

Aplicación móvil para la recopilación y monitoreo de niveles de glucosa.

Trabajo Terminal No. ----

Alumnos: *López Martínez Marbella, Mendoza Rodríguez Israel, Olivares Romero José Alejandro

Directores: Guzmán Lugo José Giovanni, Zagal Flores Roberto Eswart

*e-mail: mlopezm1705@alumno.ipn.mx

Resumen – En este trabajo terminal se desarrollará una aplicación móvil para extraer la información de la glucosa monitoreada mediante un dispositivo inalámbrico avalado clínicamente. Dicho sistema realizará un análisis del estado de la glucosa y mostrará gráficamente los reportes (por día, semana, mes y año). También, alertará al usuario cuando realizar las mediciones correspondientes y si su rango está dentro o fuera de los parámetros establecidos por la Secretaría de Salud.

Palabras clave – Aplicaciones para Dispositivos Móviles, Dispositivo de Monitoreo de Glucosa, Monitorización y Análisis de Datos de Glucosa.

1. Introducción

La tecnología cada vez se vuelve más fundamental en muchos aspectos de la vida y en un área donde es muy indispensable, es la de salud. Continuamente, contribuye a resolver problemas que surgen día a día en atención a las necesidades de las personas. Actualmente, las personas se han ido adaptando a la tecnología y con ello han surgido dispositivos (*Wearable Devices*) que los ayudan a cuantificar el estado y el progreso de su salud en indicadores como es el de la glucosa [1].

Un dispositivo wearable es aquel dispositivo electrónico capaz de procesar y almacenar información que ha sido incorporada a la vestimenta o accesorios que las personas utilizan en su cuerpo, tales como: relojes, pulseras, bandas, chamarras, etc. Algunos, son capaces de interactuar con dispositivos móviles, televisores, computadoras, tal es el caso de los relojes inteligentes o medidores inalámbricos, los cuales notifican el estado de salud [2].

Cada día podemos ver como los dispositivos wearables tienen mayor aceptación por la sociedad, de acuerdo con un estudio reciente realizado por ABI Research, en el año 2021 se vendieron 304,69 millones de wearables a nivel mundial. Ahora bien, debido a este crecimiento que han tenido en los últimos años, se prevé que estos números sigan creciendo y que para este año 2022 se alcancen los 344,9 millones de unidades [9]. Algunos ejemplos de este tipo de dispositivos enfocados al área de la salud son los siguientes:

Wearable fitness Trackers.

Son relojes o pulseras equipos con sensores que ayudan al seguimiento de la actividad física y la frecuencia cardíaca, proporcionan recomendaciones de salud y estado físico a través de la sincronización con aplicaciones de teléfonos inteligentes.

Smart Health Watches.

Se han vuelto una herramienta clínicamente viable que entre otras cosas permiten monitorear el ritmo cardíaco, horas de sueño, pasos, recorridos, etc.

Wearable Blood Pressure Monitors

Es un monitor de presión arterial, también registra los pasos recorridos, distancias y calorías quemadas.

En la siguiente tabla se muestra un listado de algunos ejemplos de dispositivos, sus características y precio.

NOMBRE DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS	PRECIO EN EL MERCADO
Xiaomi MiBand 7	Proporciona la función de medir tu pulso cardíaco de forma continua, además, mide el nivel de oxígeno en la sangre (SPO2), estrés y calidad de sueño.	Costo: \$799 Link: https://cutt.ly/7MJCrtd
Huawei Band 7	Cuenta con un sensor de aceleración, giroscópico y un sensor óptico de frecuencia cardíaca.	Costo: \$959 Link: https://cutt.ly/mMJCsDl
Apple Watch Series 8	Este dispositivo nos ayuda a visualizar la frecuencia cardíaca, además, cuenta con sensores avanzados para medir los niveles de oxígeno en la sangre, de igual manera, puede generar un electrocardiograma, todo desde tu muñeca.	Costo: \$9,999 Link: https://cutt.ly/MMJCh9J
Huawei Watch Fit	Este reloj cuenta con un sensor óptico de frecuencia cardíaca, un sensor capacitivo, un sensor de luz ambiental y un sensor IMU de 6 ejes (sensor de acelerómetro y giroscópico).	Costo: \$1,699 Link: https://cutt.ly/rMJCc2p
Omron HeartGuide	Sirve para almacenar lecturas de la presión arterial, las cuales pueden ser transferidas a una aplicación móvil.	Costo: USD 399 Link: https://cutt.ly/tMJCTol
ACCU-CHEK	Este equipo requiere únicamente de insertar una tira reactiva con una muestra de sangre para verificar el resultado en segundos, cumple con normas ISO 15197:2013 y 15197:2015. Además de, poder sincronizar via inalámbrica a un smartphone.	Costo: \$526 Link: https://cutt.ly/2MJCb8H
One Drop glucómetro	Es un medidor de glucosa aprobado por la FDA que cuenta con Bluetooth y utiliza tiras reactivas para su uso.	Costo: USD 49.99 Link: https://cutt.ly/XMJCM5z

