

**CREACIÓN DE CRONOGRAMAS DE TURNOS DE TRABAJO Y DESCANSO
VARIABLES MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BLOCKCHAIN**



JAVIER ENRIQUE QUINTERO RAMÍREZ

**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BARRANQUILLA**

2019

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
2. JUSTIFICACIÓN.....	9
3. OBJETIVOS.....	10
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4. MARCO DE REFERENCIA.....	11
4.1 CIENCIA DE DATOS:.....	11
4.2 ARTIFICIAL INTELIGENCIA:.....	11
4.3 MACHINE LEARNING:.....	11
4.4 MINERÍA DE DATOS:.....	12
4.5 CRISP-DM:.....	12
4.6 REDES NEURONALES ARTIFICIALES:.....	12
4.7 ÁRBOLES DE DECISIÓN:.....	12
4.8 ALGORITMOS PREDICTIVOS:.....	12
4.9 TENSORFLOW:.....	13
4.10 ALGORITMOS GENÉTICOS:.....	13
4.11 BLOCKCHAIN:.....	13
4.12 SMART CONTRACT:.....	13
4.13 APLICACIÓN DESCENTRALIZADA:.....	13
4.14 PEER TO PEER:.....	14
4.15 HYPERLEDGERFABRIC:.....	14
5. MARCO TEÓRICO.....	15
5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
5.1.1 CREACIÓN DE HORARIOS DE CLASES MEDIANTE ALGORITMOS EVOLUTIVOS.....	15
5.1.2 ALGORITMOS GENÉTICOS PARA ABORDAR EL PROBLEMA DE LOS CRONOGRAMAS DE TRABAJOS FLEXIBLES EN VENTAS.....	15
5.1.3 USO DE BLOCKCHAIN PARA LA VENTA DE TIQUETES.....	15
5.1.4 USO DE LAS REDES <i>PEER TO PEER</i> PARA FAVORECER LA PRIVACIDAD Y LA DESCENTRALIZACIÓN MEDIANTE BLOCKCHAIN.....	16
5.1.5 INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	16
5.1.6 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA Y ALGORITMOS GENÉTICOS.....	16

5.1.6.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA GENERAL DE LOS ALGORITMOS GENÉTICOS O EVOLUTIVOS:.....	17
5.1.7 BLOCKCHAIN	18
5.1.8 C#.....	18
5.1.9 SQLITE.....	18
6. MARCO CONCEPTUAL.....	20
6.1 PUNTO DE ATENCIÓN.....	20
6.2 NOCTURNO.....	20
6.3 PUENTE FESTIVO.....	20
6.4 REPLAZO.....	20
6.5 DÍAS SOBRANTES.....	21
6.6 FESTIVOS ESPECIALES.....	21
6.7 DIRECTOR DE OPERACIONES.....	21
7. MARCO CONTEXTUAL.....	22
7.1 RESEÑA.....	22
7.2 MISIÓN.....	22
7.3 VISIÓN.....	22
8. METODOLOGÍA.....	23
8.1 FASES METODOLÓGICAS PARA LLEVAR A CABO LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS ...	23
8.1.1 FASE 1, ANÁLISIS:.....	23
8.1.2 FASE 2, LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:.....	24
8.1.3 FASE 3, DESARROLLO:.....	24
8.1.4 FASE 4, PRUEBAS:.....	24
8.2 METODOLOGÍAS ÁGILES DE DESARROLLO	25
8.2.1 EXTREME PROGRAMMING [XP]	25
8.2.2 SCRUM	25
8.3 RELACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA CON LAS LÍNEAS O SUB-LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	25
8.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA ESCOGIDA PARA DAR SOLUCIÓN AL PROBLEMA.....	26
8.5 LA DESCRIPCIÓN DE LA FORMA COMO SE HA DE RESOLVER EL PROBLEMA UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE PUNTA ESCOGIDA.	26

8.6 DESCRIBIR CÓMO SE EVIDENCIARÍA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA O APROPIACIÓN DE CONOCIMIENTO LUEGO DE DAR SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA APLICANDO LA TECNOLOGÍA MODERNA ESCOGIDA.....	28
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	29
10. RECURSOS NECESARIOS	29
11. RESULTADOS O PRODUCTOS ESPERADOS.....	30
12. CAPÍTULO 1	31
12.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....	31
12.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	32
12.2.1 ENTORNO DE DIRECTOR DE OPERACIONES	32
12.2.2 ENTORNO EMPLEADOS NOCTURNOS	32
12.3 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS	33
12.4 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	33
12.4.1 TIEMPO DE CÁLCULO.....	33
12.4.2 USO DE RECURSOS.	33
12.4.3 CONFIABILIDAD.....	34
12.4.4 SEGURIDAD	34
12.5 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO DE LA APLICACIÓN	35
13. CAPÍTULO 2.....	36
13.1 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	36
14. CAPÍTULO 3	38
14.1 ALGORITMOS EVOLUTIVOS	38
14.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL ALGORITMO EVOLUTIVO DEL PROYECTO:	38
14.1.2 CALCULAR NÚMERO DE EMPLEADOS DE REEMPLAZO NECESARIOS.....	38
14.1.3 CREAR LOS PRIMEROS CRONOGRAMAS AL AZAR.....	39
14.1.4 SELECCIÓN DE LOS MEJORES	40
14.1.5 COMBINACIÓN DE LOS MEJORES.....	40
14.1.6 BÚSQUEDA DEL MEJOR.....	40
14.1.7 INTERFAZ APLICACIÓN ALGORITMO GENÉTICO:.....	41
14.2 BLOCKCHAIN	42
14.2.1 INTERFAZ DE USUARIO NOCTURNO.....	42
14.2.2 CASO DE USO USUARIO NOCTURNO	43

14. 2.3 RED.....	43
14. 2.4 CADENA DE BLOQUES	44
14. 2.5 MANEJO DE LA CADENA DE BLOQUES.....	44
14. 2.6 INTERFAZ DE USUARIO DIRECTOR DE OPERACIONES:.....	45
14. 2.7 CASO DE USO USUARIO DIRECTOR DE OPERACIONES:	46
15. CAPÍTULO 4.....	47
15.1 PRUEBAS DE BLOCKCHAIN	47
15.1.1 FALLA EN LA CONECTIVIDAD DEL PUNTO DE ATENCIÓN:.....	47
15.1.2 MANIPULACIÓN DE DATOS:	48
15.2 PRUEBAS DEL ALGORITMO.....	48
16. CONCLUSIONES.....	50
17. BIBLIOGRAFÍA.....	52

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1. Algoritmos Genéticos. Fuente: Indieorama (2014). Algoritmos Genéticos. Recuperado de http://www.indieorama.com/wp-content/uploads/2014/08/AlgoritmosGeneticos.jpg	17
Imagen 2. Caso de uso Algoritmo Evolutivo y Blockchain.....	35
Imagen 3. Script SQL para consulta en bases de datos	36
Imagen 4. Diagrama de flujo del algoritmo evolutivo implementado.....	38
Imagen 5. Toma de pantalla de la ejecución de la aplicación que realiza la creación de los cronogramas mediante algoritmo evolutivo.	41
Imagen 6. Toma de pantalla de la aplicación una vez finalizada la búsqueda del mejor cronograma mediante algoritmo evolutivo.....	42
Imagen 7. Interfaz gráfica para la solicitud de días de descanso por parte de los empleados nocturnos.	42
Imagen 8. Caso de uso para el usuario nocturno.....	43
Imagen 9. Pantalla interfaz gráfica Director de Operaciones.	45
Imagen 10. Caso de uso Director de Operaciones.....	46
Imagen 11. Tiempo promedio de creación para hallar el mejor cronograma según la cantidad de descansos solicitados,	49

INTRODUCCIÓN

En este proyecto aplicado se aborda el diseño y la creación de un sistema inteligente y distribuido que resuelva la creación de los cronogramas mensuales de trabajo para el personal nocturno de la empresa Megamas SAS.

El objetivo del proyecto es cubrir la necesidad de agilizar el proceso de asignar turnos de trabajo y descanso para el personal que labora en la jornada nocturna, pues debido a la gran cantidad de variables que se deben tener en cuenta, dicha asignación, realizada de forma manual, resulta engorrosa, larga y no exenta de errores.

En primer lugar, se realizará una recopilación de todas las variables de asignación de los turnos de trabajo nocturno, las cuales surgen tanto por asuntos de ley como por reglas del propio negocio.

Luego se pasará al diseño y desarrollo de un programa de software que aplique los conceptos de la computación evolutiva para la creación autónoma de los cronogramas de trabajo por mes considerando todas las variables detectadas en la primera fase.

Finalmente se desarrollará un sistema distribuido basado en Blockchain que permita tanto a los empleados nocturnos solicitar los días de descanso deseados como a su jefe inmediato gestionar y aprobar tales solicitudes.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido tanto a las reglas del negocio como a las complejidades mismas de un problema de optimización, la creación de los cronogramas mensuales de trabajo para el personal que labora en el horario nocturno de la empresa Megamas SAS es una actividad que siempre ha representado mucho esfuerzo para el funcionario encargado de realizarla, lo cual ha llevado a que repetidamente se presenten retrasos y errores que causan traumatismos en la normal operación de la empresa.

En razón a que se laboran todos los días del mes, y por ley cada empleado debe descansar cuatro días en el mismo, y que quienes los remplacen dichos días cuentan también con los mismos derechos, y sumado a la posibilidad que permite la empresa de que cualquiera de estos empleados solicite los días de descansos deseados, la creación correcta y a tiempo de tales cronogramas de trabajo es un galimatías que se viene a dominar con mucha experiencia y, aun así, nunca faltan las quejas por la poca transparencia a la hora de conceder los descansos solicitados, como tampoco se hacen echar de menos las equivocaciones, y mucho menos los retrasos, mediando incluso un funcionario experimentado.

Es así que se propone la implementación de un sistema inteligente que eche mano de los algoritmos evolutivos para solventar la generación de los turnos de trabajo de marras. De igual manera, se justifica además la utilización de un sistema distribuido basado en Blockchain para efectos de solicitud y aprobación de los días de descanso.

2. JUSTIFICACIÓN

Mediante la implementación de los sistemas propuestos en este proyecto aplicado, se espera que la generación de los cronogramas de trabajo para el horario nocturno en la empresa Megamas SAS deje de ser un proceso manual, prolongado y propenso a errores para convertirse en una actividad totalmente autónoma, puntual y precisa.

Es también objetivo de este proceso dejar al descubierto todas las posibilidades que la tecnología, con sus constantes nuevos descubrimientos e invenciones, puede aportar al mundo empresarial y a la sociedad en general.

La búsqueda de soluciones laterales a problemas clásicos de nuestros entornos tanto laborales como sociales es una de las metas de este proyecto aplicado, en cuanto propende abordar procesos que históricamente han sido dispendiosos o complicados con dos nuevos tipos de tecnología que los enfrentan de forma diferente a como tradicionalmente se ha venido haciendo.

Es así cómo, mientras la Inteligencia Artificial resolverá la asignación rigurosa de los días de descanso mes a mes de los empleados nocturnos de Megamas SAS, Blockchain se encargará de que se reserven y aprueben las solicitudes para los descansos en cuestión.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema inteligente y distribuido, basado en Inteligencia Artificial y Blockchain, para la generación autónoma del cronograma de turnos de trabajo y descansos mensuales para los empleados nocturnos de la empresa Megamas S.A.S, con un porcentaje mínimo de confianza de 90% en los resultados.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un análisis de requerimientos con el fin de determinar la arquitectura óptima para diseñar el sistema.
2. Efectuar el levantamiento de la información de los cronogramas existentes en la empresa Megamas S.A.S. del último año, con el fin de analizar todos los casos posibles y comparar los resultados.
3. Desarrollar la aplicación basada en Inteligencia Artificial y un sistema distribuido basado en Blockchain que cumpla con los requerimientos.
4. Ejecutar un plan de pruebas iterativas que permitan determinar el porcentaje de confianza en los resultados.

4. MARCO DE REFERENCIA

Se procede a continuación a dar contexto a los conceptos, herramientas y técnicas que se utilizarán a lo largo de este trabajo y que serán esenciales para la construcción del proyecto aplicado propuesto.

4.1 CIENCIA DE DATOS:

Es una disciplina que combina la estadística, las matemáticas y diversas ramas de la ciencia de la computación para el análisis científico de los datos, que, junto con buenas habilidades de comunicación y visualización busca la explotación del conocimiento de la información obtenida a partir de los datos (O'Neil&Schutt, 2013).

