

DETECCION AUTOMATICA DE ACTOS DE CORRUPCION EN CONTRATOS DE INFRAESTRUCTURA

Jhon Jairo Bocachica Villate, Juan Felipe Uribe, Carlos Felipe Torres Gonzalez

Maestría en Inteligencia Analítica de Datos, Facultad de Ingeniería

Universidad de los Andes

Bogotá D.C

2023

DETECCION AUTOMATICA DE ACTOS DE CORRUPCION EN CONTRATOS DE INFRAESTRUCTURA

John Jairo Bocachica Villate, Juan Felipe Uribe, Carlos Felipe Torres Gonzalez

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Magister en Inteligencia y
Analítica de Datos**

**Nombres y apellidos completos de la persona que dirigió el trabajo 1 Cargo Nombres y apellidos
completos de la persona que dirigió el trabajo 2 Cargo (**precedido del término “director”, “asesor” o
“profesor”**)**

Maestría en Inteligencia Analítica de Datos, Facultad de Ingeniería

Universidad de los Andes

Bogotá D.C

2023

Dedicatoria (opcional)

La *dedicatoria* es un breve texto que expresa agradecimiento por el apoyo o ayuda en el desarrollo y finalización de la obra, sea del género o formato que fuere esta. Dirigida hacia una persona, personas o instituciones a las que se agradece por su ayuda o apoyo.

Agradecimientos (opcional)

Se agradece a personas o instituciones que otorgaron financiamiento para el proyecto, tutores, otros investigadores que hayan compartido contigo información relevante, editores, correctores, amigos cercanos y familiares.

Tabla de contenido

RESUMEN	9
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN	12
OBJETIVOS.....	15
OBJETIVO GENERAL	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO POR CAPÍTULOS DIFERENCIADOS EJ: CAPÍTULO I: INTERPRETACIÓN	
ALGORÍTMICA.....	17
MARCO REFERENCIAL	20
ASPECTOS METODOLÓGICOS	37
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS.....	43

Lista de Figuras

Figura 1 *Título de la figura* 36

Lista de Tablas

Tabla 1 (La clasificación siempre será numérica) Ejemplo de título de tabla.....	38
-----------------------------------------------------------------------------------------	----

Glosario (opcional)

Catálogo alfabetizado de las palabras y expresiones de uno o varios textos que son difíciles de comprender, junto con su significado o algún comentario.

Resumen

El uso de analítica de datos basados en la contratación de infraestructura puede ayudar a detectar la corrupción en los contratos. La solución aprovecha el poder de los modelos de inteligencia artificial para identificar patrones y anomalías en el proceso de contratación.

Para implementar el proyecto, se pueden utilizar herramientas de analítica avanzada, como el aprendizaje automático y la inteligencia artificial, para analizar grandes cantidades de datos relacionados con los contratos de infraestructura. El análisis puede incluir factores como los proveedores, los acuerdos de precios, las fechas de entrega, adiciones presupuestales, ubicación y otros detalles clave.

Una vez que se han recopilado y analizado los datos, la plataforma de analítica puede generar alertas automáticas cuando se detectan patrones sospechosos o comportamientos anómalos en los contratos. Por ejemplo, la solución detectara varios contratos otorgados a un solo proveedor o precios extremadamente por encima del promedio.

Además, la plataforma de analítica también puede proporcionar informes detallados que muestren la información relevante necesaria para mitigar y abordar cualquier corrupción detectada. Esto permite a las organizaciones identificar rápidamente cualquier problema y tomar medidas proactivas para prevenir futuros casos de corrupción.

En resumen, un proyecto de analítica basado en la contratación de infraestructura es una solución efectiva para detectar la corrupción en los contratos. La plataforma de analítica avanzada utiliza técnicas de

aprendizaje automático e inteligencia artificial para analizar grandes cantidades de datos y detectar patrones sospechosos o comportamientos anómalos. Además, proporciona informes detallados que permiten a las organizaciones identificar rápidamente cualquier problema y tomar medidas proactivas para prevenir futuros casos de corrupción.

Abstract

The use of data analytics based on infrastructure contracting can help detect corruption in such contracts. The solution leverages the power of data analysis to identify patterns and anomalies in the contracting process.

To implement the project, advanced analytics tools like machine learning and artificial intelligence can be used to analyze large amounts of data related to infrastructure contracts. The analysis can include factors such as suppliers, pricing agreements, delivery dates, and other key details.

Once the data has been collected and analyzed, the analytics platform can generate automatic alerts when suspicious patterns or anomalous behaviors are detected in the contracts. For instance, the solution could detect multiple contracts awarded to a single supplier or prices that are significantly above average.

Moreover, the analytics platform may also provide detailed reports that showcase relevant information needed to mitigate and address any detected corruption. This allows organizations to quickly identify any issues and take proactive measures to prevent future instances of corruption.

In summary, an analytics project based on infrastructure contracting is an effective solution for detecting corruption in contracts. The advanced analytics platform uses machine learning and AI techniques to analyze large amounts of data and detect suspicious patterns or anomalous behaviors. Additionally, it provides detailed reports that enable organizations to quickly identify any issues and take proactive measures to prevent future instances of corruption.