Tabla 1. Resumen de dispositivos similares

Por otra parte, algunas de las aplicaciones móviles presentes en el mercado se describen en la Tabla 2:


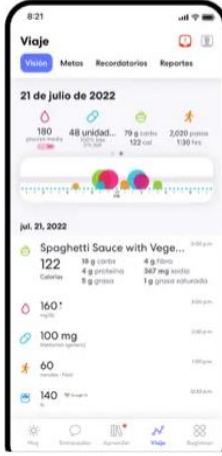

TRABAJO SIMILAR	CARACTERÍSTICAS	PRECIO EN EL MERCADO	IMAGENES
mySugr	mySugr es una aplicación móvil disponible para Android y IOS que brinda herramientas para el monitoreo y control de la diabetes. Se pueden crear entrada de registros manualmente o también se sincronizar con un medidor de glucosa para guardar los registros de forma automática.	Versión gratuita Versión Pro \$69 USD / mes	
ONE DROP	One Drop es una aplicación diseñada para personas con diabetes, presión arterial, prediabetes. Realiza el seguimiento azúcar en la sangre, estadísticas diarias. One Drop ofrece un medidor de glucosa que se habilita por bluetooth que envía las lecturas que envía las lecturas a la aplicación.	Versión gratuita Versión Pro \$19.99 USD / mes	
Glucose Buddy	Es una aplicación de diabetes para dispositivos iPhone. <ul style="list-style-type: none">Registra la glucosa en la sangreExporta el dato e informes en pdf y csv.Gráficos avanzados para ver los niveles de glucosa y medicamentos	Versión gratuita Versión Pro \$14.99 USD / mes	

Tabla 2. Resumen de aplicaciones móviles existentes en el mercado.

2. Objetivo

Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles y muestre el comportamiento de los niveles de glucosa en una persona, estos registros serán obtenidos a través de la API de un medidor de glucosa (wearable device) enviados por Bluetooth.

Objetivos específicos

- Desarrollar una aplicación móvil para IOS y Android.
- Diseñar una base de datos para el alojamiento de la información de los usuarios
- Realizar un análisis de los registros del usuario y mostrar un reporte gráfico periódicamente.

3. Justificación

La diabetes es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por niveles elevados de glucosa en la sangre (o azúcar en la sangre), que con el tiempo conduce a daños graves en el corazón, los vasos sanguíneos, los ojos, riñones y nervios [7]. Existen 3 tipos de diabetes: La tipo 1 en la que no existe producción de insulina, por lo que la glucosa tiene menos posibilidades de ingresar a la célula para suministrarle energía; tipo 2 donde hay defectos en la producción de insulina, es decir, se produce poca cantidad o es de mala calidad, esta es la más común y por último, la diabetes gestacional que se caracteriza por la intolerancia a la glucosa en el embarazo [8].

Hoy en día, la diabetes es una de las mayores emergencias mundiales de la salud en el siglo XXI. Estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que, a nivel mundial, de 1995 a la fecha casi se ha triplicado el número de personas que vive con diabetes, con cifra actual estimada en 537 millones de personas, de acuerdo con la International Diabetes Federation (IDF). De acuerdo con la misma, China, India, Estados Unidos, Brasil, Rusia y México son los países con el mayor número de diabéticos [3].

En México, se estima que aproximadamente existen 14.123,2 millones de personas con diabetes de entre 20 a 79 años [4] y se espera que para 2040 aumente dicha cantidad a 20.6 millones [5]. En México, durante el 2020 pasó a ser la tercera causa de defunciones superadas por el COVID-19 y las enfermedades del corazón. Entre los estados con menores proporciones se encuentra Jalisco, Chiapas y Oaxaca, por el contrario, con proporciones más altas se encuentran los estados de Veracruz, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Sonora. [6]

Es por ello que en este proyecto de trabajo se desarrollará una aplicación móvil para monitorear los niveles de glucosa en la sangre y así las personas tengan un mayor control y análisis en base a los registros que se obtengan de un dispositivo wearable.

4. Productos o resultados esperados

Durante el desarrollo de este sistema se espera obtener los siguientes productos (ver Figura 1):

1. Aplicación móvil para sistemas Android e IOS.
2. Vinculación de la aplicación con el glucómetro mediante la API que ofrece el mismo.
3. Análisis y gráficos de los niveles de glucosa del usuario.
4. Base de datos con los registros obtenidos a través de la aplicación móvil.

