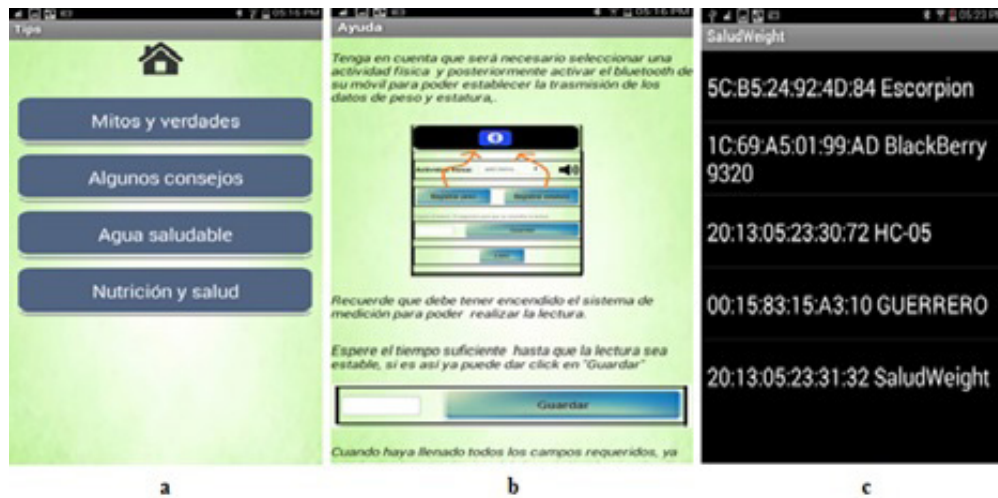


Figure 9. Interfaces: Tips (a), Help (b), and Connect (c) / Figura 9. Interfaz de las ventanas: Tips (a), Ayuda (b) y Conectar (c)

Para poner a prueba el desempeño del proyecto terminado se realizó la medición de estatura y peso corporal de cuatro personas que laboran en el Hospital Universitario de Neiva y una persona externa al hospital. Cada sujeto se registró en la base de datos de la aplicación móvil y posteriormente se le generó el respectivo reporte. Los resultados obtenidos para tres personas se muestran en la FIGURA 10.

Los resultados presentados evidencian el correcto funcionamiento del proyecto en su totalidad, aunque se hace aclaración de que algunos de los datos no corresponden a los valores reales esperados, sea porque la persona en cuestión, a la hora de medir la estatura tenía calzado alto o al instante de medir el peso tenían algún tipo de elementos que modificaba el valor que se quería registrar. Sin embargo, empleando los datos obtenidos y asumiendo que son los adecuados, el sistema tuvo un desempeño óptimo. También es necesario aclarar que el valor correspondiente al “Último peso registrado” aparece igualado a cero en los cinco reportes, porque al ser su primer registro, ninguno tenía almacenada información de lecturas anteriores.

La TABLA 3 muestra un resumen del registro realizado por la aplicación desarrollada para un paciente durante los meses de noviembre de 2014 a marzo de 2015.

### Conclusiones

Se desarrolló una aplicación móvil multiusuario para sistema operativo Android, que permite registrar datos antropométricos de un individuo y obtener una clasificación nutricional, mediante una plataforma de hardware libre. Se logró desarro-

### 3.3 Integral evaluation

By assessing the nutritional status through anthropometric indicators (weight, height, BMI, body composition, etc.) it is possible to diagnose that a person is underweight, of normal weight, overweight or obese and, therefore, whether the person has ingested less or more than the required energy. The BMI or Quetelet index is a value (a parameter) that determines the healthy physical condition of a person in relation to height and weight. It is considered one of the best methods to determine whether a person’s weight is acceptable taking into account height, or if that person is at risk of malnutrition or obesity. It is calculated following EQUATION 4.

$$BMI = \frac{\text{weight(Kg)}}{[\text{height(m)}]^2} \quad (4)$$

To test the performance of the finished project, the height and weight measurements of four people working at the Hospital Universitario de Neiva and a person external to the hospital were taken. Each one was registered in the database of the mobile application and later the respective reports were generated. The results obtained for three people are shown in FIGURE 10.