Introducción

La corrupción en la contratación ha sido un problema grave en Colombia durante muchos años. Esto ha afectado a diferentes áreas, como la construcción de infraestructura, la salud y la educación pública, entre otras.

Uno de los problemas más comunes en la contratación corrupta es el soborno a funcionarios públicos para que seleccionen un determinado proveedor o contratista. A menudo, esto se hace con el fin de obtener beneficios personales o políticos, como comisiones o favores políticos.

Además, la falta de transparencia en los procesos de selección y la mala gestión de los contratos también son factores que contribuyen a la corrupción. Estas prácticas hacen que sea más fácil para las empresas y los individuos deshonestos acceder a los contratos gubernamentales.

El impacto de la corrupción en la contratación puede ser devastador tanto para la economía del país como para la sociedad. En algunos casos, se ha descubierto que las empresas involucradas en contratación corrupta envían materiales de baja calidad o realizan trabajos inadecuados. Esto puede conducir a la pérdida de vidas, daños a la propiedad y costos adicionales para el gobierno.

A pesar de los esfuerzos realizados por el gobierno colombiano en los últimos años para combatir la corrupción en la contratación, aún queda mucho trabajo por hacer. Se necesitan medidas más rigurosas

para garantizar la transparencia en los procesos de licitación y selección, una mayor participación ciudadana en la supervisión de los contratos gubernamentales y sanciones más duras para los culpables de corrupción.

Según el Índice de Percepción de la Corrupción 2020 de Transparencia Internacional, Colombia se ubica en el puesto 92 entre 180 países evaluados. El país obtuvo una puntuación de 39 puntos en una escala del 0 al 100, donde 0 indica un alto nivel de corrupción percibida y 100 indica un bajo nivel de corrupción percibida.

Además, según un informe de la Fiscalía General de la Nación, en el año 2019 se abrieron más de 23.000 investigaciones por corrupción, un aumento del 67% con respecto al año anterior. En total, se abrieron más de 52.000 investigaciones por corrupción entre 2016 y 2019.

Por otro lado, la Contraloría General de la República reveló que en el período 2016-2019 se detectaron irregularidades por valor de más de 17 billones de pesos colombianos (unos 4.7 mil millones de dólares) en la ejecución de contratos gubernamentales.

En cuanto a los sectores más afectados por la corrupción en Colombia, se encuentran la construcción de infraestructura, la salud pública y la educación. También se han reportado casos de corrupción en la justicia, el sector financiero y la política.

Objetivos

Objetivo General

Identificar y prevenir la corrupción en los procesos de contratación gubernamental mediante el análisis de datos y la identificación de patrones sospechosos en los contratos.

Este objetivo se enfoca en utilizar técnicas de analítica avanzada para detectar patrones o comportamientos anómalos que puedan indicar corrupción en los procesos de contratación. Al identificar estos patrones, se pueden tomar medidas preventivas para prevenir futuros casos de corrupción en los procesos de contratación.

La meta final es mejorar la transparencia y la eficacia de los procesos de contratación gubernamental al reducir la corrupción y promover una competencia justa y abierta en la selección de proveedores. Esto tendría un impacto positivo en la economía del país y en la sociedad en general, ayudando a garantizar una distribución más equitativa de los recursos públicos.

Objetivos Específicos

Identificar los contratos con mayor riesgo de corrupción basándonos en un análisis de las últimas contrataciones.

Este objetivo específico tiene como propósito utilizar el análisis de los datos de las últimas contrataciones para identificar aquellos contratos que presentan mayores posibilidades de ser susceptibles a prácticas corruptas. Al realizar este análisis, se busca obtener una base sólida de

información sobre los procesos de licitación y selección previos, lo cual permite identificar patrones sospechosos o comportamientos anómalos en dichos contratos.

El resultado esperado es contar con una lista de contratos que presenten un alto riesgo de corrupción; esto permitirá a las entidades gubernamentales tomar medidas preventivas y correctivas para minimizar su exposición a prácticas corruptas. Con esta información, se puede mejorar la toma de decisiones y reducir el impacto negativo de la corrupción en el proceso de contratación pública.

Construir un modelo utilizando los datos disponibles para identificar patrones y relaciones entre los distintos contratos.

Utilizando las herramientas de analítica avanzada construiremos un modelo que permita la identificación de patrones y relaciones entre los contratos, con el fin de detectar posibles casos de corrupción. Al utilizar una amplia variedad de datos, como proveedores, precios, fechas de entrega, entre otros, se puede obtener una visión completa de los procesos de contratación gubernamental y detectar comportamientos anómalos.

Identificar aquellos contratos que presentan una mayor probabilidad de estar en riesgo de prácticas corruptas en la selección de proveedores y en la asignación de contratos. Para ello, se aplicarán técnicas de análisis de datos y algoritmos avanzados para evaluar factores clave en los procesos de contratación.