De manera más profunda, será lo que se conoce como Inteligencia Artificial lo que dará la solución más relevante al problema planteado:

4.2 ARTIFICIAL INTELIGENCIA:

Es, de forma muy concisa, el intento de replicar la inteligencia que presentan los seres vivos en los programas informáticos (Amador, 1996). Abarca muchísimas ramas. Se describen a continuación las más relevantes para el proyecto:

4.3 MACHINE LEARNING:

Aprendizaje de máquina, en español. Son algoritmos evolutivos computacionales diseñados para imitar la inteligencia humana aprendiendo del entorno. (El Naqa& Murphy, 2015). Las aplicaciones de este tipo de sistemas se pueden utilizar allí donde haga falta tomar decisiones con algún grado de inteligencia, es por ello que tienen aplicación en campos tan diversos como:

- La detección del cáncer (Cruz &Wishart, 2006),
- Clasificación de imágenes (Nasrabadi, 2007),
- Conducción autónoma (Kuderer, Gulati, &Burgard, 2015),

- Estudio de cultivos (Zhang & Wang, 2014),
- Hallazgos de planetas fuera del sistema solar (Kremer, Stensbo-Smidt, Gieseke, Pedersen, & Igel, 2017).

4.4 MINERÍA DE DATOS:

Procedimiento por el cual se descubre conocimiento oculto entre grandes cantidades de datos almacenados y de distintas fuentes. Es otra de las disciplinas de la Inteligencia Artificial (Riquelme, Ruiz & Gilbert, 2006).

4.5 CRISP-DM:

Cross-Industry Standard Process for Data Mining. Estándar que describe el ciclo de vida de los procesos de minería de datos, el cual consta de 6 pasos: Entendimiento del negocio, Entendimiento de los datos, Preparación de los datos, Modelado, Evaluación y Despliegue (Leventhal, 2010).

4.6 REDES NEURONALES ARTIFICIALES:

Otra área de los modelos inteligentes. Son sistemas computacionales inspirados en la biología de los sistemas nerviosos, procesan en paralelo y jerárquicamente la información (Matich, 2001).

4.7 ÁRBOLES DE DECISIÓN:

Es un sistema de clasificación y predicción alternativo a las Redes Neuronales que se caracteriza por su fiabilidad y sencillez de creación. Se conforman de nodos que bifurcan la ruta hacia la solución final (Minguillón & Pujol, 2002).

4.8 ALGORITMOS PREDICTIVOS:

Son algoritmos que implementan variados métodos de aprendizaje de tal manera que pueden anticipar los resultados a futuros en casos similares (Orea, Vargas & Alonso, 2005).

4.9 TENSORFLOW:

Es un sistema de aprendizaje automático que opera a gran escala y en entornos heterogéneos. Utiliza grafos de flujo de datos para representar el cálculo, estado compartido y las operaciones que cambian ese estado (Girija, 2016).

4.10 ALGORITMOS GENÉTICOS:

Métodos iterativos que buscan la solución óptima a un determinado problema utilizando las mismas estrategias que presentan las especies biológicas en relación a la adaptación al medio ambiente, procreación y herencia (Aguilar & Rivas, 2001).

Por otro lado, se aborda ahora lo que implica la otra tecnología seleccionada para el proyecto:

4.11 BLOCKCHAIN:

Cadena de bloques, en español. Es un libro digital descentralizado de transacciones en el cual cada una de ellas representa un bloque que se va agregando a la cadena y se va verificando mediante criptografía de tal manera que no pueda ser alterado (Carlozo, 2017).

4.12 SMART CONTRACT:

Los Smart Contracts son contratos que se ejecutan de forma autónoma cuando se dan las condiciones requeridas, sin la participación humana. Son parte de la tecnología Blockchain. (de Marcos, E. D. F. (2017).

4.13 APLICACIÓN DESCENTRALIZADA:

Aplicación que ejecuta los Smart Contracts. Se basa en las redes Peer to Peer para la interacción entre usuarios, para la cual no existe un servidor central principal. (Castro, Druschel, Kermarrec&Rowstron, 2002).

4.14 PEER TO PEER:

Red informática entre pares o iguales. Se caracterizan por carecer de servidores centrales.

Todos los nodos conectados actúan como clientes y servidores simultáneamente. (Herley, 2008)

4.15 HYPERLEDGERFABRIC:

Es una implementación de una plataforma de contabilidad distribuida para ejecutar contratos inteligentes, con una arquitectura modular que permite manejo de permisos de usuarios. (Cachin, 2016, July).

5. MARCO TEÓRICO

5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

5.1.1 CREACIÓN DE HORARIOS DE CLASES MEDIANTE ALGORITMOS

EVOLUTIVOS

En la Universidad del Norte, el ingeniero José Mejía Caballero (Mejía, 2009), realizó una investigación con el fin de encontrar una solución a la complejidad que representa la creación de los horarios de clases de una institución de educación superior debido al número de restricciones y las políticas que deben aplicarse.

Encontró que la utilización de algoritmos evolutivos les arroja un resultado dentro del margen de error esperado abarcando un tiempo computacional mucho menor al mínimo aceptable.

5.1.2 ALGORITMOS GENÉTICOS PARA ABORDAR EL PROBLEMA DE LOS CRONOGRAMAS DE TRABAJOS FLEXIBLES EN VENTAS

En esta investigación, Pezzella F., Morganti G. y Ciaschetti G. (Pezzella, Morganti & Ciaschetti, 2008), combinando diferentes estrategias tanto para la generación inicial de individuos, como por la selección y reproducción de éstos, su trabajo evidencia que esta táctica produce mejores resultados que los algoritmos que utilizan los modos más clásicos conocidos hasta el momento para la solución del problema de los horarios flexibles para el trabajo de ventas.

5.1.3 USO DE BLOCKCHAIN PARA LA VENTA DE TIQUETES

En un prototipo desarrollado por Björn Tackmann (Tackmann, 2017), se implementa la tecnología Blockchain para la venta de tiquetes online, previniendo de esta manera fraudes tales como la venta de tiquetes falsos o la duplicación de éstos entre compradores.

5.1.4 USO DE LAS REDES *PEER TO PEER* PARA FAVORECER LA PRIVACIDAD Y LA DESCENTRALIZACIÓN MEDIANTE BLOCKCHAIN

Para una red de dispositivos conectados a Internet, conformando una tecnología conocida como *Internet de las Cosas*, Conoscenti, M., Vetro, A. y De Martin, J. C. (Conoscent, Vetro & De Martin, 2017), proponen una interacción entre los nodos mediante la combinación entre una red *peer to peer* y la tecnología Blockchain para procurar la privacidad y la seguridad de la información de las personas aprovechando las ventajas de las herramientas mencionadas.

5.1.5 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Una nueva manera de abordar aquellos problemas que durante largo tiempo han representado dificultades a las ciencias de la computación es mediante el enfoque que brinda la Inteligencia Artificial. Ésta, se puede definir como el intento de que los sistemas informáticos “piensen” tal cual los humanos lo hacen (Amador, 1996). Es un ámbito amplio que abarca muchas disciplinas, tales como el aprendizaje autónomo, visión artificial, robótica, entre otras.

Para dar esa nueva mirada que se ha propuesto al problema de la asignación de turnos de trabajo y descanso, se ha encontrado que la rama conocida como Computación Evolutiva es la que aportaría mejores resultados, pues la finalidad de ésta es hallar la solución más eficaz posible a un problema de múltiples o, en la práctica, infinitas soluciones (Aguilar & Rivas, 2001).

5.1.6 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA Y ALGORITMOS GENÉTICOS

Fundamentada en el principio de evolución de las especies expuesto por Darwin y Wallace el siglo XIX, su manera de hallar las soluciones se equipara a la teoría evolutiva en 3 principios:

- Los cambios se generan al azar
- Los más adaptados sobreviven más.
- Los más adaptados se procrean más.

Un algoritmo evolutivo, al dar inicio a un proceso de búsqueda de la mejor solución posible a un problema dado, iniciará con respuestas tomadas al azar dentro de un rango finito de posibilidades. Luego evaluará cuáles de todas han tenido un mejor acercamiento a los resultados deseados, los cuales se han de tener claro desde el principio. Enseguida tomará un número concreto de las mejores respuestas, generará intercambios de características entre ellas, permitiendo un porcentaje de posibilidad menor a que éstas muten al azar, y vuelve a probar los nuevos resultados obtenidos a partir de los cambios realizados. Y así nuevamente, hasta que se alcance una solución considerada como la mejor en un determinado tiempo, o como mínima óptima para el problema o hasta que el algoritmo sea incapaz de encontrar una solución mejor una vez superado cierto número de intentos o de tiempo.

5.1.6.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA GENERAL DE LOS ALGORITMOS GENÉTICOS O EVOLUTIVOS:

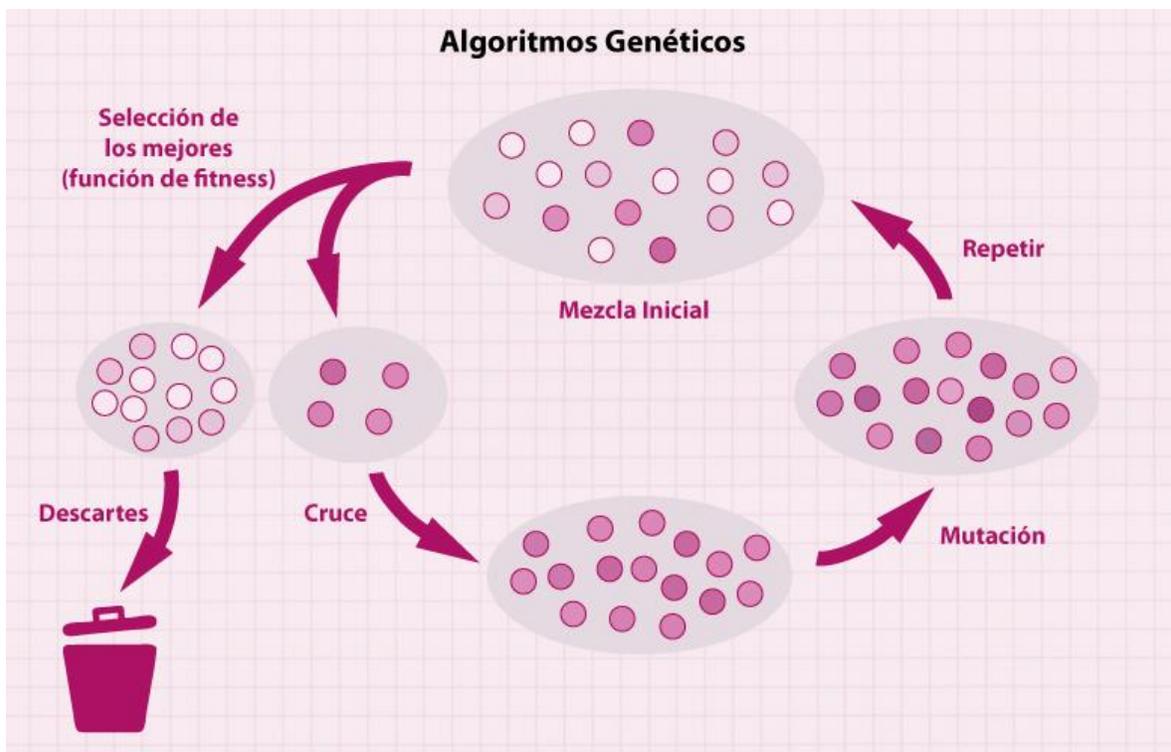


Imagen 1. Algoritmos Genéticos. Fuente: Indieorama (2014). Algoritmos Genéticos. Recuperado de <http://www.indieorama.com/wp-content/uploads/2014/08/AlgoritmosGeneticos.jpg>

5.1.7 BLOCKCHAIN

Es una base de datos parecida a un libro contable con las siguientes características principales:

- Es descentralizada, no posee un servidor central
- Sus registros son inmutables
- Si se quiere realizar un cambio se agrega otro registro con la operación
- Todos los cambios son rastreables
- Se crean réplicas idénticas en todos los miembros que la utilizan

Si se analiza las propiedades de este tipo de base de datos, se alcanzará a dilucidar por qué es idónea para los casos en que se requiere total transparencia en el intercambio de valor.

Prácticamente inmune a las manipulaciones de la información contenida, la presencia de Blockchain permite dar fe de que las transacciones en él registradas son el reflejo fiel de lo que los usuarios acometieron en su momento.

Mediante esta tecnología será posible que cada uno de los empleados nocturnos registre, en un calendario compartido por todos, los días que desee descansar del mes siguiente, las cuales el Director de Operaciones aprobará o descartará.

5.1.8 C#

Es uno de los lenguajes de programación del framework .Net de Microsoft. Muy versátil, pues se pueden desarrollar con él aplicaciones de escritorio, web, móviles, servicios, entre otros.

5.1.9 SQLITE

Es la base de datos seleccionada para generar la persistencia de datos de la aplicación. Se caracteriza por ser muy liviana a la hora de exigir recursos de los equipos de cómputo, punto

importante a tener en cuenta dado que los algoritmos de inteligencia artificial suelen demandar bastantes recursos de hardware.

Otra de sus propiedades más útiles es que puede ser embebida dentro de la aplicación, lo cual permite que ésta se ejecute desde cualquier equipo despreocupándose de conexiones a servidor, lo que hace que pueda ser llevada en una USB y accedida desde cualquier computador que el Director de Operaciones tenga a la mano en su rutina diaria.