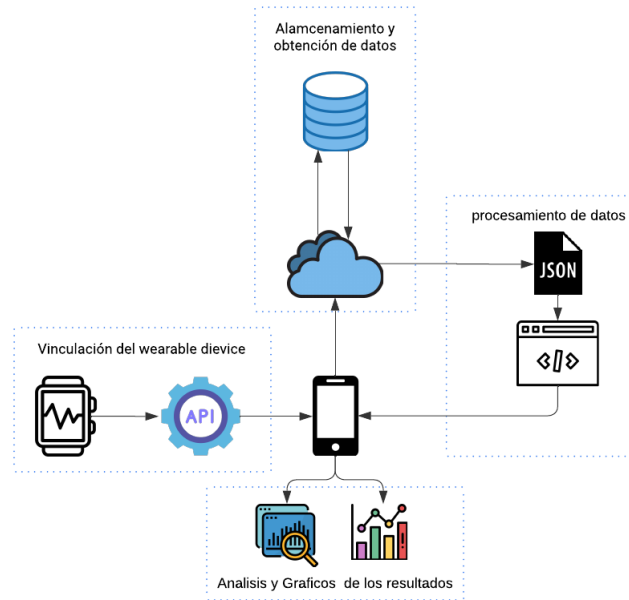


Figura 1. Diagrama de componentes del sistema.

5. Metodología

Para este proyecto se planea llevar a cabo una metodología de tipo espiral. Es uno de los modelos del ciclo de vida de desarrollo de software más importantes, que brinda soporte para el manejo de riesgos. En su representación esquemática, parece una espiral con muchos bucles, cada bucle de la espiral representa una fase del proceso de desarrollo de software [10].

Para este proyecto durante la fase de planeación definiremos los objetivos a alcanzar, así mismo, evaluaremos los riesgos tratando siempre de minimizarlos, ya que esta metodología nos permite que los riesgos sean contrarrestados por el enfoque incremental. Se trabajará con la estimación de tiempo realizando un cronograma de actividades

En la fase del modelado diseñaremos un prototipo basado en los objetivos propuestos y desglosaremos los posibles riesgos que conllevará para buscar soluciones a estos.

Una vez finalizada la fase anterior iniciaremos el desarrollo real de la aplicación, escribiendo el código y realizando múltiples pruebas hasta alcanzar el resultado deseado que nos podrá servir como base para la siguiente iteración.

Finalmente, entraremos a la fase de despliegue, aquí se realizará una retroalimentación de los riesgos detectados, de esta manera, considerarlos en la siguiente iteración donde el proyecto irá afinando detalles.

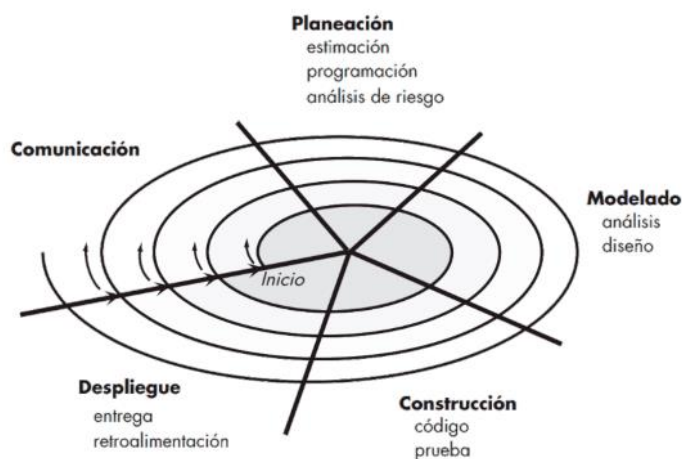


Figura 2. Fases del modelo en Espiral [11]

6. Cronograma

Nombre del alumno(a): López Martínez Marbella

ACTIVIDAD	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Investigación sobre wearable devices y glucosa.											
Especificaciones de reglas del negocio.											
Análisis de los requerimientos funcionales											
Análisis de los requerimientos no funcionales											
Revisión de análisis de riesgo y posibles soluciones											
Revisión con directores de la fase de planeación											
Correcciones y modificaciones en base a las observaciones.											
Elección y aprendizaje de las tecnologías a implementar.											
Diseño del posible maquetado de la aplicación.											
Esquema y diseño de la base de datos.											
Creación de la base de datos.											
Reunión con los directores previo a presentación de TT											
Correcciones y modificaciones en											

[illegible]

Nombre del alumno(a): Mendoza Rodríguez Israel

[illegible]

[illegible]

Nombre del alumno(a): Olivares Romero José Alejandro

[illegible]

[illegible]