Estructura del Documento por Capítulos Diferenciados

CAPÍTULO I: La corrupción una enfermedad endémica que afecta los países en desarrollo

La corrupción es una problemática que ha afectado a muchos países del mundo, pero especialmente aquellos en desarrollo. Se trata de una enfermedad endémica que afecta la economía, la sociedad y el gobierno de los países, generando grandes consecuencias negativas en la población.

En los países en desarrollo, la corrupción se manifiesta en diferentes ámbitos, como en el sector público y privado, en las instituciones gubernamentales, la justicia, la educación y la salud. Los recursos destinados a estos sectores son malversados por individuos o grupos que buscan beneficios personales, dejando a la población sin los servicios básicos y el bienestar que merecen.

En el ámbito público, la corrupción se manifiesta en la asignación de contratos, la compra de bienes y servicios, la concesión de permisos y licencias, la recaudación de impuestos, entre otros procesos. El dinero que debería ser utilizado para mejorar la infraestructura y los servicios públicos termina en manos de individuos corruptos, dejando a la población en condiciones precarias.

En el sector privado, la corrupción se manifiesta en la competencia desleal, la evasión de impuestos y la explotación laboral. Las empresas utilizan su poder económico para obtener beneficios ilegítimos y burlar la normativa establecida.

En las instituciones gubernamentales, la corrupción se manifiesta en la manipulación de información, la obstrucción de procesos judiciales, la venta de influencias y la violación de derechos

humanos. Los individuos corruptos utilizan su poder e influencia para perpetuar sus prácticas ilegales y obtener beneficios personales.

La corrupción también tiene un impacto negativo en la economía de los países en desarrollo. La falta de transparencia y la inseguridad jurídica reducen la inversión extranjera y las oportunidades comerciales, lo que se traduce en una menor capacidad para generar empleos y mejorar la calidad de vida de la población.

Además, la corrupción afecta la sociedad en general, generando un clima de desconfianza y frustración en la población. Las personas pierden la fe en las instituciones y en el gobierno, lo que reduce su participación en los procesos democráticos y fomenta la apatía y la resignación.

Para combatir la corrupción en los países en desarrollo, es necesario implementar medidas efectivas que permitan prevenir y detectar prácticas ilegales. Entre estas medidas podemos mencionar:

Fomentar la transparencia en la gestión pública y privada, mediante la publicación de información sobre los procesos de contratación, la rendición de cuentas y la divulgación de datos abiertos.

Fortalecer las instituciones encargadas de combatir la corrupción, garantizando su independencia y capacidad de actuación.

Promover la educación y la conciencia ciudadana sobre las consecuencias de la corrupción, fomentando la participación activa en los procesos democráticos.

Implementar sistemas de control y fiscalización eficaces, que permitan la detección temprana de prácticas corruptas y la aplicación de sanciones a los responsables.

Promover la cooperación internacional en la lucha contra la corrupción, creando redes de colaboración y compartiendo buenas prácticas entre países.

Marco Referencial

Marco Teórico

La corrupción es un fenómeno complejo que puede ser definido de diversas formas, dependiendo del contexto y los objetivos específicos del estudio. En términos generales, se entiende como el uso indebido del poder público para obtener beneficios privados, en detrimento del bien común y la justicia social. La corrupción puede manifestarse en diferentes ámbitos de la gestión pública, incluyendo la contratación, la administración de justicia, la recaudación de impuestos, entre otros.

La contratación pública, por su parte, se refiere al proceso mediante el cual una entidad estatal selecciona a un proveedor o contratista para llevar a cabo un proyecto o prestar un servicio, previo cumplimiento de una serie de requisitos. La contratación pública busca garantizar la transparencia, la eficiencia y la legalidad en la gestión de los recursos públicos, asegurando que las empresas contratadas cumplan con los estándares requeridos y no incurran en irregularidades.

Asimismo, existen diferentes teorías y perspectivas acerca de la corrupción gubernamental, que pueden dar cuenta de sus causas, consecuencias y posibles soluciones. Entre ellas se encuentran:

Teoría de la agencia: Esta teoría postula que la corrupción surge de la asimetría de información y poder entre los agentes públicos y privados, lo que facilita el aprovechamiento de las oportunidades para obtener ganancias privadas.

Enfoque sistémico: Esta perspectiva considera que la corrupción es un fenómeno estructural, que se encuentra arraigado en las instituciones y prácticas cotidianas de la gestión pública.

Teoría institucionalista: Esta teoría sostiene que la corrupción surge cuando las instituciones públicas son débiles o disfuncionales, lo que permite a los actores políticos y económicos actuar sin restricciones.

Además de estas teorías, existen conceptos clave que están estrechamente relacionados con la corrupción y la contratación pública, como la transparencia, la rendición de cuentas, la ética pública, la integridad y el gobierno abierto. Estos conceptos buscan garantizar la participación ciudadana, la responsabilidad y la ética en la gestión pública, y son fundamentales para prevenir y combatir la corrupción en la contratación pública.

Contexto Colombiano

La corrupción en la contratación de obras de infraestructura es un problema grave en Colombia, y ha sido señalado como uno de los principales obstáculos para el desarrollo del país. Esta práctica ilegal se manifiesta a través de sobornos, manipulación de licitaciones, asignación irregular de contratos y otros métodos fraudulentos.