6. MARCO CONCEPTUAL

En el proceso de elaboración de los cronogramas de trabajo y descanso de la jornada nocturna de Megamas SAS se pueden hallar las siguientes variables:

6.1 PUNTO DE ATENCIÓN.

Cada una de las 36 sedes que la empresa tiene distribuidos en tres municipios y donde se realizan las transacciones comerciales. Poseen dos turnos de trabajo: diurno y nocturno. El personal que hace la jornada diurna trabaja de lunes a sábado. Aquellos que labora como nocturno puede trabajar cualquier día de la semana, incluyendo domingos y festivos.

6.2 NOCTURNO.

Empleado que labora en horario nocturno en días hábiles y todo el día durante fines de semana y días festivos. Su horario de ingreso es a las 5:30 p.m. aproximadamente y su hora de salida es alrededor de las 7:30 a.m. del siguiente día. Sin embargo, cuando ingresa un sábado o en la víspera de un día festivo, o de un grupo de festivos consecutivos, su salida se da el siguiente día hábil.

6.3 PUENTE FESTIVO.

Ocurre cuando se presentan dos días festivos consecutivos. En la mayoría de los casos se da en domingos y lunes, salvo en Semana Santa y Carnavales. Durante estos días sólo trabaja el personal nocturno.

6.4 REMPLAZO.

Empleado nocturno que releva en los días de descanso a quienes laboran fijos todo el mes en cada punto de atención. Le cubren las mismas reglas, derechos a descansos, horarios de entrada y salida, entre otros, que a los nocturnos que trabajan en un punto de atención de manera fija.

6.5 DÍAS SOBRANTES.

Son los días que aún quedan con personal disponible para replazo cuando ya se han cubierto todos los descansos en el mes. Esto ocurre porque la cantidad necesaria de empleados de replazo suele ser una cifra con valores decimales, pero por obvias razones, el número de estos empleados debe redondearse hacia arriba. De aquí que después del cálculo final y la creación del cronograma correcto, haya empleados de replazo con menos días de trabajo asignado que los demás.

6.6 FESTIVOS ESPECIALES.

Son las fechas festivas que se caracterizan por tener un significado especial para la mayoría de las personas, tales como Carnavales, Semana Santa, navidad y el año nuevo. Se suelen asignar por premio en lugar de solicitud. Aunque los empleados nocturnos las pueden solicitar. A menudo se presentan muchas quejas por los “motivos” por los cuales estos días terminan siendo concedidos.

6.7 DIRECTOR DE OPERACIONES.

Persona encarga de la gerencia del personal, turnos de trabajo y descanso. Alrededor de la tercera semana de cada mes, dedica entre 2 y 3 días a ajustar el cronograma de trabajo y descanso para nocturnos del mes siguiente. Inicia analizando las solicitudes de descanso, aprobando o descartando según el caso, y luego pasa a la creación del cronograma.

7. MARCO CONTEXTUAL

7.1 RESEÑA

Multiservicios Megamas SAS, antes Megamas SA, fue fundada en Barranquilla en el año 2003 por un grupo de empresarios antioqueños. Inició sus actividades con objeto social enfocado en prestar los servicios de compra y venta con pacto de retroventa de joyería y electrodomésticos. Actualmente, además, ofrece también en venta productos tanto de primera como de segunda mano y recaudo de servicios públicos y de terceros.

Su zona de cobertura se halla en tres municipios del área metropolitana de la capital del departamento del Atlántico con 36 puntos de atención en los que se atiende las 24 horas todos los días del año.

7.2 MISIÓN

Megamas S.A.S es una empresa multiservicios que se encuentra disponible las 24 horas del día y los 365 días del año, ubicada en la ciudad de Barranquilla y su área metropolitana, a través de un comprometido equipo de trabajo, que brinda servicios de compras de joyas y artículos misceláneos con pacto de retroventa, recaudos a clientes institucionales, recargas y ventas de artículos nuevos y usados, siempre con responsabilidad, honestidad, confiabilidad, seguridad, respaldo, confidencialidad y transparencia.

7.3 VISIÓN

Para el 2020, Megamas S.A.S ampliara su cobertura geográfica en la ciudad de Barranquilla y su área metropolitana, manteniendo una mejora continua al sistema integrado de gestión, implementando una constante innovación de nuestro portafolio de productos y una excelente atención al cliente.

8. METODOLOGÍA

Por el carácter de esta investigación, en tanto que procura resolver un problema específico, se clasifica como proyectiva. Para esto, Hurtado da su apreciación al respecto afirmando que el enfoque de este tipo de investigaciones “*consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica*” (Hurtado, 2000).

Para resolver el problema al cual se enfrenta este proyecto aplicado, se ha diseñado un plan de acción que analiza los requerimientos y los aborda desde un flanco diferente al que típicamente se ha usado hasta el momento para la empresa. Dicho plan se plasma en las fases que se describen a continuación.

8.1 FASES METODOLÓGICAS PARA LLEVAR A CABO LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

8.1.1 FASE 1, ANÁLISIS:

- Se realizarán entrevistas con el personal de la empresa Megamas SAS con el fin de definir los requerimientos y restricciones del sistema.
- Se hará una revisión bibliográfica de casos exitosos que resuelvan problemas de optimización.
- Se hará una revisión bibliográfica de casos exitosos que resuelvan problemas almacenamiento de datos donde exista desconfianza en su manejo por parte de terceros.

8.1.2 FASE 2, LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:

- Se creará una consulta SQL que arroje la información correspondiente a los cambios de turno de todo el año 2018, adecuada a la estructura de datos de las bases de datos de Megamas SAS.
- Se consultará en las bases de datos de cada punto de atención de la empresa Megamas SAS la información correspondiente a las entregas de turno de todo el año 2018.
- Se creará con esta información el almacén de datos respectivo.

8.1.3 FASE 3, DESARROLLO:

- Se diseñará una aplicación de escritorio que cree los cronogramas de trabajo y descanso en la cual se implemente el área de la Inteligencia Artificial que mejor se adapte a los objetivos.
- Se diseñará un sistema de datos compartidos que dé confiabilidad en cuanto a la integridad e inmutabilidad de la información.
- Se desarrollará todo el sistema utilizando el lenguaje de programación C#, valiéndose de metodologías ágiles de desarrollo.

8.1.4 FASE 4, PRUEBAS:

- Con la aplicación se crearán todos los cronogramas de trabajo y descanso para el año 2018 tratando de emular las mismas condiciones que ocurrieron durante ese periodo de tiempo. Estos cronogramas se analizarán y se compararán con el resultado de las consultas en las bases de datos con el fin de saber si cumplen con los objetivos de la investigación.
- Se comprobará que los empleados puedan solicitar días de descanso y éstos puedan ser analizados y validados por el Director de Operaciones.

8.2 METODOLOGÍAS ÁGILES DE DESARROLLO

En el presente proyecto aplicado se implementarán algunas metodologías ágiles de desarrollo, las cuales, debido a su particularidad de ser adaptables (Cadavid, Martínez & Vélez, 2013), aportarán la flexibilidad necesaria para una investigación en la que se intenta descubrir cuál es la mejor solución a un problema específico.

Las dos metodologías que se aplicarán son:

8.2.1 EXTREME PROGRAMMING [XP]

Es muy práctica para proyectos con requisitos imprecisos y cambiantes (Duarte & Rojas, 2008). Aquí es necesario que el cliente haga parte prácticamente del desarrollo, con lo cual va probando las funcionalidades que se van completando.

8.2.2 SCRUM

Una de las características por las cuales es elegida radica en que implementa iteraciones de plazos cortos para tareas completas: A medida que una de sus funcionalidades se completa, pasa a probarse e implementarse (Duarte & Rojas, 2008).

8.3 RELACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA CON LAS LÍNEAS O SUB-LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La Inteligencia Artificial, y más específicamente para el caso, los Algoritmos Evolutivos, suelen tener cabida allí donde otros métodos tradicionales han presentado falencias en la resolución de un asunto específico, como, por ejemplo, la creación de cronogramas de turnos de trabajo y descanso para un mes entero, cubriendo 36 puntos de atención, con empleados que rotan entre ellos y muchas otras restricciones propias del negocio. Éste es un ejemplar de los

problemas de optimización catalogados como NP-Completo (Cortés, 2004), en el que tantas rutas de solución y complejas restricciones impiden que manualmente puedan ser abordados de manera sencilla.

Blockchain ha emergido de su particular mundo de las criptomonedas para cubrir la necesidad de garantizar la transparencia de la información. Cae como anillo al dedo precisamente para el caso particular de tener que certificar qué empleados, ubicados en distintos puntos de atención, con posibles fallas en la conectividad, seleccionaron con anticipación las fechas de descansos deseadas.

8.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA ESCOGIDA PARA DAR SOLUCIÓN AL PROBLEMA

Dentro del ámbito de la Inteligencia Artificial, es posible hallar un tipo de algoritmos conocidos como Genéticos o Evolutivos, cuya característica principal es la búsqueda de la mejor solución viable a un problema de optimización mediante el azar y la adaptación en sucesivos intentos a las necesidades del problema dado, de tal manera que, tras cierto tiempo de búsqueda, se halla una solución óptima.

Por otro lado, la tecnología Blockchain funciona como un libro mayor de contabilidad que opera de manera distribuida entre todos quienes tienen participación en él, y que, gestionado mediante criptografía, garantiza la fiabilidad de la información allí consignada.

8.5 LA DESCRIPCIÓN DE LA FORMA COMO SE HA DE RESOLVER EL PROBLEMA UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE PUNTA ESCOGIDA.

El algoritmo evolutivo creará los cronogramas de turnos de trabajo y descanso así:

- En primera instancia, hará 10 cronogramas llenando los turnos de manera aleatoria.

- Luego verificará en qué medida estos 10 cronogramas cumplen o se adaptan a las reglas del negocio, asignando a cada uno una calificación acorde.
- Enseguida seleccionará a los 2 cronogramas con las notas más altas.
- A partir de estos 2, creará otros 10 cronogramas mezclando al azar las características de los dos seleccionados y dejando un pequeño margen para que algunas de éstas propiedades muten al azar.
- Verificará la adaptación de estos nuevos 10 cronogramas hijos y les dará su calificación correspondiente.
- De entre estos 12 cronogramas (2 padres más 10 hijos), tomará a los 2 mejores.
- Repetirá el proceso hasta que la calificación de uno de los cronogramas creados logre el 100 %, o se lleguen a 15 mil intentos o se pare el algoritmo de manera manual.

La tecnología Blockchain garantizará la fiabilidad de la selección de días de descanso por parte de los empleados así:

- Permitirá en cada punto de atención que los empleados nocturnos seleccionen los días de descanso deseados del mes siguiente al mes en curso.
- Conectando todos los puntos de atención mediante una red peer to peer, hará un listado en cada punto de atención según las solicitudes de todos los empleados.
- Comparará todos los listados. Los que se repitan más tendrán prevalencia sobre los otros. Al final se tomará uno solo como válido, procurando el consenso y evitando posibles alteraciones mal intencionadas.

8.6 DESCRIBIR CÓMO SE EVIDENCIARÍA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA O APROPIACIÓN DE CONOCIMIENTO LUEGO DE DAR SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA APLICANDO LA TECNOLOGÍA MODERNA ESCOGIDA.

Las dos nuevas tecnologías que son aprovechadas en el presente proyecto aplicado, Inteligencia Artificial y Blockchain, usadas en conjunto resuelven un problema persistente a través de los años y a diferentes intentos de abordarlos con los métodos más clásicos, se constituyen en un ejemplo de cómo dar una mirada diferente a un asunto que viene arrastrando la productividad por largo tiempo, y cómo llegar a soluciones innovadoras, elegantes y muy efectivas.

Si bien los Algoritmos Evolutivos han estado presente por varias décadas, es bien sabido que suelen requerir mucha potencia de hardware para poder alcanzar unos resultados óptimos, situación que ha impedido que su uso haya sido realmente considerado como viable en muchos casos. Sin embargo, en el presente proyecto, se ha logrado su implementación combinando distintas estrategias que le han permitido no recargar el trabajo de las máquinas y sí obtener un tiempo de desempeño muy viable para la operación de la empresa.

En cuanto a Blockchain, aunque surgió en el año 2009 como soporte a las criptomonedas, sus particularidades se han aprovechado para garantizar la integridad de la información cuanto ésta debe ser compartida entre terceros de poca confianza. En el mercado se han estado lanzando proyectos que incluyen esta tecnología, algunos con enfoques públicos, muy estrictos en cuanto a la seguridad y uso de recursos, y otros especialmente para entornos privados, más livianos para las máquinas. De este tipo es la tecnología que se implementa en el presente trabajo mediante un desarrollo propio.

