



**Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores**



Implementación de un sistema Big Data que permita alertar en tiempo real posibles irregularidades en la contratación del gasto público

Laura Milena Ramos y Juan Pablo Arévalo Merchán
Maestría en Informática
Director: Andrés Gómez Casanova



Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



¿Cuál es el problema?

- Colombia ha obtenido una puntuación de 39 puntos, ubicándose en la posición 98 de 180 países en el índice de percepción de la corrupción en el sector público, por debajo del promedio mundial.
- En Colombia actualmente la principal forma que se descubre la corrupción es gracias a la investigación de los medios de comunicación.
- No hay herramientas que permitan hacer seguimiento a la contratación pública, donde se puedan alertar automáticamente posibles irregularidades sobre la contratación pública.



Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



¿Cuál es la motivación?

- Colombia se gastan más de 150 billones de pesos al año en contratación estatal, un aproximado del 15% del Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia para el año 2021.
- Entre los años 2016 y el 2018 el país perdió más de 17,9 billones de pesos en corrupción.
- En Colombia durante el año 2021 se generaron más de 1'000.000 de contratos en las diferentes modalidades de contratación.
- El uso de Big Data puede transformar las funciones gubernamentales y es pertinente para solucionar problemáticas como la corrupción en la contratación pública.



Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



Pregunta de investigación

- A partir de los datos abiertos disponibles en Colombia, ¿existe algún tipo de indicador que pueda generar alertas tempranas de posibles irregularidades en la contratación pública por posibles casos de corrupción?
- A partir de los datos abiertos disponibles en Colombia, ¿qué cantidad de contratos históricos pueden presentar posibles irregularidades asociados a la contratación pública?
- ¿Existe alguna arquitectura de referencia para soportar alertas tempranas e históricas relacionadas al análisis de irregularidades sobre la contratación pública en Colombia?



Jornada de presentación de proyectos de investigación Jóvenes Investigadores



Objetivos

Implementar un MVP de una arquitectura Big Data mediante la revisión de tendencias que soporte el procesamiento por lotes y en tiempo real aplicada al análisis en la contratación pública de Colombia.

Definir la arquitectura y seleccionar los componentes necesarios para soportar el procesamiento por lotes y en tiempo real, a partir de la comparación de arquitecturas de referencia.

Definir indicadores de irregularidades en los contratos de gasto público para el contexto colombiano basados en los datos abiertos disponibles.

Realizar tableros de control necesarios para la visualización de los indicadores y auditoría de los contratos de gasto público almacenados.



Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



Metodología

1. Proceso de investigación de arquitecturas aplicadas a casos de corrupción.
2. Proceso de investigación de arquitecturas de referencia para el procesamiento de datos en tiempo real y por lotes.
3. Análisis de herramientas necesarias para la arquitectura.
4. Recolección de datos disponibles asociados a la contratación pública en Colombia.
5. Definición del gobierno de datos.
6. Investigación de indicadores de corrupción en el mundo.
7. Investigación de contratos corruptos en Colombia.



Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



Metodología

8. Ejercicios exploratorios de la información disponible para encontrar posibles irregularidades.
9. Construcción de la arquitectura en la nube a partir de infraestructura como código que permita procesar datos históricos y que pueda generar alertas tempranas.
10. Definición y construcción de los indicadores que permitan generar alertas por posibles irregularidades.



Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores

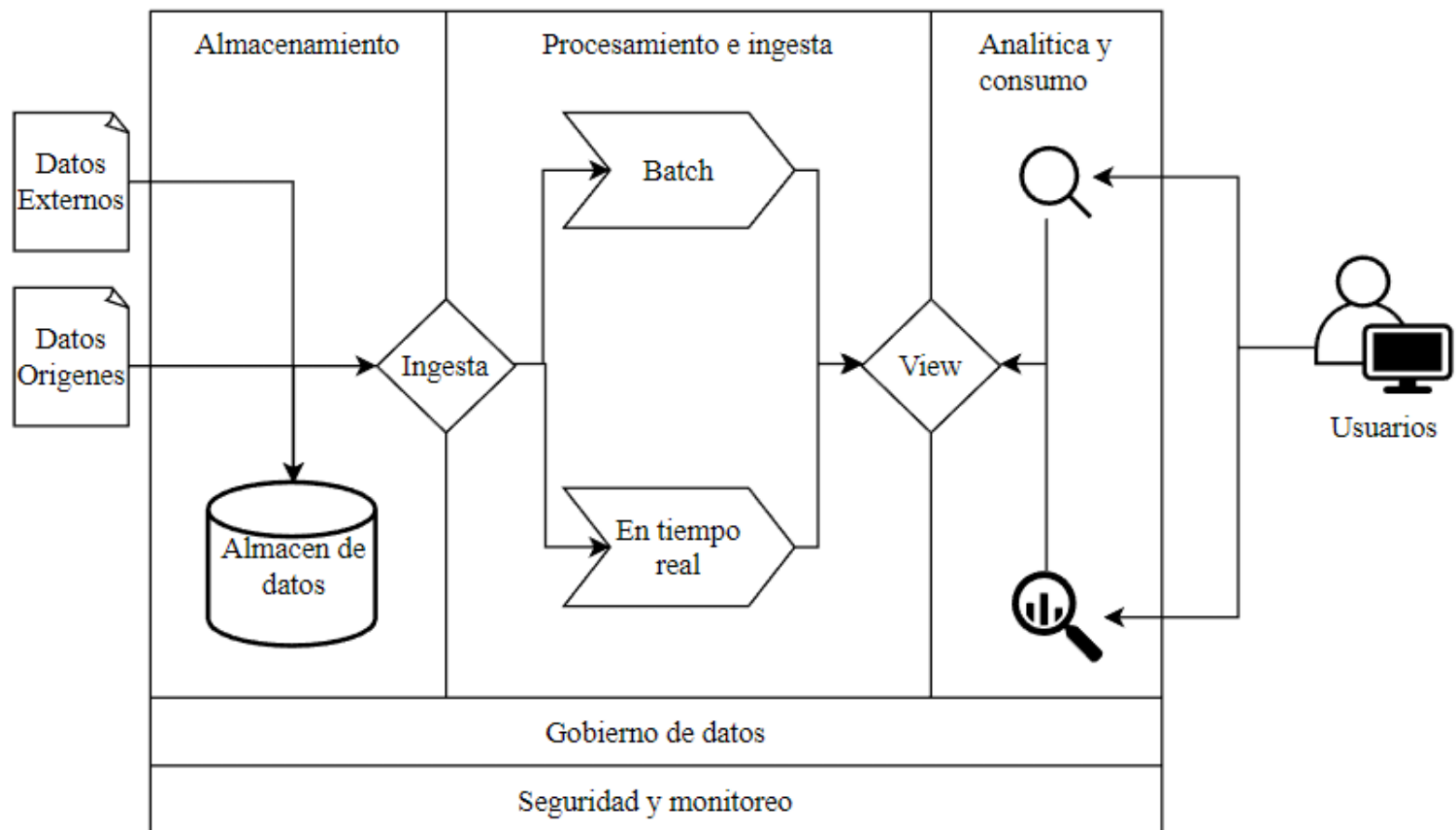


Estado del arte

TEMA		Investigación
1	Arquitectura	<ul style="list-style-type: none">Arquitectura KappaArquitectura LambdaArquitecturas en otros casos de uso
2	Indicadores en el exterior	<ul style="list-style-type: none">Compras Públicas y Big Data: Investigación en Chile sobre índice de riesgo de corrupciónHacia la transparencia 4.0, el uso de la inteligencia artificial y big data para la lucha contra el fraude y la corrupción y las (muchas) exigencias constitucionalesThe Next Generation of Anti-Corruption Tools: Big Data, Open Data & Artificial Intelligence.Digital WhistleblowerProZorro
3	Indicadores en Colombia	<ul style="list-style-type: none">Datasketch - Banderas rojasSecretaría de transparencia - Banderas rojas
4	Datos disponibles	<ul style="list-style-type: none">SECOP ISECOP IIPACODatos abiertos