Según un informe del Observatorio de Infraestructura de la Cámara Colombiana de la Infraestructura (CCI), la corrupción puede aumentar los costos de las obras hasta en un 20% y retrasar

su ejecución en un 30%. Además, la CCI estima que la corrupción en el sector de la infraestructura representa una pérdida anual de alrededor de \$6 billones de pesos colombianos.

Algunos casos emblemáticos de corrupción en la contratación de obras de infraestructura en Colombia incluyen el escándalo de la construcción de la troncal de la Carretera Ruta del Sol, en el que se involucró a la empresa brasileña Odebrecht; así como el caso de la fallida construcción del Túnel de La Línea. Estos casos han puesto en evidencia la magnitud del problema y la necesidad de medidas más efectivas para combatirlo.

Para abordar la corrupción en la contratación de obras de infraestructura, el gobierno colombiano ha implementado diversas medidas y políticas, entre ellas la creación de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y el fortalecimiento de la Contraloría General de la República. Sin embargo, aún queda mucho por hacer para garantizar una contratación transparente y justa para todos los ciudadanos, y asegurar que los recursos públicos se utilicen de manera eficiente en la construcción de infraestructuras vitales para el desarrollo del país.

Marco Jurídico-normativo

La contratación pública en Colombia se encuentra regida por un marco jurídico-normativo que establece los criterios y requisitos para la selección de proveedores y asignación de contratos, así como los mecanismos de supervisión y control. Este marco legal está diseñado para garantizar una contratación transparente y justa, y prevenir casos de corrupción y fraude.

Entre las leyes y normativas más importantes que rigen la contratación pública en Colombia se encuentran la Ley 80 de 1993, la Ley 1150 de 2007, la Ley 1882 de 2018 y el Decreto 1082 de 2015. Estas leyes establecen los procedimientos para la contratación pública, incluyendo la planeación, convocatoria, evaluación y adjudicación de los contratos.

Además, existen entidades encargadas de supervisar y controlar los procesos de contratación pública, como la Agencia Nacional de Contratación Pública (Colombia Compra Eficiente) y la Contraloría General de la República. Estas entidades están encargadas de verificar que se cumplan las normas y requisitos establecidos en la ley durante todo el proceso de contratación.

A pesar de la existencia de un marco jurídico-normativo sólido, hay vacíos y fallas en su aplicación práctica. La falta de transparencia en algunos procesos de selección de proveedores y la influencia de intereses políticos o económicos pueden generar situaciones de corrupción y mala gestión de los recursos públicos. Por esta razón, es necesario seguir fortaleciendo los mecanismos de control y supervisión, y asegurar que se apliquen adecuadamente las normativas para garantizar una contratación pública justa y transparente en Colombia.

Modelos de Detección

La detección de contratos corruptos en la contratación pública es un tema crítico a nivel mundial, y Colombia no es la excepción. La corrupción en los procesos de licitación y asignación de contratos afecta gravemente la economía del país y genera un impacto negativo en el desarrollo social y económico. Por esta razón, se han desarrollado diversos modelos y técnicas para detectar contratos

corruptos en la contratación pública, que permiten identificar y prevenir situaciones de fraude y corrupción.

Una de las técnicas más utilizadas para la detección de contratos corruptos en la contratación pública es el análisis de redes sociales. Esta técnica implica el análisis de las relaciones entre distintos actores involucrados en los procesos de contratación, con el fin de identificar patrones de comportamiento sospechosos o inusuales. De esta manera, se pueden detectar posibles casos de colusión, sobornos o influencias inapropiadas.

Otra técnica muy efectiva es la minería de datos, que permite analizar grandes conjuntos de datos para encontrar patrones y anomalías. Esto puede ayudar a identificar casos de sobrevaloración de contratos, pagos excesivos o irregularidades en los procesos de selección de proveedores. La inteligencia artificial también se está utilizando cada vez más para la detección de contratos corruptos, mediante el uso de algoritmos que pueden identificar patrones y tendencias en los datos.

Sin embargo, estos modelos y técnicas también tienen limitaciones y desafíos. En algunos casos, los datos pueden ser incompletos o estar mal estructurados, lo que dificulta su análisis. Además, el uso de estas técnicas puede plantear cuestiones éticas y legales, como la privacidad de los datos y la necesidad de respetar los derechos de las personas involucradas.

A pesar de estos desafíos, hay ejemplos exitosos de aplicación de técnicas de detección de contratos corruptos en otros contextos nacionales e internacionales. Por ejemplo, en Brasil se utilizó una técnica de análisis de redes sociales para identificar un caso de fraude en la construcción del metro

de Sao Paulo. En Perú, la minería de datos se utilizó para identificar posibles casos de corrupción en la asignación de contratos durante la pandemia de COVID-19.

Evaluación de Resultados

La evaluación de resultados es un aspecto fundamental para determinar la eficacia de cualquier modelo o técnica de detección de contratos corruptos en la contratación pública colombiana. En este sentido, es importante analizar los resultados obtenidos por el modelo de detección aplicado, tanto en términos de su capacidad para detectar casos de corrupción como en relación con la solidez técnica y metodológica del proceso de evaluación.