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1

Cronograma de actividades del proyecto

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Recolectar Datos	x		
Implementar el algoritmo evolutivo.		x	
Comprobar resultados		x	
Crear la Aplicación Descentralizada		x	x
Pruebas e implementación			x

10. RECURSOS NECESARIOS

Tabla 2

Recursos necesarios para la realización del proyecto

Recurso	Descripción	Presupuesto
Equipo Humano	Javier Enrique Quintero Ramírez	\$ 7.500.000
Equipos y Software	PC Core I7 8G RAM, Python, Jupyter Notebook, Anaconda, HyperLedger, Composer, Tensorflow, Visual Studio, C#, SQLite	PC \$ 2.200.000 Software Libre
Viajes y Salidas de Campo	NA	NA
Materiales y suministros	NA	NA
TOTAL: \$ 9.700.000		

11. RESULTADOS O PRODUCTOS ESPERADOS

Tabla 3

Resultados o productos esperados al finalizar el proyecto

Resultado / Producto	Indicador	Beneficiario
Data set con la programación de los turnos asignados para el mes siguiente.	Porcentaje de efectividad. Debe de estar muy cercano al 100%	Dirección Operativa
Aplicación descentralizada para los empleados.	Debe permitir seleccionar los 4 posibles descansos del mes siguiente.	Empleados
Ponencia sobre el Proyecto Aplicado	Presentación de la ponencia	Comunidad Académica

12. CAPÍTULO 1

12.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Se realizaron varias reuniones con el Director de Operaciones de Multiservicios Megamas SAS, encargado de la programación de trabajos de los empleados nocturnos, con el fin de recabar la información necesaria para la elaboración de dichos turnos, entre ellas las relacionadas a las reglas que la empresa ha establecido para asignar los días de descanso, las dificultades que esto representa y la manera cómo se venía haciendo el proceso.

En relación a lo anterior, se hallaron las siguientes condiciones y restricciones:

- Los 36 puntos de atención abren todos los días del año.
- Hay un empleado nocturno por cada punto de atención.
- Cada empleado nocturno debe descansar 4 días cualesquiera del mes.
- Los empleados que reemplazan a quienes descansan deben a su vez contar con el mismo número descansos.
- Cuando el descanso se toma previo a un día festivo, automáticamente se toman como descanso todos los días festivos consecutivos que se presenten, aun cuando éstos pertenezcan, todos o algunos, al mes siguiente.
- Los empleados que reemplazan en día previo a un puente festivo trabajarán todos los días festivos consecutivos que se presenten, aun cuando éstos pertenezcan, todos o algunos, al mes siguiente.
- Los empleados pueden solicitar los días de descanso del mes que quieren descansar.
- El Director de Operaciones es quien aprueba estas solicitudes con base en la disponibilidad de personal de reemplazo.

- Ningún empleado puede acaparar los descansos correspondientes a fines de semana. Éstos se deben dar de forma equitativa.
- Los festivos especiales (fiestas decembrinas, Carnavales y Semana Santa) se otorgan a discreción del Director de Operaciones.
- El intercambio de turnos entre empleados sólo puede darse bajo la autorización del Director de Operaciones.
- El cronograma debe ajustarse sobre la marcha cuando se presentan incapacidades u otras eventualidades.
- Si al final sobran turnos laborables de empleados, éstos deben trabajar en la jornada diurna.

12.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

12.2.1 ENTORNO DE DIRECTOR DE OPERACIONES

- Podrá registrar empleados, actualizar su estado y su cargo de tipo de nocturno (fijo o de reemplazo).
- Podrá registrar los días feriados.
- Podrá asignar descansos manualmente.
- Podrá seleccionar el mes y el año sobre el cual se va a hacer la programación de turnos de trabajo y descanso.
- Podrá exportar el resultado a una hoja de cálculo.

12.2.2 ENTORNO EMPLEADOS NOCTURNOS

- Podrán solicitar las fechas de descanso deseadas para el mes siguiente al mes en curso.

12.3 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS

- La aplicación exigirá el ingreso con credenciales a cada usuario, dependiente del perfil (Empleado nocturno o Director de Operaciones), desplegará las opciones necesarias.
- La aplicación registrará en base de datos el cronograma final seleccionado.
- La aplicación registrará en base de datos las aprobaciones de solicitud de descanso.
- La aplicación no permitirá la modificación de los registros previos.

12.4 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

12.4.1 TIEMPO DE CÁLCULO.

Una de las principales razones por las cuales se hace necesaria la sistematización de la creación de los cronogramas de turnos de descanso y trabajo para el personal nocturno es el exagerado tiempo que este proceso le toma al Director de Operaciones, de ahí que este sea una de las exigencias primordiales de la aplicación: la generación de dichos cronogramas no debe tomar más de media hora.

12.4.2 USO DE RECURSOS.

Los algoritmos utilizados en Inteligencia Artificial suelen necesitar equipos de hardware muy poderosos, situación que haría inviable la implementación de la aplicación propuesta si se fuera imprescindible tener que invertir en la adquisición de nuevos y potentes sistemas de cómputo. La aplicación propuesta debe poder ejecutarse sin problemas en los equipos personales o en los servidores con que ya cuenta la empresa.

12.4.3 CONFIABILIDAD

Los cronogramas realizados manualmente han sido recurrentes en presentar falencias en cuanto a la exactitud de los turnos asignados, situación que causa traumatismos en el normal funcionamiento de la empresa. Es por ello que la aplicación propuesta debe procurar cumplir al 100% con la asignación de turnos de trabajo y descanso sin caer en doble cubrimiento de descanso o, por el contrario, descansos no cubiertos. De no alcanzar el total esperado de porcentaje de exactitud en un suficiente número de intentos, la aplicación podrá detenerse y mostrar al usuario los descansos que resten por asignar, para que sea éste quien termine de ajustar los horarios.

12.4.4 SEGURIDAD

La aplicación presentará versiones diferentes para cada tipo de usuario, de tal manera que cada uno de ellos sólo pueda interactuar con la opción correspondiente y manipular la información adecuada a su perfil en la empresa.

La base de datos estará protegida de accesos no autorizados y los scripts que serán parte del Blockchain estarán salvaguardados por la estructura en sí de esta tecnología.

12.5 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO DE LA APLICACIÓN

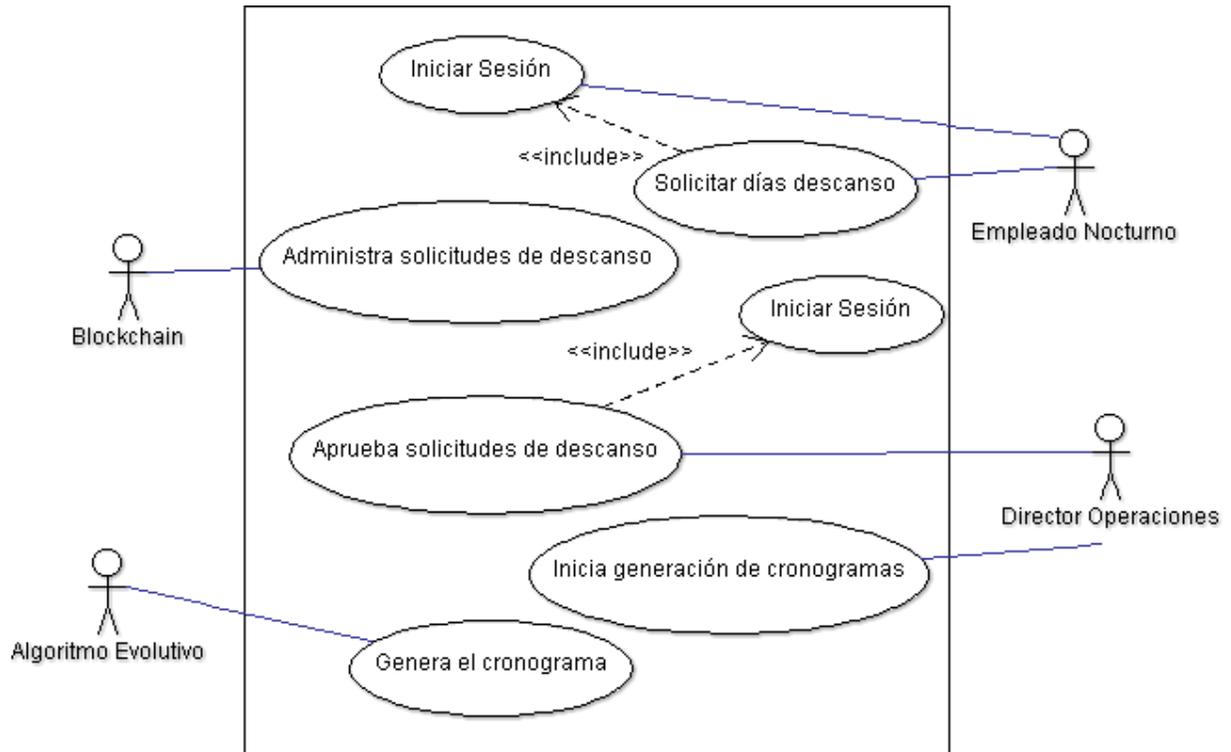


Imagen 2. Caso de uso Algoritmo Evolutivo y Blockchain

13. CAPÍTULO 2

13.1 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Actualmente, los cronogramas de turnos de trabajo y descanso se realizan y se publican en hojas de cálculos. Trabajar con este tipo de archivos haría un poco más dispendiosa la labor de acopio y posterior consolidación. Sin embargo, en las bases de datos del sistema de información operacional de la empresa se podrá encontrar para cada punto de atención los registros correspondientes a las entregas de caja, que es como en Megamas SAS llaman al proceso de cambios de turnos entre empleados y entrega del dinero del efectivo en caja.

Con estos registros, en los cuales se encuentra especificado el punto de atención, la fecha, el empleado y el cargo de éste, entre otros datos, es posible establecer con mucha más certeza quién hizo el turno de nocturno en qué punto de atención y en qué fecha. Se obtendría así el cronograma de facto que realmente se llevó a cabo durante cada mes (y no el que se planeó en Excel), libre de los posibles errores que se hubieran podido cometer en las hojas de cálculo.

En la imagen 3 se puede apreciar la consulta que se efectúa en cada una de las bases de datos correspondientes a los puntos de atención:

```
select enc.puntoAtencion as PuntoAtencion
      ,enc.fechaEntregaCaja as FechaCaja
      ,emp.nombreEmp + ' ' + emp.apellidoEmp as Empleado
      ,per.nombrePerfil as Cargo
from entregasCaja enc
  inner join empleados emp
      on enc.IdEmpRecibe = emp.Id_Emp
  inner join perfiles per
      on emp.codPerfil = per.codPerfil
where enc.fechaEntregaCaja between '2018-01-01' and '2018-12-31'
      and per.nombrePerfil in ('Nocturno Fijo','Nocturno Rotativo')
```

Imagen 3. Script SQL para consulta en bases de datos

En el siguiente cuadro se plasma un extracto de lo que arroja la consulta, exportados en hoja de cálculo:

Tabla 4

Extracto del resultado de la consulta en las bases de datos

PuntoAtencion	FechaCaja	Empleado	Cargo
1	2/01/2018	CARLOS PEREZ VIDALEZ	Nocturno Fijo
1	3/01/2018	CARLOS PEREZ VIDALEZ	Nocturno Fijo
1	4/01/2018	CARLOS PEREZ VIDALEZ	Nocturno Fijo
1	5/01/2018	MAIKOL MARTÍNEZ	Nocturno Rotativo
1	6/01/2018	CARLOS PEREZ VIDALEZ	Nocturno Fijo
1	9/01/2018	CARLOS PEREZ VIDALEZ	Nocturno Fijo
1	10/01/2018	CARLOS PEREZ VIDALEZ	Nocturno Fijo
1	11/01/2018	PEDRO VARGAS	Nocturno Rotativo
1	12/01/2018	CARLOS PEREZ VIDALEZ	Nocturno Fijo
1	13/01/2018	CARLOS PEREZ VIDALEZ	Nocturno Fijo
1	15/01/2018	CARLOS PEREZ VIDALEZ	Nocturno Fijo

14. CAPÍTULO 3

14.1 ALGORITMOS EVOLUTIVOS

14.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL ALGORITMO EVOLUTIVO DEL PROYECTO:

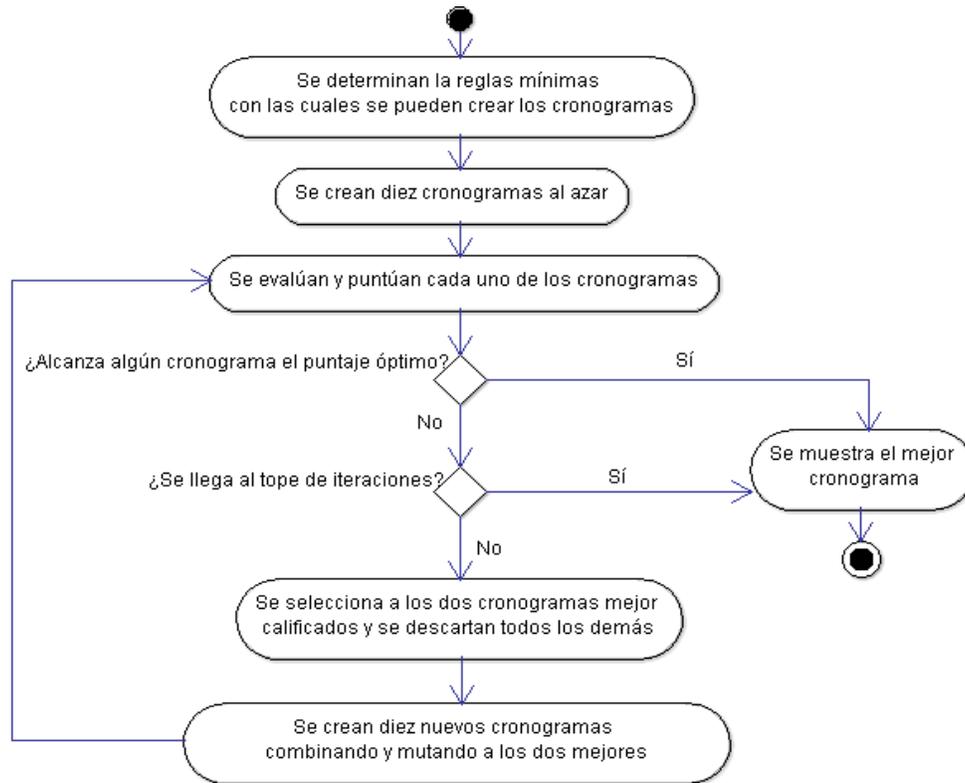


Imagen 4. Diagrama de flujo del algoritmo evolutivo implementado

14.1.2 CALCULAR NÚMERO DE EMPLEADOS DE REEMPLAZO NECESARIOS.

El primer paso para generar los cronogramas de turnos de trabajo y descanso es conocer la cantidad de reemplazos que se deben realizar para un mes determinado. Es de aclarar que éstos cambian de un mes a otro, debido al número de días que tenga.