The charts above evidence the proper functioning of the project in its entirety, although it should be noted that some of the data may be overstated as the persons in question wore shoes with high heels and when measuring the weight modified the value of some elements. However, using the data obtained and assuming that it is appropriate, the system had optimal performance. It is also necessary to clarify that the value corresponding

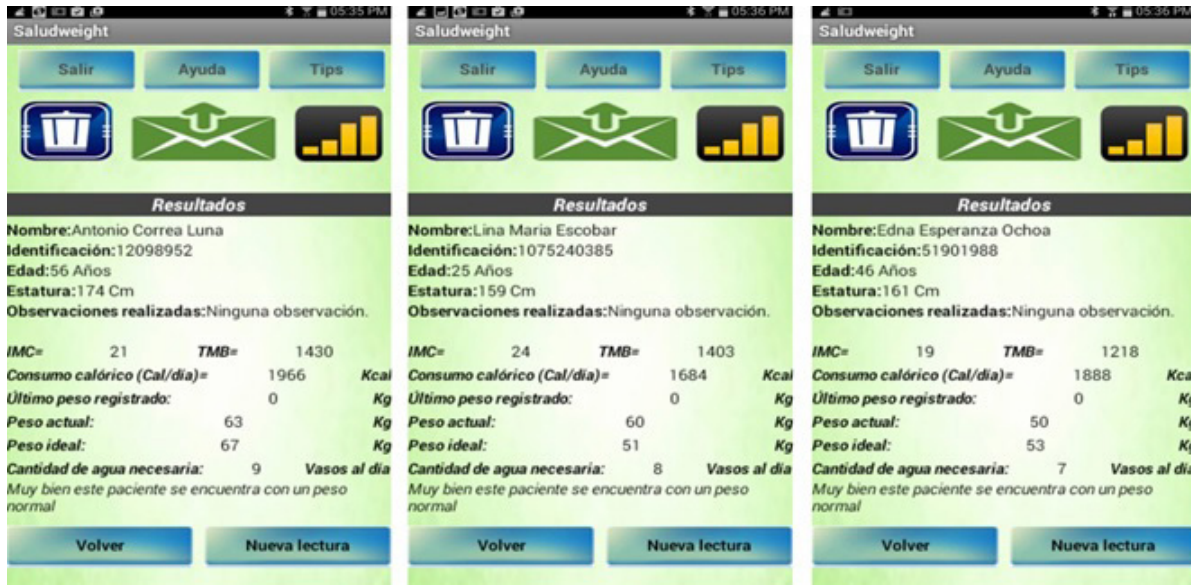


Figure 10. Report about three workers from Hospital Universitario de Neiva / Figura 10. Resultados parciales de la muestra de validación

Table 3. Record of an application (a patient) / Tabla 2. Registro de la aplicación para un paciente

Date / Fecha	Tiempo / Hora	Actual weight (Kg) / Peso Actual (Kg)	Ideal weight (Kg) / Peso Ideal (Kg)	Height (cm) / Estatura (cm)	IMC	TMB	Caloric consumption (Kcal) / Consumo Calórico (Kcal)	Required glass of water / Vasos de agua necesarios
11/02/2014	8:03	56	68	176	18	1403.96	2176.13	8
11/09/2014	9:10	56	68	176	18	1403.96	2176.13	8
12/02/2014	11:01	56	68	176	18	1403.96	2176.13	8
12/16/2014	8:20	57	68	176	18	1413.52	2190.95	8
1/06/2015	15:08	57	68	176	18	1413.52	2190.95	8
1/27/2015	8:25	57	68	176	18	1413.52	2190.95	8
02/03/2015	7:45	57	68	176	18	1413.52	2190.95	8
02/17/2015	18:20	58	68	176	19	1423.08	2205.77	8
02/28/2015	7:28	57	68	176	18	1413.52	2190.95	8
03/07/2015	9:07	58	68	176	19	1423.08	2205.77	8
03/14/2015	10:25	58	68	176	19	1423.08	2205.77	8
03/21/2015	10:18	57	68	176	18	1413.52	2190.95	8

to “Previous weight recorded” appears to equate to zero in the first five reports as that was the first recording for these people, none of them had earlier recorded readings, meaning that in the second recording for each the data was different from zero.

TABLE 3 shows a summary of the record of the application developed for a patient during the months of November 2014 to March 2015.

## Conclusions

A multiuser mobile application for Android OS is developed, which allows anthropometric data of an individual to be recorded and a nutritional classification

llar un proyecto de bajo costo, muy viable para su mejoramiento e implementación comercial en el sector Salud.

Se diseñó e implementó una placa electrónica que tiene incluidos los módulos de adquisición y envió a través de una tarjeta Arduino, utilizando el protocolo 802.15.1 para la transferencia inalámbrica de los datos.

Se utilizó *App Inventor* para diseñar la interfaz gráfica de la aplicación móvil la cual, a pesar de ser una plataforma con limitaciones en lo referente al manejo estadístico y de bases de datos, permite el pleno desarrollo de la programación Android. Se crea un registro de almacenamiento y visualización de los datos de cada usuario, mediante gráficos estadísticos, gracias al servicio web de *Google Fusion Tables*.