En primer lugar, es necesario analizar la eficacia del modelo en términos de detección temprana y prevención de la corrupción. Si bien los modelos y técnicas utilizados pueden ser muy efectivos para identificar patrones y anomalías en los procesos de contratación, su verdadero valor radica en su capacidad para prevenir situaciones de corrupción antes de que se conviertan en un problema mayor. En este sentido, es importante evaluar si el modelo ha permitido detectar casos de corrupción de manera temprana y evitar situaciones más graves.

Por otra parte, también es necesario evaluar la solidez técnica y metodológica del proceso de evaluación utilizado para medir la eficacia del modelo de detección. Para ello, se deben considerar factores como la calidad y cantidad de datos utilizados, la metodología empleada para el análisis estadístico y la confiabilidad de los resultados obtenidos. Es importante que el proceso de evaluación sea riguroso y transparente, de manera que se puedan asegurar resultados precisos y confiables.

En Colombia, ya se han dado algunos pasos hacia una evaluación sistemática de los modelos de detección de corrupción en la contratación pública. Por ejemplo, la Contraloría General de la República ha utilizado técnicas de análisis de datos para identificar posibles casos de corrupción en proyectos de infraestructura y otros sectores, y ha establecido un sistema de alerta temprana para prevenir situaciones de fraude y corrupción.

CAPÍTULO II: Experimentación y selección del modelo

Los procesos de experimentación con datos son una técnica comúnmente utilizada para la selección de un modelo óptimo en la detección de contratos corruptos en la contratación pública. Estos procesos implican la recopilación, análisis y evaluación de datos para identificar el modelo más efectivo para la detección de casos de corrupción.

Para iniciar un proceso de experimentación con datos, es necesario recopilar y analizar los datos relevantes, lo que puede incluir información sobre la historia de licitaciones y contratos públicos, registros de empresas y proveedores, y cualquier otra información relevante que pueda ayudar a identificar patrones o anomalías.

Una vez recopilados y analizados los datos, se procede a diseñar y entrenar diferentes modelos utilizando técnicas estadísticas y de aprendizaje automático. Estos modelos pueden variar en términos de su complejidad, el tipo de algoritmos empleados y los criterios de selección utilizados.

Después de entrenar los diferentes modelos, se procede a evaluar su eficacia en términos de precisión, eficiencia y velocidad de detección de contratos corruptos. Para ello, se pueden utilizar técnicas como la validación cruzada, la curva ROC y otros métodos estadísticos para comparar y seleccionar el modelo óptimo.

Es importante destacar que los procesos de experimentación con datos requieren un alto grado de especialización y conocimientos técnicos en estadística, matemáticas y programación. Además, es necesario contar con datos confiables y representativos para obtener resultados precisos y confiables.

En conclusión, los procesos de experimentación con datos son una técnica efectiva para seleccionar el modelo óptimo en la detección de contratos corruptos en la contratación pública. Estos procesos implican la recopilación, análisis y evaluación de datos para identificar patrones y anomalías, y la selección del mejor modelo utilizando técnicas estadísticas y de aprendizaje automático.

Fuentes de Datos (Recopilación)

Datos.gov.co

Datos.gov.co es una plataforma de datos abiertos del gobierno colombiano que tiene como objetivo promover la transparencia y la participación ciudadana mediante el acceso a información pública de manera gratuita y en formatos abiertos. Esta plataforma fue creada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y cuenta con un amplio catálogo de conjuntos de datos de diferentes entidades públicas del país.

En esta plataforma se pueden encontrar datos sobre temas como el empleo, la salud, la educación, la seguridad, el medio ambiente, entre otros. Estos datos son proporcionados por diferentes instituciones gubernamentales y están disponibles para su descarga y uso libre.

Los datos en **Datos.gov.co** están disponibles en formatos abiertos, lo que significa que se pueden descargar y utilizar sin restricciones técnicas o legales. Esto permite a desarrolladores, periodistas, investigadores y cualquier persona interesada utilizar estos datos para realizar análisis, estudios y proyectos que contribuyan al desarrollo del país.

Además de ofrecer acceso a datos públicos, **Datos.gov.co** también promueve la colaboración y el diálogo entre los ciudadanos y las entidades gubernamentales. La plataforma incluye herramientas para facilitar la comunicación y la retroalimentación, de manera que los usuarios puedan hacer preguntas, sugerencias y comentarios sobre los datos publicados.

Contratos.gov.co

Contratos.gov.co es una plataforma digital del gobierno colombiano que tiene como objetivo brindar transparencia y acceso público a la información sobre los contratos públicos realizados por las diferentes entidades estatales del país. Esta plataforma fue creada por la Agencia Nacional de Contratación Pública Colombia Compra Eficiente y se encuentra en operación desde el año 2011.

A través de la plataforma **Contratos.gov.co**, los ciudadanos pueden acceder a información detallada sobre los procesos de contratación pública, incluyendo los pliegos de condiciones, las convocatorias, las adjudicaciones y los contratos firmados entre las entidades del Estado y los proveedores o contratistas.