Primero se debe hallar el número de días hábiles por empleado:

$$\text{“Días hábiles por empleado”} = \text{“Días mes”} - \text{“Días Descanso”}$$

Luego se debe hallar el número total de descansos multiplicando el número de puntos de atención por los descansos por mes:

$$\text{“Total Días Descanso”} = \text{“Puntos de Atención”} \times \text{“Descansos por Mes”}$$

Y finalmente se halla el número de reemplazo necesario:

$$\text{“Empleados para reemplazo”} = \text{“Total Días Descanso”} / \text{“Días hábiles por empleado”}$$

Hay que tener en cuenta que este resultado pudiera arrojar un número decimal, en tal caso habría que redondear hacia arriba al entero más próximo.

14.1.3 CREAR LOS PRIMEROS CRONOGRAMAS AL AZAR

Teniendo un listado de puntos de atención, un empleado fijo asignado a cada uno de ellos, el calendario de un mes con sus días festivos, los días de descansos reservados y aprobados y un número seleccionado de empleados para hacer los reemplazos, se crean 10 cronogramas de forma azarosa: es decir, se asignan días de descansos fortuitamente, como si de jugar a los dados se tratara, pero teniendo en cuenta al menos las siguientes consideraciones:

- A cada empleado fijo se le deben asignar obligatoriamente 4 días de descanso. Podrán ser cualquiera día del mes. Si ha reservado días, entonces deben estar incluidos dentro de los 4.
- A cada día de descanso se asignar un empleado de reemplazo cualquiera.
- Cada empleado de reemplazo podrá ser asignado un número de veces tal que no exceda el número de días del mes menos 4. Si ha reservado días, estos deben estar incluidos dentro de los 4 días que no puede ser asignado.

14.1.4 SELECCIÓN DE LOS MEJORES

Una vez se hayan otorgado los primeros turnos al azar, por cada uno de los cronogramas se ponderan individualmente cada una de sus asignaciones. Se les otorga simplemente una calificación binaria: está bien o está mal, según cumpla o no con el total de las restricciones y reglas. De esta manera, con base en la relación que exista entre positivas y negativas, se halla un valor percentil para cada cronograma, lo cual establecerá qué tan cerca está de cumplir con todas condiciones necesarias para ser un cronograma óptimo. Se toma entonces del conjunto total de ellos los dos que más se acerquen porcentualmente al objetivo final.

14.1.5 COMBINACIÓN DE LOS MEJORES

Tomando como unidad mínima de cada cronograma las asignaciones de descansos por cada empleado fijo, se genera una combinación aleatoria de estas unidades para crear otros diez cronogramas a partir de los dos mejores seleccionados. Cada unidad, al ser seleccionada para hacer parte de un nuevo cronograma, pasa por una función dentro de la cual hay un 5 por ciento de probabilidad de que sus propiedades cambien al azar dentro de un rango de sus posibles valores.

14.1.6 BÚSQUEDA DEL MEJOR

A partir de aquí, tomando los dos mejores de la generación anterior más los 10 nuevos cronogramas creados a partir de aquellos, se efectuarán combinaciones y selecciones iterativamente hasta que alguno de los cronogramas alcance el 100 por ciento de la clasificación o hasta que se hayan cumplido 15 mil iteraciones.

Cumplidas una de estas dos condiciones, al algoritmo se detendrá y se mostrará el mejor de los cronogramas.

14.1.7 INTERFAZ APLICACIÓN ALGORITMO GENÉTICO:

En la imagen 6 se ve a la aplicación ejecutándose. Muestra un 88.19 % de optimización, alcanzado luego de 36 iteraciones o generaciones

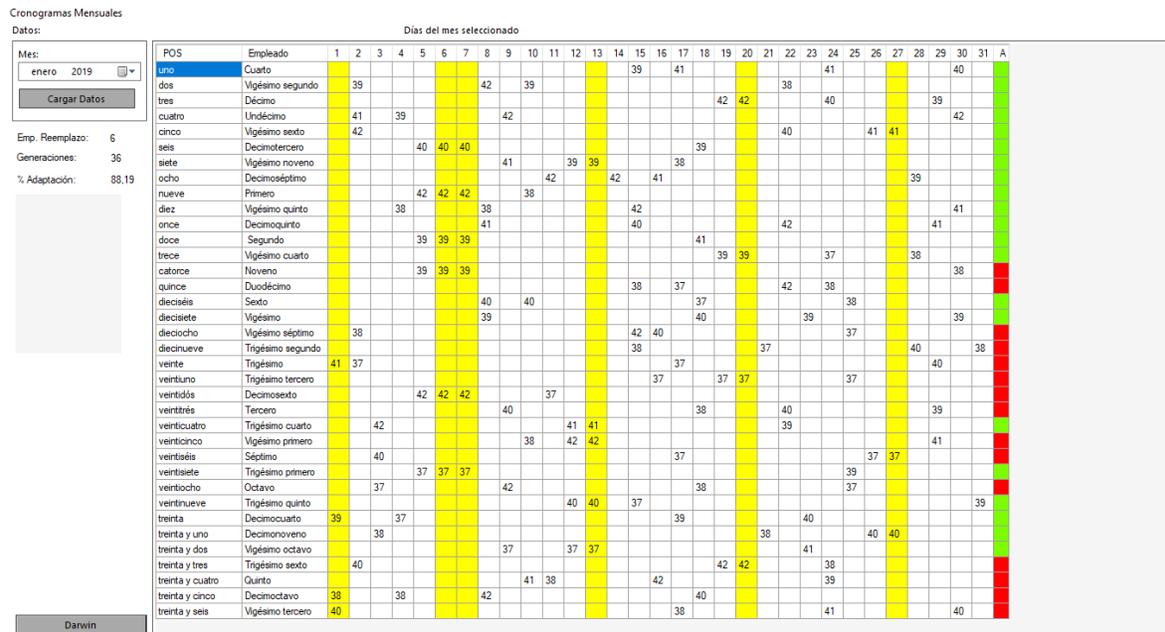


Imagen 5. Toma de pantalla de la ejecución de la aplicación que realiza la creación de los cronogramas mediante algoritmo evolutivo.

En la imagen 7 se muestra el proceso terminado con un 100 % de optimización, alcanzado luego de 2.828 iteraciones o generaciones

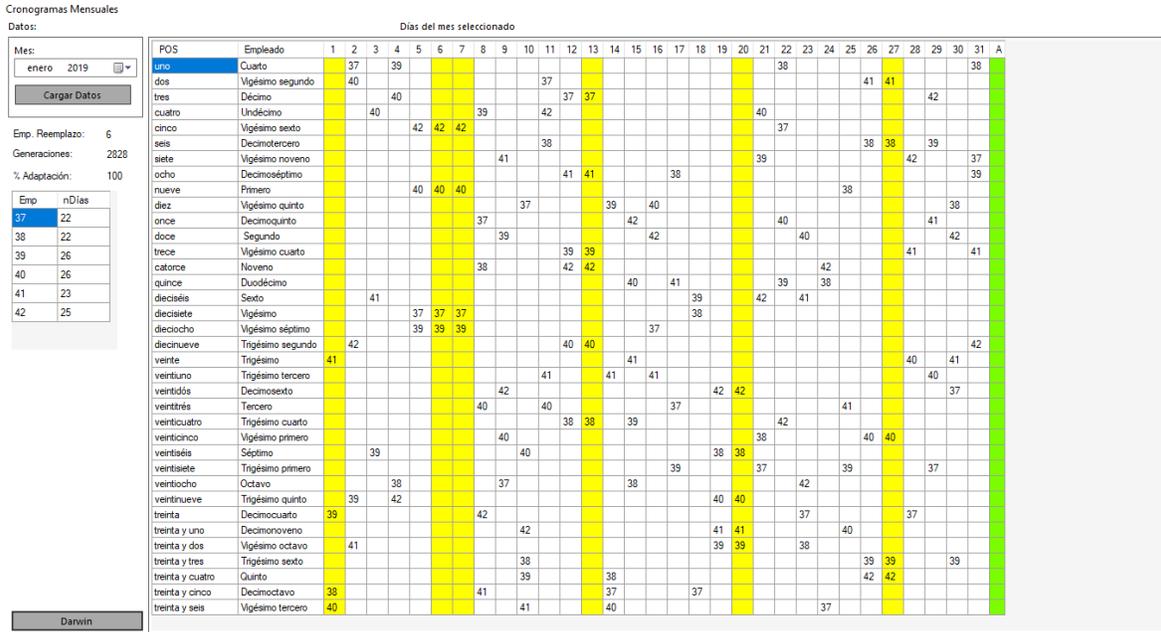


Imagen 6. Toma de pantalla de la aplicación una vez finalizada la búsqueda del mejor cronograma mediante algoritmo evolutivo.

14.2 BLOCKCHAIN

Para la implementación de la tecnología basada en las cadenas de bloques se ha optado por una de carácter privado de desarrollo propio, la cual cumplirá con los puntos esenciales de una red de este tipo: inmutabilidad de registros, rastreo de transacciones y distribución de datos.

14.2.1 INTERFAZ DE USUARIO NOCTURNO

Solicitar días de descanso:

Punto de Atención: veinticuatro Empleado: Trigésimo cuarto

Descanso[1]	Descanso[2]	Descanso[3]	Descanso[4]
2019-01-12	2019-01-13	2019-01-22	

Enviar Solicitud

Imagen 7. Interfaz gráfica para la solicitud de días de descanso por parte de los empleados nocturnos.

14.2.2 CASO DE USO USUARIO NOCTURNO

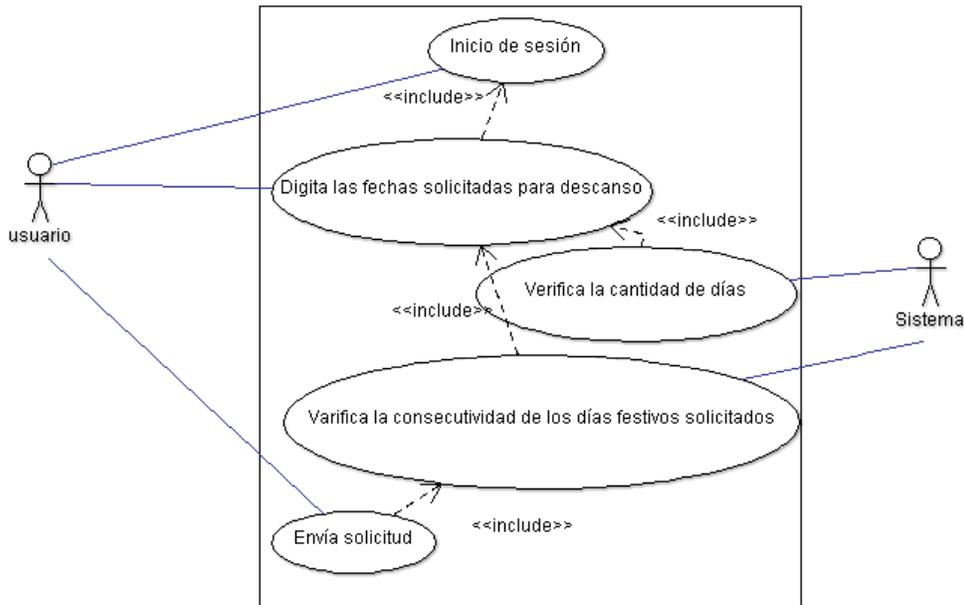


Imagen 8. Caso de uso para el usuario nocturno

La aplicación por medio de la cual los usuarios acceden a la Blockchain privada (ABP en adelante) posee una interfaz que valida primero el ingreso del usuario y luego le permite seleccionar y reservar máximo cuatro fechas de descanso. La ABP validará que no se escoja más de un festivo no consecutivo, en concordancia con las reglas de la empresa en materia de asignación de descansos.