Se hace evidente la necesidad de utilizar un mayor número de variables antropométricas que permitan generar un com-



pleto diagnóstico nutricional para cada usuario que se registre.

Se confirma la importancia de poder contar con la asesoría de diferentes sectores de la salud al momento de querer mejorar el desarrollo y los procesamientos realizados en la aplicación móvil en aras de lograr un resultado óptimo, con las condiciones éticas y profesionales adecuadas. **SR**

to be obtained using an open hardware platform. Development of a project with low economic cost, viable for improvement and commercial implementation in the health sector, was achieved.

An electronic board, which includes all acquisition and delivery modules via an Arduino board using the 802.15.1 protocol for wireless data transfer, was designed and implemented.

App Inventor was used to design the graphical interface of the mobile application, and, despite being a platform with limitations with regard to statistical and database management, it allows full development of Android programming. Record storage and the display of data for each user are created using statistical charts, thanks to the Google Fusion Tables web service.

The need for a greater number of anthropometric variables to generate a complete nutritional diagnosis for each user who registers has become apparent.

The importance of consulting with different health sectors when seeking to improve the development and processing of mobile applications in order to achieve optimum results and with appropriate ethical and professional conditions is confirmed. **SR**

## References / Referencias

- Arduino Nano (2014). [online - Arduino Forum]. Retrieved from <http://arduino.cc/es/Main/ArduinoBoardNano>
- Cerda-Dejeas, C., & Klaassen, J. (2001). *Asistencia nutricional* [online]. Retrieved from: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/TemasMedicinalInterna/nutricion.html>
- Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd. (2011). *Product data sheet*. [online]. Retrieved from [http://www.seeedstudio.com/wiki/images/4/48/HC-05\\_datasheet.pdf](http://www.seeedstudio.com/wiki/images/4/48/HC-05_datasheet.pdf)
- Heman, A., & Oblitas, L. (2005). *Terapia cognitivo conductual: La contribución iberoamericana*. Bogotá, Colombia: PSICOM.
- Itead Studio, (2010). *Library for ultrasonic ranging module: HC-SR04*. [online – Arduino Forum]. Retrieved from <http://forum.arduino.cc/index.php?topic=37712.0>
- Moreno, R. (2013). *Desarrollo fácil y paso a paso de aplicaciones para Android usando MIT App Inventor*. Cali, Colombia: Author. [online]. Retrieved from <http://www.etnassoft.com/biblioteca/desarrollo-android-usando-mit-app-inventor/>
- Oblitas, L. (2006a). *Psicología de la salud* (2ª ed.). México DF, México: Plaza y Valdés.
- Oblitas, L. (2006b). *Psicología de la salud y calidad de vida* (2ª ed.). México DF, México: Thomson.
- Oblitas, L. (2006c). *Psicología de la salud y enfermedades crónicas*. Bogotá, Colombia: PSICOM.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2015). *Obesidad y sobrepeso* [nota descriptiva No.311]. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Otra herramienta para bajar de peso: las aplicaciones celulares* (2013) [online]. Retrieved from <http://www.inspirulina.com/otra-herramienta-para-bajar-de-peso-las-aplicaciones-celulares.html>
- Ruiz, M., & Rodríguez C. (s.f). *Nutrición y alimentación*. [en línea]. Recuperado de [http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet\\_santander/%5Bhtdocs%5D/%5Bsalud%5D/Alimentaci%C3%B3n%20y%20Nutrici%C3%B3n.pdf](http://portal.ayto-santander.es/portal/page/portal/inet_santander/%5Bhtdocs%5D/%5Bsalud%5D/Alimentaci%C3%B3n%20y%20Nutrici%C3%B3n.pdf)

### ***CURRICULUM VITAE***

***Faiber Ignacio Robayo*** Electronics Engineer (Universidad Surcolombiana [USCO], Neiva - Colombia) and Magister in Industrial Control (Universidad de Ibagué, Colombia). / Ingeniero Electrónico de la Universidad Surcolombiana [USCO] (Neiva, Colombia) y Magíster en Ingeniería de Control Industrial de la Universidad de Ibagué (Colombia).

***Jhon Alexander Neira*** Electronics Engineer (Universidad Surcolombiana [USCO], Neiva - Colombia) / Ingeniero Electrónico de la Universidad Surcolombiana [USCO] (Neiva, Colombia)

***Martín Adolfo Vásquez*** Electronics Engineer (Universidad Surcolombiana [USCO], Neiva - Colombia) / Ingeniero Electrónico de la Universidad Surcolombiana [USCO] (Neiva, Colombia)