La plataforma permite hacer búsquedas por entidad, región, fecha, objeto del contrato y otros criterios para encontrar información específica sobre los contratos públicos. Además, cuenta con herramientas para descargar documentos, generar informes y recibir alertas sobre nuevas convocatorias y contratos.

Entre los beneficios de **Contratos.gov.co** se encuentran el fomento de la transparencia y la rendición de cuentas en la contratación pública, así como la prevención de la corrupción al permitir un mayor escrutinio y control ciudadano sobre estos procesos. También ayuda a reducir la asimetría de información entre las entidades estatales y los proveedores, facilitando la participación de pequeñas y medianas empresas en los procesos de contratación.

Análisis de Datos

Para evaluar si los datos proporcionados por Datos.gov.co y Contratos.gov.co son útiles para detectar contratos en infraestructura que puedan tener indicios de corrupción, se podrían realizar diferentes análisis de datos. Algunos ejemplos posibles son:

Análisis descriptivo: Un análisis descriptivo de los datos podría ayudar a entender la frecuencia y distribución de los contratos de infraestructura y sus características en diferentes regiones del país. Por ejemplo, se podría analizar el número de contratos adjudicados en un periodo determinado, el tamaño de los contratos, los tipos de proyectos de infraestructura más comunes, entre otras variables.

Análisis de correlación: Se podría analizar la relación entre diferentes variables involucradas en los procesos de contratación pública y la posible presencia de corrupción. Por ejemplo, se podría analizar si hay una correlación entre el número de empresas que presentan ofertas y la probabilidad de detectar irregularidades en los contratos.

Análisis de anomalías: La detección de anomalías o patrones inusuales podría indicar la posible presencia de corrupción en los contratos adjudicados. Se podría utilizar técnicas de minería de datos para identificar patrones o comportamientos atípicos en las licitaciones o en las empresas que han sido contratadas.

Análisis temporal: Se podría analizar la evolución temporal de los procesos de contratación pública en diferentes entidades estatales y regiones del país. Por ejemplo, se podría analizar si existen picos o

fluctuaciones en la cantidad de contratos adjudicados en ciertas fechas o períodos de tiempo cercanos a elecciones o cambios políticos.

Entrenamiento de Modelos

En nuestra búsqueda de un modelo óptimo para el objetivo de este trabajo de grado iniciamos creando un modelo de clusterización el cual es una técnica de análisis estadístico que permite agrupar objetos o elementos similares en conjuntos conocidos como clusters. En el contexto de los datos de contratación, se pueden aplicar modelos de clusterización para identificar patrones o grupos de contratos con características similares.

Aplicando los siguientes pasos:

Selección de variables: Se deben seleccionar las variables más relevantes del conjunto de datos de contratación para incluir en el modelo de clusterización. Estas variables podrían incluir el valor del contrato, la entidad contratante, el objeto del contrato, la región geográfica, entre otras.

Preprocesamiento de datos: Es necesario preprocesar los datos para normalizarlos y estandarizarlos, ya que las variables pueden estar en diferentes escalas o unidades de medida.

Selección del algoritmo: Existen diferentes algoritmos de clusterización, como K-Means, DBSCAN, Hierarchical clustering, entre otros. Se debe seleccionar el algoritmo más adecuado según las características del conjunto de datos, en este caso utilizamos el algoritmo DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) es un algoritmo de clustering que se utiliza para detectar clusters basados en la densidad de los datos. A diferencia de otros algoritmos de clustering, como el k-means o jerárquicos, DBSCAN no requiere que se especifique previamente el número de clusters

Ejecución del algoritmo: Se ejecuta el algoritmo de clusterización seleccionado para agrupar los contratos con características similares en clusters.

Evaluación de resultados: Una vez obtenidos los clusters, se deben evaluar los resultados para determinar su relevancia y coherencia. Es importante validar la calidad de los clusters utilizando medidas de evaluación, como la distancia intra-cluster y la distancia inter-cluster.

Interpretación de resultados: Finalmente, se interpreta la información obtenida en los clusters para identificar patrones y características comunes en los contratos agrupados. Esta información puede ser útil para la detección de posibles irregularidades en los procesos de contratación, como patrones sospechosos de licitación o adjudicación de contratos a proveedores específicos.

Encontramos luego de ejecutar nuestro notebook, que las observaciones no se agrupan de manera clara en los clusters, sino que estén ubicadas alrededor de las fronteras o límites entre los clusters. Esto se debe a que la similitud o distancia entre dos puntos puede ser ambigua o difícil de definir en algunos casos, especialmente cuando hay una superposición o intersección entre diferentes grupos de datos.

Este fenómeno se conoce como "problema de borde difuso" o "problema de frontera incierta" y es común en ciertos tipos de algoritmos de clustering, como los basados en densidad o los jerárquicos. En estos casos, las observaciones en el límite pueden clasificarse en múltiples clusters o en ninguno, lo que dificulta su interpretación o uso, por lo tanto, debemos buscar otro modelo.