14. 2.3 RED

Se ha implementado una red tipo Peer to Peer mediante una VPN entre todos los puntos de atención con un directorio compartido, establecido especialmente para este sistema, en el cual se depositarán los “bloques” con la información que cada usuario vaya creando con la selección de sus días de descanso.

14. 2.4 CADENA DE BLOQUES

Cada bloque es una unidad de información que contiene los siguientes datos:

- Usuario que efectúa la solicitud de descanso
- Fecha para la cual efectúa la solicitud de descanso
- La marca de tiempo en milésimas de segundo del momento en que hace la solicitud.
- El Hash de la actual cadena de bloques
- El Hash de este bloque

Por lo que una cadena de bloques es el listado en orden de tiempo de la información descrita.

Posee además un Hash para garantizar su integridad.

14. 2.5 MANEJO DE LA CADENA DE BLOQUES

Cada vez que un empleado nocturno seleccione un día de descanso, la ABP publicará en el directorio compartido un nuevo bloque de datos.

Cada cierto intervalo establecido de tiempo (cada día, medio día, hora, etc.), se establece una suspensión momentáneamente de la solicitud de fechas de descanso, mientras tanto la ABP busca nuevos bloques de datos, los cuales serán identificados y validados en su integridad por su Hash. Para esto se mantendrá un registro de ellos.

Al identificar y validar la aparición de nuevos bloques, la ABP, en orden temporal, agrega cada uno de ellos a la cadena de bloques y publica en el directorio compartido la nueva cadena de bloques con su Hash y un identificador único.

La ABP de cada punto de atención comparará su cadena de bloques publicada con la de los demás. Si encuentra otra con el mismo Hash, es decir, idéntica, comparará las fechas de creación. Si la suya es más reciente, otorgará un voto (y cederá los que hubiere obtenido previamente) a favor de la más antigua y borrará la suya.

Como cada ABP de cada punto de atención realiza las mismas funciones, al final del ciclo sólo quedarán las más antiguas cadenas de bloques con tantos votos como hayan obtenido.

Justo antes de cumplirse el nuevo intervalo de tiempo, cada ABP que no haya borrado su cadena de bloques revisará sus votos y si hubiere otra con mayor cantidad, -o si hay empate, una más antigua-, concluirá borrando la suya. Esto dejará una sola cadena de bloques, la cual será la que, hallada por consenso, se tome como base para el siguiente ciclo.

La duración de cada ciclo se deberá establecer según el tiempo de latencia en la participación del consenso de cada punto de atención, en relación a las posibles fallas de conectividad, fluido eléctrico, etc.

14. 2.6 INTERFAZ DE USUARIO DIRECTOR DE OPERACIONES:

Solicitudes de Descanso

Seleccionar Mes: 2019

N°	Punto de Atención	Empleado	Descanso[1]	Aut[1]	Descanso[2]	Aut[2]	Descanso[3]	Aut[3]	Descanso[4]	Aut[4]
1	dos	Vigésimo segundo	2019-01-02	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
2	cinco	Vigésimo sexto	2019-01-22	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
3	nueve	Primero	2019-01-05	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-06	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-07	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-22	<input type="checkbox"/>
4	once	Decimoquinto	2019-01-08	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-15	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-22	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-29	<input checked="" type="checkbox"/>
5	quince	Duodécimo	2019-01-15	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-17	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-22	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-24	<input checked="" type="checkbox"/>
6	diecinueve	Trigésimo segundo	2019-01-02	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
7	veinte	Trigésimo	2019-01-01	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
8	veinticuatro	Trigésimo cuarto	2019-01-12	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-13	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-22	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
9	treinta	Decimocuarto	2019-01-01	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
10	treinta y cuatro	Quinto	2019-01-02	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
11	treinta y cinco	Decimoctavo	2019-01-01	<input checked="" type="checkbox"/>	2019-01-08	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
12	treinta y seis	Vigésimo tercero	2019-01-01	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Imagen 9. Pantalla interfaz gráfica Director de Operaciones.

Finalizado el plazo estipulado durante el mes para solicitar días de descanso, el Director de Operaciones accederá a la aplicación donde hallará las solicitudes hechas previamente por los

empleados nocturnos. Si para una sola fecha el número de solicitudes excede el número de empleados de reemplazo disponibles, deberá seleccionar a cuáles empleados se los concede. Tendrá la potestad de asignarle al resto otras fechas o dejar que la aplicación lo realice. En este momento podrá dar inicio al algoritmo evolutivo para que cree el cronograma.

14. 2.7 CASO DE USO USUARIO DIRECTOR DE OPERACIONES:

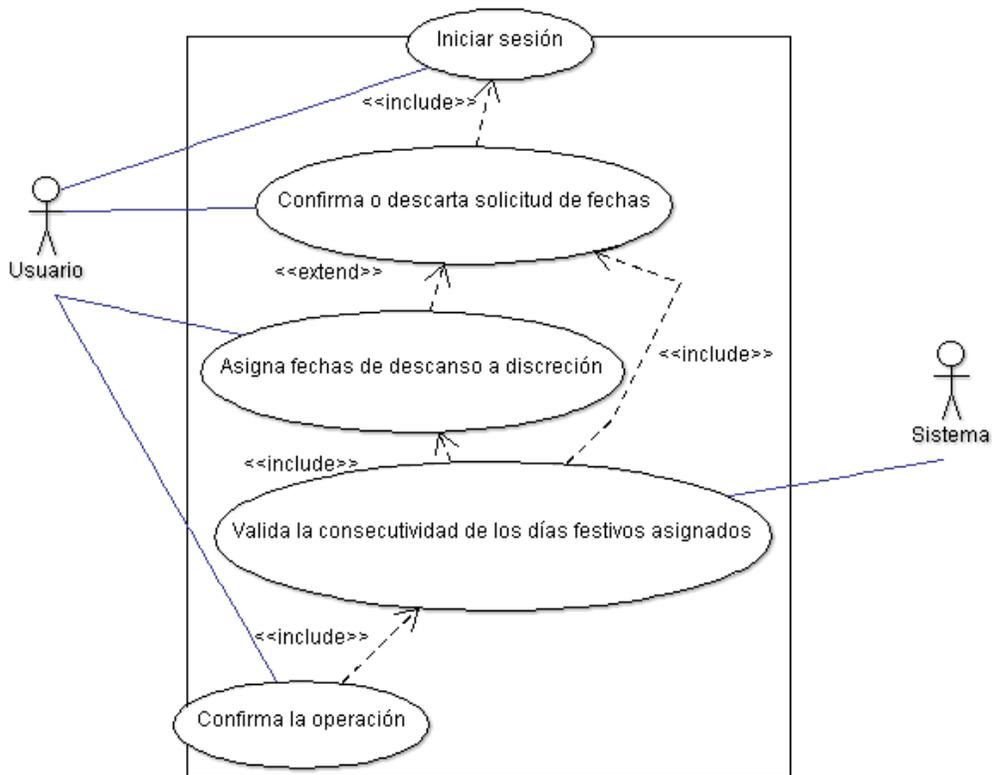


Imagen 10. Caso de uso Director de Operaciones

15. CAPÍTULO 4

Para comparar los resultados de la aplicación en relación a la real distribución de días de trabajo y descanso, se ha realizado una imitación de lo acontecido durante todo el año 2018, reproduciendo los cronogramas con condiciones tan similares como fue posible, es decir, estableciendo los mismos empleados fijos, los mismos empleados de descanso y solicitando para algunos casos los mismos días de descanso que se dieron en su momento.

15.1 PRUEBAS DE BLOCKCHAIN

En tanto que el objetivo principal de esta tecnología es permitir que los empleados nocturnos soliciten días de descanso, las pruebas para este caso han consistido simplemente en constatar que tales peticiones se vean reflejadas en la interfaz de usuario del Director de Operaciones, para que éste, en su saber y entender, las apruebe o descarte.

Sin embargo, Blockchain posee ciertas características de seguridad, tolerancia a fallas y garantía de la integridad de la información, que sería incompleto el trabajo si no se hicieran pruebas de fallos simulados para constatar su comportamiento en tales escenarios, como, por ejemplo:

15.1.1 FALLA EN LA CONECTIVIDAD DEL PUNTO DE ATENCIÓN:

Mientras esta situación se presenta, la aplicación sólo procesa los nuevos bloques que ella misma produzca. Una vez se dé la reconexión, identifica los demás bloques y cadenas de éstos y realiza los procesos retrasados con normalidad. Como la prioridad es la marca de tiempo de los bloques o cadenas, esta latencia, mientras no haya finalizado el ciclo, no es problema. Es por ello que este periodo de tiempo debe tener en cuenta estas posibles fallas.

15.1.2 MANIPULACIÓN DE DATOS:

Los datos contenidos dentro de los bloques están cifrados y validados con funciones Hash, lo cual hace muy difícil la alteración de dicha información. Aun así, si esta situación se llegara a presentar, el hecho de que todos los demás puntos de atención posean registro de todos los bloques y cadenas y seleccionan por mayoría la cadena de bloques válida, la manipulación mal intencionada del registro de pedidos de descanso adquiere un nivel más de dificultad.

15.2 PRUEBAS DEL ALGORITMO

Al generar todos los cronogramas del año 2018 y compararlos con los datos consolidados de las bases de datos de los puntos de atención, se obtuvieron los siguientes resultados:

- 100 % exactitud en el cumplimiento de las reglas establecidas para la creación de cronogramas
- Las no coincidencias con los cronogramas reales acaecidos durante el 2018

corresponden a:

1. cambios sobre la marcha por incapacidades que se presentaron y otros tipos de casos de fuerza mayor;
2. vacaciones, las cuales no se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la aplicación debido a que, por políticas de la empresa, éstas serán manejadas de forma diferente.
3. Se presenta un aumento considerable de tiempo invertido para hallar el mejor cronograma en la medida en que aumentan los días de descansos solicitados.

En la imagen 12 se puede apreciar la gráfica correspondiente:

Tiempo Promedio para Hallar el Mejor Cronograma Según Descansos Solicitados

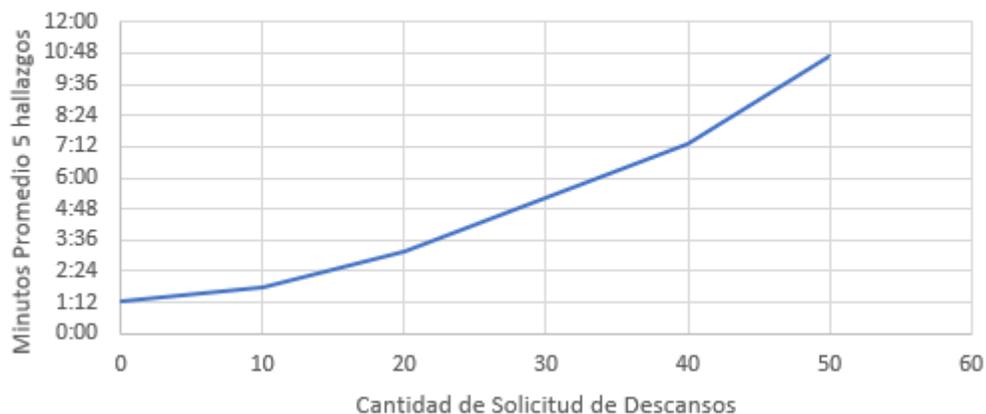


Imagen 11. Tiempo promedio de creación para hallar el mejor cronograma según la cantidad de descansos solicitados,

Dados los resultados, es posible concluir que el algoritmo es altamente efectivo para crear los cronogramas de trabajo y descanso, si bien presenta un aumento considerable de tiempo invertido en relación directa al número de descansos que los empleados nocturnos hayan realizado.

16. CONCLUSIONES

Los objetivos del presente proyecto aplicado derivaron en el uso y aprovechamiento de dos nuevas tecnologías en el ámbito computacional para hallar la solución a un problema que desbordaba, en términos de eficiencia, tanto la capacidad de humana como la tecnológica, cuando ésta se usaba en su versión más clásica y convencional. Es así entonces que llegamos a sendas conclusiones para cada una de las tecnologías utilizadas:

- **Inteligencia Artificial:**
 - Los Algoritmos Genéticos o Evolutivos son útiles para hallar una solución óptima a los problemas de optimización que no tienen una única resolución viable, sino que, por el contrario, las posibles respuestas pueden superar los millares o, incluso, los millones.
 - La combinación de los Algoritmos Evolutivos con programación convencional hace posible la disminución de los requerimientos de cómputos de los primeros, lo cual permite su implementación en ámbitos más sencillos y con menores costos.
 - El estándar en cuanto a Algoritmos Genéticos, en fiel imitación del proceso evolutivo de las especies, procura realizar sus modificaciones en el nivel más bajo del sistema de información tratante: para el caso de los sistemas biológicos, los alelos; para el presente caso, el sistema binario. Sin embargo, en este trabajo se ha omitido tal escenario, obteniendo de igual manera excelentes resultados y por lo tanto ahorros en tiempos de desarrollo, validaciones y requerimientos de hardware.