7. Referencias

- [1] L. Piwek. (2016, febrero 02). "The Rise of Consumer Health Wearables: Promises and Barriers". [Online]. Available: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001953> (accedido el 19 de noviembre de 2022).
- [2] C. Vélez Martínez. "Wearable Devices". Portal del Instituto de Ingeniería, UNAM. [Online]. Available: <http://www.ii.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/CapsulasTI/Paginas/wearable.aspx> (accedido el 19 de noviembre de 2022).
- [3] "Atlas IDF 10ª Edición – 2021 - Federación Mexicana de Diabetes, A.C." Federación Mexicana de Diabetes, A.C. - Federación Mexicana de Diabetes, A.C. [Online]. Available: <https://fmdiabetes.org/atlas-idf-10a-edicion-2021/> (accedido el 20 de noviembre de 2022).
- [4] "Mexico diabetes report 2000 — 2045". IDF Diabetes Atlas | Tenth Edition. [Online]. Available: <https://diabetesatlas.org/data/en/country/128/mx.html> (accedido el 20 de noviembre de 2022).
- [5] F. Gómez, P. Almeda y M. Gómez. "La Diabetes En México, Orígenes, Retos Y Soluciones – La Medicina es Así". La Medicina es Así – Enciclopedia Médica. [Online]. [https://www.asieslamedicina.org.mx/la-diabetes-en-mexico-origenes-retos-y-soluciones/#:~:text=La%20poblaci3n%20con%20diabetes%20est3a,de%20mujeres\),%20padec3an%20diabetes](https://www.asieslamedicina.org.mx/la-diabetes-en-mexico-origenes-retos-y-soluciones/#:~:text=La%20poblaci3n%20con%20diabetes%20est3a,de%20mujeres),%20padec3an%20diabetes) (accedido el 20 de noviembre de 2022).
- [6] (2022, noviembre 21). "ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL DÍA MUNDIAL DE LA DIABETES (14 DE NOVIEMBRE)". Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). [Online]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP_Diabetes2021.pdf (accedido el 20 de noviembre de 2022).
- [7] "Diabetes - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud". PAHO/WHO | Pan American Health Organization. [Online]. <https://www.paho.org/es/temas/diabetes> (accedido el 20 de noviembre de 2022).
- [8] (2018, noviembre 13). "¿Qué es la diabetes?" gob.mx. [Online]. Available: <https://www.gob.mx/issste/articulos/74169> (accedido el 19 de noviembre de 2022).
- [9] (2022, febrero 01). "El mercado mundial de wearables crecerá un 13,2% en 2022". IT Reseller | IT Reseller. [Online]. Available: <https://www.itreseller.es/en-cifras/2022/02/el-mercado-mundial-de-wearables-crecera-un-132-en-2022> (accedido el 19 de noviembre de 2022).
- [10] S. Kuram. (2022, febrero 09). "Software Engineering | Spiral Model - GeeksforGeeks". GeeksforGeeks. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering-spiral-model/> (accedido el 20 de noviembre de 2022).
- [11] (2014, agosto 09). "3.2 MODELOS DE CICLO DE VIDA". Proyecto de Programación. <https://marialourdeszambrano.blogspot.com/2014/08/32-modelos-de-ciclo-de-vida.html> (accedido el 20 de noviembre de 2022).

8. Alumnos y Directores

López Martínez Marbella. - Alumna de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Boleta: 2018602652, Tel. 7442088572, email: mlopezm1705@alumno.ipn.mx.

Firma: 

Mendoza Rodríguez Israel. - Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Boleta: 2019630302, Tel. 5559636294, email: imendozar1501@alumno.ipn.mx

Firma: 

Olivares Romero José Alejandro. - Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales, Boleta: 2015150552, Tel. 5568546364, email: jolivaresr1401@alumno.ipn.mx

Firma: 

Guzmán Lugo José Giovanni. - Dr. y M. en C. de la Computación, por el CIC-IPN en los años 2007 y 2003, respectivamente. Ing. en Sistemas Computacionales por la ESCOM-IPN en el año 1999. Profesor Titular de Tiempo Completo del Laboratorio de Procesamiento Inteligente de Información Geoespacial del CIC-IPN. Áreas de Interés: Desarrollo de Aplicaciones Móviles y Ciencia de Datos aplicada a Información Voluntaria Colaborativa. Ext. 56617 email: jguzman1@ipn.mx.

Firma: 

Zagal Flores Roberto Eswart – Egresado de la Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Escuela Superior de Cómputo del IPN, culminó sus estudios de Maestría en Ciencias de la Computación en el Centro de Investigación en Computación del IPN (No. De Cédula 11050111). Tiene un doctorado en tecnología avanzada de la Sección de Estudios de Posgrado de la UPIITA IPN. Actualmente es profesor de la escuela Superior de Cómputo y sus áreas de interés son: Data Mining, Spatial Data Mining, GIS, Web Semántica, Data Integration IoT y Arquitectura de Sistemas de Información. Email: rzagalff@ipn.mx, Tel. 57296000, Ext. 52032.

Firma: 

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.