Una forma de abordar este problema es utilizar técnicas de clustering más avanzadas, como las que utilizan algoritmos de aprendizaje profundo o redes neuronales, que son capaces de detectar patrones y relaciones más complejos en los datos. También es importante realizar una exploración y análisis detallados de los resultados del clustering para identificar y comprender cualquier ambigüedad o incertidumbre en la agrupación de datos.

Modelo de predicción para encontrar corrupción en contratos, se necesitan seguir varios pasos. A continuación, se detallan algunos de los pasos generales que pueden servir como guía:

Recopilación y preparación de datos: En primer lugar, es necesario recopilar datos relevantes sobre los contratos, incluyendo detalles como las partes involucradas, el valor del contrato, la fecha de firma del contrato, el tipo de contrato, etc. Además, también se pueden incorporar datos adicionales relevantes, como registros de auditorías y denuncias de corrupción anteriores. Una vez que se han reunido los datos, es importante limpiarlos y prepararlos adecuadamente para su modelado.

Selección de características: El siguiente paso implica seleccionar las características o variables más importantes que afectan a la posibilidad de que haya corrupción en los contratos. Algunas características pueden ser obvias, como el tamaño del contrato o la complejidad del mismo, mientras que otras pueden requerir un análisis más detallado. Es importante tener en cuenta que no todas las características son igualmente útiles para el modelo y algunas pueden incluso ser redundantes, lo que puede llevar a una sobrecarga de características y reducir la precisión del modelo.

Elección del algoritmo de aprendizaje automático: Una vez que se han seleccionado las características, es necesario elegir un algoritmo de aprendizaje automático que sea adecuado para el conjunto de datos y la tarea de predicción específica. Hay muchas técnicas de aprendizaje automático disponibles, incluyendo regresión logística, árboles de decisión, bosques aleatorios, redes neuronales, etc.

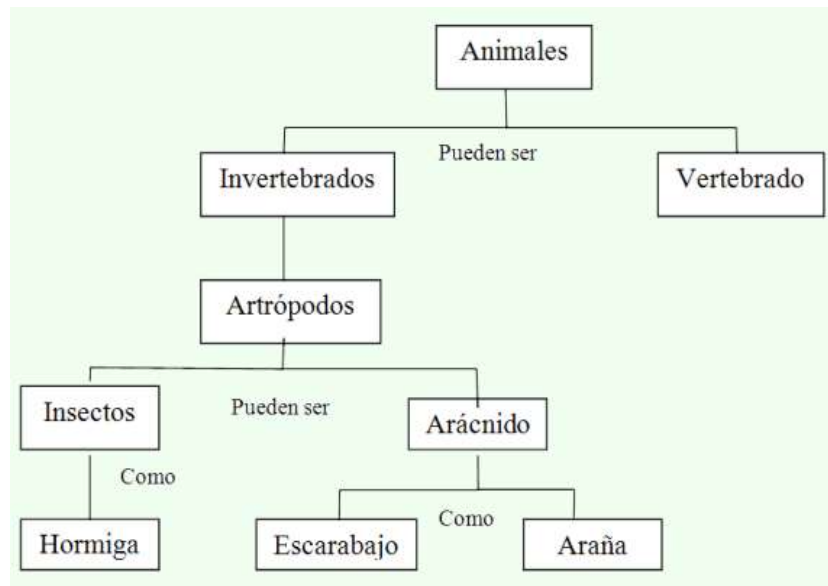
Entrenamiento y validación del modelo: Una vez que se ha seleccionado el algoritmo, es necesario entrenar y ajustar el modelo utilizando los datos recopilados en el paso 1. Esto implica dividir los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba y ajustar los parámetros del modelo para optimizar la precisión. Es importante probar el modelo utilizando los datos de prueba para garantizar que tenga un buen rendimiento en datos nuevos e imprevistos.

Implementación y monitoreo: Finalmente, una vez que se ha desarrollado el modelo de predicción, es necesario implementarlo en producción y monitorearlo regularmente para asegurarse de que sigue siendo preciso y efectivo. Puede ser necesario ajustar el modelo periódicamente a medida que cambian los datos o las condiciones del mercado.

Son el conjunto de variables que permiten ubicar el problema de investigación planteado desde su naturaleza epistemológica, teórica y disciplinar. Son componentes esenciales todos los marcos que dan sustento teórico a la literatura selectiva de publicaciones recientes nacionales e internacionales que tocan con el tema elegido para el desarrollo de una investigación.

Las figuras se componen de:

- Gráficas,
- diagramas,
- fotografías, i
- lustraciones

Figura 1*Título de la figura*

Acá se detalla la autoría de la figura, si fue fuente propia, si se tomó de otra fuente o si se adaptó de algún otro lugar y una breve explicación sobre el contenido de esta, contextualizando los datos de la tabla con el texto en cuestión. Ver Guía Interactiva Norma APA/Tablas y figuras.

Aspectos Metodológicos

Es la configuración del resultado de la investigación, éste tiene que ver con la descripción de los aspectos metodológicos que se desarrollaron en la misma, debe ser elaborado con la claridad, rigor y consistencia.

Análisis y Discusión de Resultados

Deben expresar en forma clara, concisa y consistentemente, los resultados, hallazgos y descubrimientos obtenidos, expresados en forma de textos explicativos que pueden complementarse con tablas y/o figuras.