- Blockchain:
 - Esta tecnología permite garantizar en gran medida que la información consignada en un sistema de información permanezca inalterada
 - Puede ser aprovechada de igual manera en ámbitos puramente privados, donde se requiera de una alta confiabilidad en los datos.
 - El hecho de poder funcionar un ambiente cerrado, y por lo tanto de no necesitar de altísimas validaciones de seguridad, hace posible su uso con menos requerimientos de hardware, lo cual reduce igualmente los costos.
 - Puede ser implementada mediante desarrollo propio, permitiendo ajustarse muy íntimamente con las necesidades que plantea el problema por resolver.

17. BIBLIOGRAFÍA

- Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., ... & Kudlur, M. (2016, November). Tensorflow: a system for large-scale machine learning. In OSDI (Vol. 16, pp. 265-283). Recuperado de <https://www.usenix.org/conference/osdi16/technical-sessions/presentation/abadi>
- Amador Hidalgo, L. (1996). Inteligencia artificial y sistemas expertos. Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones. Recuperado de http://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/6938/Luis%20Amador_Inteligencia%20artificial_1996-1.pdf?sequence=1
- Cachin, C. (2016, July). Architecture of the hyperledgerblockchain fabric. In Workshop on Distributed Cryptocurrencies and Consensus Ledgers (Vol. 310). Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/f852/c5f3fe649f8a17ded391df0796677a59927f.pdf>
- Cadavid, A. N., Martínez, J. D. F., & Vélez, J. M. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2), 30-39. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250736004.pdf>
- Carlozo, L. (2017). What is blockchain?. *Journal of Accountancy*, 224(1), 29. <https://search.proquest.com/openview/6aeb105a9f99672496ae2fc72dc53c2e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=41065>
- Castro, M., Druschel, P., Kermarrec, A. M., & Rowstron, A. I. (2002). SCRIBE: A large-scale and decentralized application-level multicast infrastructure. *IEEE Journal on Selected Areas in communications*, 20(8), 1489-1499. Recuperado de <https://www.cs.cornell.edu/people/egs/cs6460-spring10/scribe.pdf>
- Conoscenti, M., Vetro, A., & De Martin, J. C. (2017, May). Peer to Peer for Privacy and Decentralization in the Internet of Things. In 2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C) (pp. 288-290). IEEE. Recuperado de https://iris.polito.it/bitstream/11583/2665723/1/peer-to-peer_for_privacy_and_decentralization_in_the_internet_of_things.pdf
- Cortés, A. (2004). Teoría de la complejidad computacional y teoría de la computabilidad. *RISI. Revista de Investigación de Sistemas e Informática*, 1(1), 102-105. Recuperado de http://200.62.146.19/bibvirtualdata/publicaciones/risi/N1_2004/a14.pdf
- Cruz, J. A., & Wishart, D. S. (2006). Applications of machine learning in cancer prediction and prognosis. *Cancerinformatics*, 2, 117693510600200030. Recuperado de <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/117693510600200030>
- de Marcos, E. D. F. (2017). Los Smart contract. *Actualidad administrativa*, (7), 9.

- Duarte, A. O., & Rojas, M. (2008). Las metodologías de desarrollo ágil como una oportunidad para la ingeniería del software educativo. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 5(2), 159-171. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1331/133115027022.pdf>
- El Naqa, I., & Murphy, M. J. (2015). What is machine learning?. In *Machine Learning in Radiation Oncology* (pp. 3-11). Springer, Cham.
- Girija, S. S. (2016). *Tensorflow: Large-scale machine learning on heterogeneous distributed systems*.
- Herley, C. E. (2008). U.S. Patent No. 7,343,418. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *La Investigación Proyectiva. Metodología de la*.
- Kremer, J., Stensbo-Smidt, K., Gieseke, F., Pedersen, K. S., & Igel, C. (2017). Big universe, big data: machine learning and image analysis for astronomy. arXiv preprint arXiv:1704.04650. Recuperado de <https://arxiv.org/pdf/1704.04650>
- Kuderer, M., Gulati, S., & Burgard, W. (2015, May). Learning driving styles for autonomous vehicles from demonstration. In *Robotics and Automation (ICRA), 2015 IEEE International Conference on* (pp. 2641-2646). IEEE. Recuperado de <http://ais.informatik.uni-freiburg.de/publications/papers/kuderer15icra.pdf>
- Leventhal, B. (2010). An introduction to data mining and other techniques for advanced analytics. *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice*, 12(2), 137-153. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1057/dddmp.2010.35>
- Ma, C., Zhang, H. H., & Wang, X. (2014). Machine learning for big data analytics in plants. *Trends in plant science*, 19(12), 798-808.
- Matich, D. J. (2001). *Redes Neuronales: Conceptos básicos y aplicaciones*. Universidad Tecnológica Nacional, México. <ftp://decsai.ugr.es/pub/usuarios/castro/Material-Redes-Neuronales/Libros/matich-redesneuronales.pdf>
- Mejía Caballero, J. M. (2009). *Asignación de horarios de clases universitarias mediante algoritmos evolutivos* (Master's thesis, Maestría en Ingeniería Industrial). Recuperado de <http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/80/84032706.pdf?sequence=1>
- Minguillón i Alfonso, J., & Pujol Capdevila, J. (2002). *Árboles de decisión*. Recuperado de <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/75448/%C3%81rboles%20de%20decisi%C3%B3n.pdf?sequence=1>
- Nasrabadi, N. M. (2007). Pattern recognition and machine learning. *Journal of electronic imaging*, 16(4), 049901.

- O'Neil, C., & Schutt, R. (2013). *Doing data science: Straight talk from the frontline*. " O'Reilly Media, Inc."
- Orea, S. V., Vargas, A. S., & Alonso, M. G. (2005). Minería de datos: predicción de la deserción escolar mediante el algoritmo de árboles de decisión y el algoritmo de los k vecinos más cercanos. *Ene*, 779(73), 33 Recuperado de http://fcaenlinea1.unam.mx/anexos/1566/1566_u6_anexo6.pdf
- Pezzella, F., Morganti, G., & Ciaschetti, G. (2008). A genetic algorithm for the flexible job-shop scheduling problem. *Computers & Operations Research*, 35(10), 3202-3212
- Riquelme Santos, J. C., Ruiz, R., & Gilbert, K. (2006). Minería de datos: Conceptos y tendencias. *Inteligencia artificial: Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 10(29), 11-18. Recuperado de <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/43290/Miner%C3%ADa%20de%20datos.pdf?sequence=1>
- Tackmann, B. (2017). Secure event tickets on a blockchain. In *Data privacy management, Cryptocurrencies and Blockchain technology* (pp. 437-444). Springer, Cham.

RESUMEN ANALÍTICO RAE

TEMA	Inteligencia Artificial, Blockchain
TÍTULO	Creación de cronogramas de turnos de trabajo y descanso variables mediante Inteligencia Artificial y Blockchain
AUTORES	Javier Enrique Quintero Ramírez
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	<p>Amador Hidalgo, L. (1996). Inteligencia artificial y sistemas expertos. Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones. Recuperado de http://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/6938/Luis%20Amador_Inteligencia%20artificial_1996-1.pdf?sequence=1</p> <p>Cadavid, A. N., Martínez, J. D. F., & Vélez, J. M. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. <i>Prospectiva</i>, 11(2), 30-39.</p> <p>Cortés, A. (2004). Teoría de la complejidad computacional y teoría de la computabilidad. <i>RISI. Revista de Investigación de Sistemas e Informática</i>, 1(1), 102-105.</p> <p>Castro, M., Druschel, P., Kermarrec, A. M., & Rowstron, A. I. (2002). SCRIBE: A large-scale and decentralized application-level multicast infrastructure. <i>IEEE Journal on Selected Areas in communications</i>, 20(8), 1489-1499</p> <p>Conoscenti, M., Vetro, A., & De Martin, J. C. (2017, May). Peer to Peer for Privacy and Decentralization in the Internet of Things. In 2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C) (pp. 288-290). IEEE.</p> <p>Duarte, A. O., & Rojas, M. (2008). Las metodologías de desarrollo ágil como una oportunidad para la ingeniería del software educativo. <i>Revista Avances en Sistemas e Informática</i>, 5(2), 159-171.</p> <p>Hurtado de Barrera, Jacqueline. "La Investigación Proyectiva." <i>Metodología de la</i> (2000).</p> <p>Kuderer, M., Gulati, S., & Burgard, W. (2015, May). Learning driving styles for autonomous vehicles from demonstration. In <i>Robotics and Automation (ICRA), 2015 IEEE International Conference on</i> (pp. 2641-2646). IEEE. Recuperado de http://ais.informatik.uni-freiburg.de/publications/papers/kuderer15icra.pdf</p> <p>Mejía Caballero, J. M. (2009). Asignación de horarios de clases universitarias mediante algoritmos evolutivos (Master's thesis, Maestría en Ingeniería Industrial). Recuperado de http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/80/84032706.pdf?sequence=1</p> <p>Pezzella, F., Morganti, G., & Ciaschetti, G. (2008). A genetic algorithm for the flexible job-shop scheduling problem. <i>Computers & Operations Research</i>, 35(10), 3202-3212</p> <p>Tackmann, B. (2017). Secure event tickets on a blockchain. In <i>Data privacy management, Cryptocurrencies and Blockchain technology</i> (pp. 437-444). Springer, Cham.</p>
AÑO	2019
RESUMEN	<p>Se propone la creación de un sistema informático que utilice las metodologías concernientes a la Inteligencia Artificial y a los Sistemas Distribuidos para generar los cronogramas mensuales de turnos de trabajo y descanso para el personal que labora en el horario nocturno en la empresa Megamas S.A.S.. Para lo cual se desarrollará un sistema tipo Machine Learning el cual analizará los cronogramas previos de turnos de trabajo y descanso de tal forma que aprenda a generarlos autónomamente, teniendo en cuenta las reglas establecidas por la empresa Megamas S.A.S. para tales jornadas de trabajo.</p> <p>Se propone el diseño de una aplicación distribuida basada en Blockchain que aproveche el concepto de Smart Contracts, que permita a los usuarios solicitar los días de descanso correspondientes al mes siguiente y que habilite a su superior a autorizar intercambios de turnos y reemplazos por eventualidades en el mes en curso, cuyo resultado será insumo para la Machine Learning al momento de generar los cronogramas citados.</p> <p>Se plantean los objetivos como una serie de etapas organizadas que permitirán concebir un diseño de un sistema inteligente y distribuido que, basado en Machine Learning y Blockchain, genere el cronograma de turnos de trabajo y descansos mensuales para los empleados nocturnos de la empresa Megamas S.A.S. Para lo cual se presenta la metodología, se presenta una estimación de costos y cronograma de actividades.</p>
PALABRAS CLAVES	Inteligencia Artificial, Blockchain, Cronogramas variables, Algoritmos Evolutivos

CONTENIDOS	INTRODUCCIÓN	7		4.2 ARTIFICIAL INTELIGENCIA:	11
	1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8		4.3 MACHINE LEARNING:	11
	2. JUSTIFICACIÓN	9		4.4 MINERÍA DE DATOS:	12
	3. OBJETIVOS	10		4.5 CRISP-DM:	12
	3.1 OBJETIVO GENERAL	10		4.6 REDES NEURONALES ARTIFICIALES:	12
	3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10		4.7 ÁRBOLES DE DECISIÓN:	12
	4. MARCO DE REFERENCIA	11		4.8 ALGORITMOS PREDICTIVOS:	12
	4.1 CIENCIA DE DATOS:	11		4.9 TENSORFLOW:	13

4.10 ALGORITMOS GENÉTICOS:	13
4.11 BLOCKCHAIN:	13
4.12 SMART CONTRACT:	13
4.13 APLICACIÓN DESCENTRALIZADA:	13
4.14 PEER TO PEER:	14
4.15 HYPERLEDGERFABRIC:	14
5.MARCO TEÓRICO	15
5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	15
5.1.1 CREACIÓN DE HORARIOS DE CLASES MEDIANTE ALGORITMOS EVOLUTIVOS	15
5.1.2 ALGORITMOS GENÉTICOS PARA ABORDAR EL PROBLEMA DE LOS CRONOGRAMAS DE TRABAJOS FLEXIBLES EN VENTAS	15
5.1.3 USO DE BLOCKCHAIN PARA LA VENTA DE TIQUETES	15
5.1.4 USO DE LAS REDES PEER TO PEER PARA FAVORECER LA PRIVACIDAD Y LA DESCENTRALIZACIÓN MEDIANTE BLOCKCHAIN	16
5.1.5 INTELIGENCIA ARTIFICIAL	16
5.1.6 COMPUTACIÓN EVOLUTIVA Y ALGORITMOS GENÉTICOS	16
5.1.6.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA GENERAL DE LOS ALGORITMOS GENÉTICOS O EVOLUTIVOS:	17
5.1.7 BLOCKCHAIN	18
5.1.8 C#	18
5.1.9 SQLITE	18
6.MARCO CONCEPTUAL	20
6.1 PUNTO DE ATENCIÓN.	20
6.2 NOCTURNO.	20
6.3 PUENTE FESTIVO.	20
6.4 REMPLAZO.	20
6.5 DÍAS SOBREPASADOS.	21
6.6 FESTIVOS ESPECIALES.	21
6.7 DIRECTOR DE OPERACIONES.	21
7.MARCO CONTEXTUAL	22
7.1 RESEÑA	22
7.2 MISIÓN	22
7.3 VISIÓN	22
8.METODOLOGÍA	23
8.1 FASES METODOLÓGICAS PARA LLEVAR A CABO LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
8.1.1 FASE 1, ANÁLISIS:	23
8.1.2 FASE 2, LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:	24
8.1.3 FASE 3, DESARROLLO:	24
8.1.4 FASE 4, PRUEBAS:	24
8.2 METODOLOGÍAS ÁGILES DE DESARROLLO	25
8.2.1 EXTREME PROGRAMMING [XP]	25
8.2.2 SCRUM	25
8.3 RELACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA CON LAS LÍNEAS O SUB-LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	25
8.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA ESCOGIDA PARA DAR SOLUCIÓN AL PROBLEMA	26
8.5 LA DESCRIPCIÓN DE LA FORMA COMO SE HA DE RESOLVER EL PROBLEMA UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE PUNTA ESCOGIDA.	26

8.6 DESCRIBIR CÓMO SE EVIDENCIARÍA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA O APROPIACIÓN DE CONOCIMIENTO LUEGO DE DAR SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA APLICANDO LA TECNOLOGÍA MODERNA ESCOGIDA.	28
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	29
10. RECURSOS NECESARIOS	29
11.RESULTADOS O PRODUCTOS ESPERADOS	30
12.CAPÍTULO 1	31
12.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	31
12.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	32
12.2.1 ENTORNO DE DIRECTOR DE OPERACIONES	32
12.2.2 ENTORNO EMPLEADOS NOCTURNOS	32
12.3 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS	33
12.4 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	33
12.4.1 TIEMPO DE CÁLCULO.	33
12.4.2 USO DE RECURSOS.	33
12.4.3 CONFIABILIDAD	34
12.4.4 SEGURIDAD	34
12.5 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO DE LA APLICACIÓN	35
13. CAPÍTULO 2	36
13.1 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	36
14. CAPÍTULO 3	38
14.1 ALGORITMOS EVOLUTIVOS	38
14.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL ALGORITMO EVOLUTIVO DEL PROYECTO:	38
14.1.2 CALCULAR NÚMERO DE EMPLEADOS DE REEMPLAZO NECESARIOS.	38
14.1.3 CREAR LOS PRIMEROS CRONOGRAMAS AL AZAR	39
14.1.4 SELECCIÓN DE LOS MEJORES	40
14.1.5 COMBINACIÓN DE LOS MEJORES	40
14.1.6 BÚSQUEDA DEL MEJOR	40
14.1.7 INTERFAZ APLICACIÓN ALGORITMO GENÉTICO:	41
14.2 BLOCKCHAIN	42
14.2.1 INTERFAZ DE USUARIO NOCTURNO	42
14.2.2 CASO DE USO USUARIO NOCTURNO	43
14. 2.3 RED	43
14. 2.4 CADENA DE BLOQUES	44
14. 2.5 MANEJO DE LA CADENA DE BLOQUES	44
14. 2.6 INTERFAZ DE USUARIO DIRECTOR DE OPERACIONES:	45
14. 2.7 CASO DE USO USUARIO DIRECTOR DE OPERACIONES:	46
15. CAPÍTULO 4	47
15.1 PRUEBAS DE BLOCKCHAIN	47
15.1.1 FALLA EN LA CONECTIVIDAD DEL PUNTO DE ATENCIÓN:	47
15.1.2 MANIPULACIÓN DE DATOS:	48
15.2 PRUEBAS DEL ALGORITMO	48
16.CONCLUSIONES	50
17. BIBLIOGRAFÍA	52

DESCRIPCION
DEL PROBLEMA

Debido tanto a las reglas del negocio como a las complejidades mismas de un problema de optimización, la creación de los cronogramas mensuales de trabajo para el personal que labora en el horario nocturno de la empresa Megamas SAS es una actividad que siempre ha representado mucho esfuerzo para el funcionario encargado de realizarla, lo cual ha llevado a que repetidamente se presenten retrasos y errores que causan traumatismos en la normal operación de la empresa.

En razón a que se laboran todos los días del mes, y por ley cada empleado debe descansar cuatro días en el mismo, y que quienes los remplacen dichos días cuentan también con los mismos derechos, y sumado a la

	<p>posibilidad que permite la empresa de que cualquiera de estos empleados solicite los días de descansos deseados, la creación correcta y a tiempo de tales cronogramas de trabajo es un galimatías que se viene a dominar con mucha experiencia y, aun así, nunca faltan las quejas por la poca transparencia a la hora de conceder los descansos solicitados, como tampoco se hacen echar de menos las equivocaciones, y mucho menos los retrasos, mediando incluso un funcionario experimentado.</p> <p>Es así que se propone la implementación de un sistema inteligente que eche mano de los algoritmos evolutivos para solventar la generación de los turnos de trabajo de marras. De igual manera, se justifica además la utilización de un sistema distribuido basado en Blockchain para efectos de solicitud y aprobación de los días de descanso.</p>
OBJETIVOS	<p>GENERAL Diseñar un sistema inteligente y distribuido, basado en Inteligencia Artificial y Blockchain, para la generación autónoma del cronograma de turnos de trabajo y descansos mensuales para los empleados nocturnos de la empresa Megamas S.A.S, con un porcentaje mínimo de confianza de 90% en los resultados.</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un análisis de requerimientos con el fin de determinar la arquitectura óptima para diseñar el sistema. 2. Efectuar el levantamiento de la información de los cronogramas existentes en la empresa Megamas S.A.S. del último año, con el fin de analizar todos los casos posibles y comparar los resultados. 3. Desarrollar la aplicación basada en Inteligencia Artificial y un sistema distribuido basado en Blockchain que cumpla con los requerimientos. 4. Ejecutar un plan de pruebas iterativas que permitan determinar el porcentaje de confianza en los resultados.
METODOLOGÍA	<p>4 FASES METODOLÓGICAS PARA LLEVAR A CABO LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>FASE 1, ANÁLISIS: Se realizarán entrevistas con el personal de la empresa Megamas SAS con el fin de definir los requerimientos y restricciones del sistema.</p> <p>Se hará una revisión bibliográfica de casos exitosos que resuelvan problemas de optimización.</p> <p>Se hará una revisión bibliográfica de casos exitosos que resuelvan problemas almacenamiento de datos donde exista desconfianza en su manejo por parte de terceros.</p> <p>FASE 2, LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN: Se creará una consulta SQL que arroje la información correspondiente a los cambios de turno de todo el año 2018, adecuada a la estructura de datos de las bases de datos de Megamas SAS. Se consultará en las bases de datos de cada punto de atención de la empresa Megamas SAS la información correspondiente a las entregas de turno de todo el año 2018. Se creará con esta información el almacén de datos respectivo.</p> <p>FASE 3, DESARROLLO: Se diseñará una aplicación de escritorio que cree los cronogramas de trabajo y descanso en la cual se implemente el área de la Inteligencia Artificial que mejor se adapte a los objetivos. Se diseñará un sistema de datos compartidos que dé confiabilidad en cuanto a la integridad e inmutabilidad de la información. Se desarrollará todo el sistema utilizando el lenguaje de programación C#, valiéndose de metodologías ágiles de desarrollo.</p> <p>FASE 4, PRUEBAS: Con la aplicación se crearán todos los cronogramas de trabajo y descanso para el año 2018 tratando de emular las mismas condiciones que ocurrieron durante ese periodo de tiempo. Estos cronogramas se analizarán y se compararán con el resultado de las consultas en las bases de datos con el fin de saber si cumplen con los objetivos de la investigación. Se comprobará que los empleados puedan solicitar días de descanso y éstos puedan ser analizados y validados por el Director de Operaciones.</p> <p>METODOLOGÍAS ÁGILES DE DESARROLLO En el presente proyecto aplicado se implementarán algunas metodologías ágiles de desarrollo, las cuales, debido a su particularidad de ser adaptables (Cadavid, Martínez & Vélez, 2013), aportarán la flexibilidad necesaria para una investigación en la que se intenta descubrir cuál es la mejor solución a un problema específico.</p> <p>Las dos metodologías que se aplicarán son:</p> <p>EXTREME PROGRAMMING [XP]: Es muy práctica para proyectos con requisitos imprecisos y cambiantes (Duarte & Rojas, 2008). Aquí es necesario que el cliente haga parte prácticamente del desarrollo, con lo cual va probando las funcionalidades que se van completando.</p>

	<p>SCRUM: Una de las características por las cuales es elegida radica en que implementa iteraciones de plazos cortos para tareas completas: A medida que una de sus funcionalidades se completa, pasa a probarse e implementarse (Duarte & Rojas, 2008).</p>
PRINCIPALES REFERENTES TEÓRICOS	<p>Inteligencia Artificial: Es, de forma muy concisa, el intento de replicar la inteligencia que presentan los seres vivos en los programas informáticos (Amador, 1996).</p> <p>Blockchain: Cadena de bloques, en español. Es un libro digital descentralizado de transacciones en el cual cada una de ellas representa un bloque que se va agregando a la cadena y se va verificando mediante criptografía de tal manera que no pueda ser alterado (Carlozo, 2017).</p>
PRINCIPALES REFERENTES CONCEPTUALES	<p>PUNTO DE ATENCIÓN. Cada una de las 36 sedes que la empresa tiene distribuidos en tres municipios y donde se realizan las transacciones comerciales. Poseen dos turnos de trabajo: diurno y nocturno. El personal que hace la jornada diurna trabaja de lunes a sábado. Aquellos que labora como nocturno puede trabajar cualquier día de la semana, incluyendo domingos y festivos.</p> <p>NOCTURNO. Empleado que labora en horario nocturno en días hábiles y todo el día durante fines de semana y días festivos. Su horario de ingreso es a las 5:30 p.m. aproximadamente y su hora de salida es alrededor de las 7:30 a.m. del siguiente día. Sin embargo, cuando ingresa un sábado o en la víspera de un día festivo, o de un grupo de festivos consecutivos, su salida se da el siguiente día hábil.</p> <p>PUENTE FESTIVO. Ocurre cuando se presentan dos días festivos consecutivos. En la mayoría de los casos se da en domingos y lunes, salvo en Semana Santa y Carnavales. Durante estos días sólo trabaja el personal nocturno.</p> <p>REEMPLAZO. Empleado nocturno que releva en los días de descanso a quienes laboran fijos todo el mes en cada punto de atención. Le cubren las mismas reglas, derechos a descansos, horarios de entrada y salida, entre otros, que a los nocturnos que trabajan en un punto de atención de manera fija.</p>
RESULTADOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Data set con la programación de los turnos asignados para el mes siguiente 2. Aplicación descentralizada para los empleados. 3. Ponencia sobre el Proyecto Aplicado
CONCLUSIONES	<p>Los objetivos del presente proyecto aplicado derivaron en el uso y aprovechamiento de dos nuevas tecnologías en el ámbito computacional para hallar la solución a un problema que desbordaba, en términos de eficiencia, tanto la capacidad de humana como la tecnológica, cuando ésta se usaba en su versión más clásica y convencional. Es así entonces que llegamos a sendas conclusiones para cada una de las tecnologías utilizadas:</p> <p>Inteligencia Artificial: Los Algoritmos Genéticos o Evolutivos son útiles para hallar una solución óptima a los problemas de optimización que no tienen una única resolución viable, sino que, por el contrario, las posibles respuestas pueden superar los millares o, incluso, los millones. La combinación de los Algoritmos Evolutivos con programación convencional hace posible la disminución de los requerimientos de cómputos de los primeros, lo cual permite su implementación en ámbitos más sencillos y con menores costos. El estándar en cuanto a Algoritmos Genéticos, en fiel imitación del proceso evolutivo de las especies, procura realizar sus modificaciones en el nivel más bajo del sistema de información tratante: para el caso de los sistemas biológicos, los alelos; para el presente caso, el sistema binario. Sin embargo, en este trabajo se ha omitido tal escenario, obteniendo de igual manera excelentes resultados y por lo tanto ahorros en tiempos de desarrollo, validaciones y requerimientos de hardware.</p> <p>Blockchain: Esta tecnología permite garantizar en gran medida que la información consignada en un sistema de información permanezca inalterada Puede ser aprovechada de igual manera en ámbitos puramente privados, donde se requiera de una alta confiabilidad en los datos. El hecho de poder funcionar un ambiente cerrado, y por lo tanto de no necesitar de altísimas validaciones de seguridad, hace posible su uso con menos requerimientos de hardware, lo cual reduce igualmente los costos. Puede ser implementada mediante desarrollo propio, permitiendo ajustarse muy íntimamente con las necesidades que plantea el problema por resolver.</p>