Tabla 1 (La clasificación siempre será numérica)*Ejemplo de título de tabla*

País	Idioma	Autor
Colombia	Español	Gabriel García Márquez
Perú	Español	Isabel Allende
Chile	Español	Pablo Neruda
Argentina	Español	Julio Cortázar
Uruguay	Español	Eduardo Galeano

Acá se detalla la autoría de la tabla, si fue fuente propia, si se tomó de otra fuente o si se adaptó de algún otro lugar y una breve explicación sobre el contenido de la misma, contextualizando los datos de la tabla con el texto en cuestión.

Conclusiones y Recomendaciones

Deben ser claras, breves y puntuales; deben incluir la respuesta a la hipótesis o a la pregunta planteada inicialmente.

Lista de Referencia o Bibliografía

Angulo, A. M. (2011). La Pensión de Invalidez en Colombia. *La Pensión de Invalidez en Colombia*. Bogotá D.C., Cundinamarca., Colombia.: Universidad Libre de Colombia.

Asamblea Nacional Constituyente de Francia. (26 de agosto de 1789). Declaración Universal de los Derechos del Hombre y del Ciudadano. https://www.conseil-constitutionnel.fr/sites/default/files/as/root/bank_mm/espagnol/es_ddhc.pdf

Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia: Leyer, 2.da ed. 10/02/2020. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html

Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia: Leyer, 2.da ed. 10/02/2020. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html

Corte Constitucional [C.C.], enero 22, 2004, M.P: M. Cepeda. Sentencia T-025/04. Colombia. 10/02/2020. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2004/t-025-04.htm>

Corte Constitucional [C.C.], enero 23, 2008, M.P: R. Escobar. Sentencia C-030/08. Colombia. 10/02/2020. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2008/c-030-08.htm>

Dec. 2374 / 93, noviembre 30, 1993. Ministerio de Educación Nacional. (Colombia). 10/02/2020. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-104283_archivo_pdf.pdf

Dec. 2613 / 13, noviembre 20, 2013. Ministerio del Interior. (Colombia). 10/02/2020. https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/11_decreto_2613_de_2013.pdf

Ley 70 / 93, agosto 27, 1993. Diario Oficial. [D.O.]: 41.013. (Colombia).10/02/2020. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2006/4404.pdf?file=fileadmin/Documentos/BDL/2006/4404>

Ley 89 / 90, noviembre 25, 1890. Ministerio de Interior. [OIP]. (Colombia).10/02/2020.

<https://www.mininterior.gov.co/la-institucion/normatividad/ley-89-de-1890>

Naciones Unidas Derechos humanos. (diciembre, 1965). Convención Internacional sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación Racial. Trabajo presentado en la Asamblea General en su resolución 2106 A (XX). Colombia.

https://www.ohchr.org/Documents/ProfessionalInterest/cerd_SP.pdf

Organización de los Estados Americanos. (1994). Convención Interamericana para prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra la mujer. Trabajo presentado en la Organización de los Estados Americanos Departamento de Derecho Internacional, Belém.

<https://www.oas.org/es/mesecvi/convencion.asp>

Organización de los Estados Americanos. (noviembre, 1969). Convención americana sobre derechos humanos suscrita en la conferencia especializada interamericana sobre derechos humanos (B-32). Trabajo presentado en la Organización de los Estados Americanos Departamento de Derecho Internacional, Costa Rica. [https://www.oas.org/dil/esp/tratados_b-](https://www.oas.org/dil/esp/tratados_b-32_convencion_americana_sobre_derechos_humanos.htm)

[32_convencion_americana_sobre_derechos_humanos.htm](https://www.oas.org/dil/esp/tratados_b-32_convencion_americana_sobre_derechos_humanos.htm)

Presidente de la Republica. (2010). Garantía del derecho fundamental a la consulta previa de los grupos étnicos nacionales. Directiva Presidencial no. 1 (p.1–7). Colombia. Recuperado de

https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/13_directiva_presidencial_01_de_2010.pdf

Presidente de la Republica. (2013). *Guía para la realización de consulta previa*. Directiva Presidencial no. 10 (p.1–26). Colombia.

https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/12_directiva_presidencial_ndeg_10_del_07_de_noviembre_2013_4.pdf

Rodríguez Mesa, R. (2019). *Tratado Sobre Seguridad Social*. Universidad Del Norte.

<https://Ugc.Elogim.Com:3107/Es/Ereader/Ugc/122380?Page=64>

Velásquez, M, (2007). *El Sistema Pensional Colombiano*. Señal Editora. Medellín Colombia.

Anexos

Los anexos son el conjunto de documentos que hacen parte del proceso de investigación. Normalmente, este espacio sirve para la presentación de instrumentos utilizados en la metodología, se consideran de especial importancia para la investigación, con la advertencia que no violen la normatividad establecida para los derechos de autor.

Los anexos suelen ser documentos adicionales, fotografías, tablas o demás elementos que no pueden ser visibles en el cuerpo del trabajo. Esta información se suele almacenar en un CD adicional.