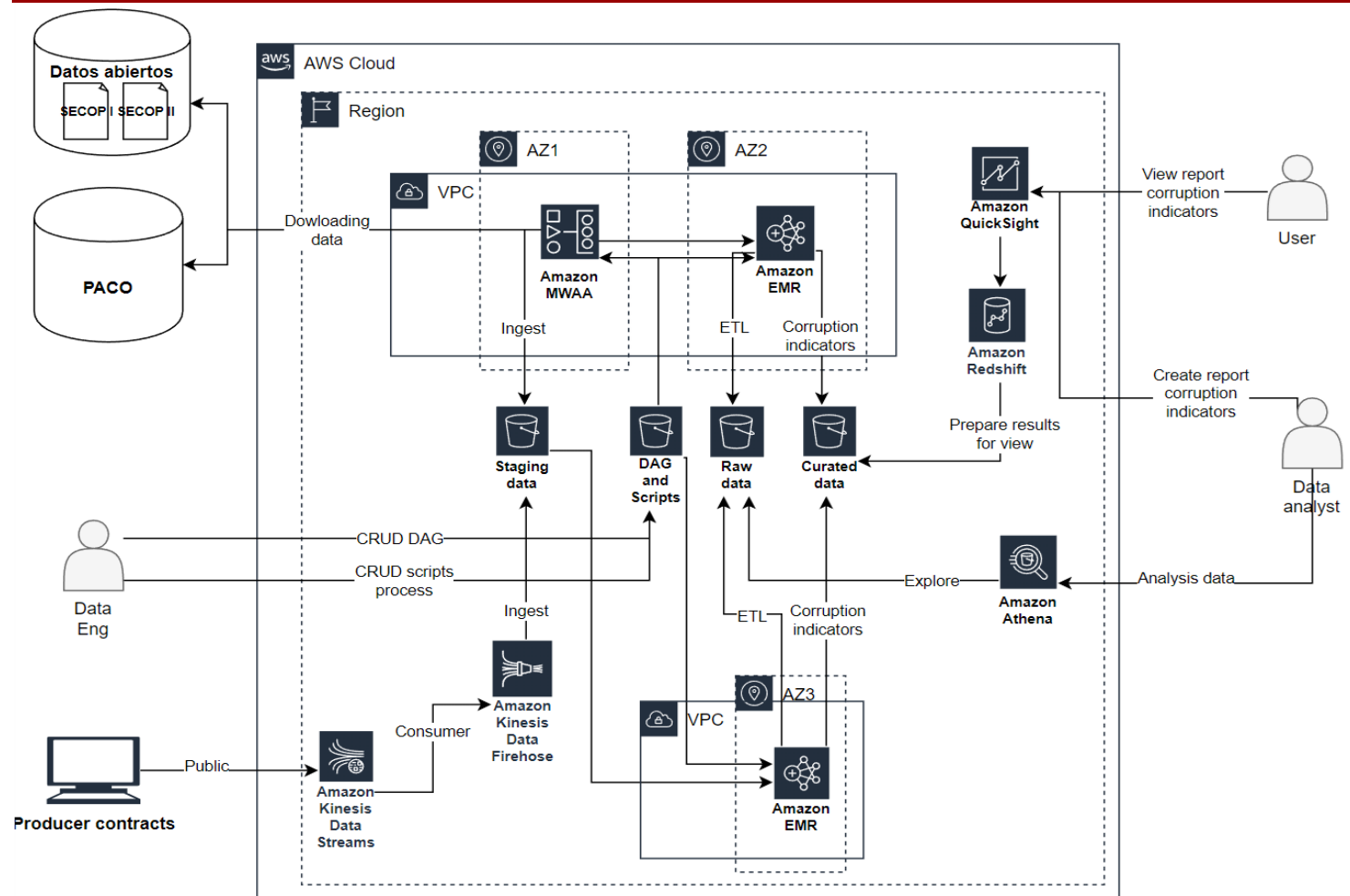


Arquitectura de referencia





Arquitectura propuesta AWS

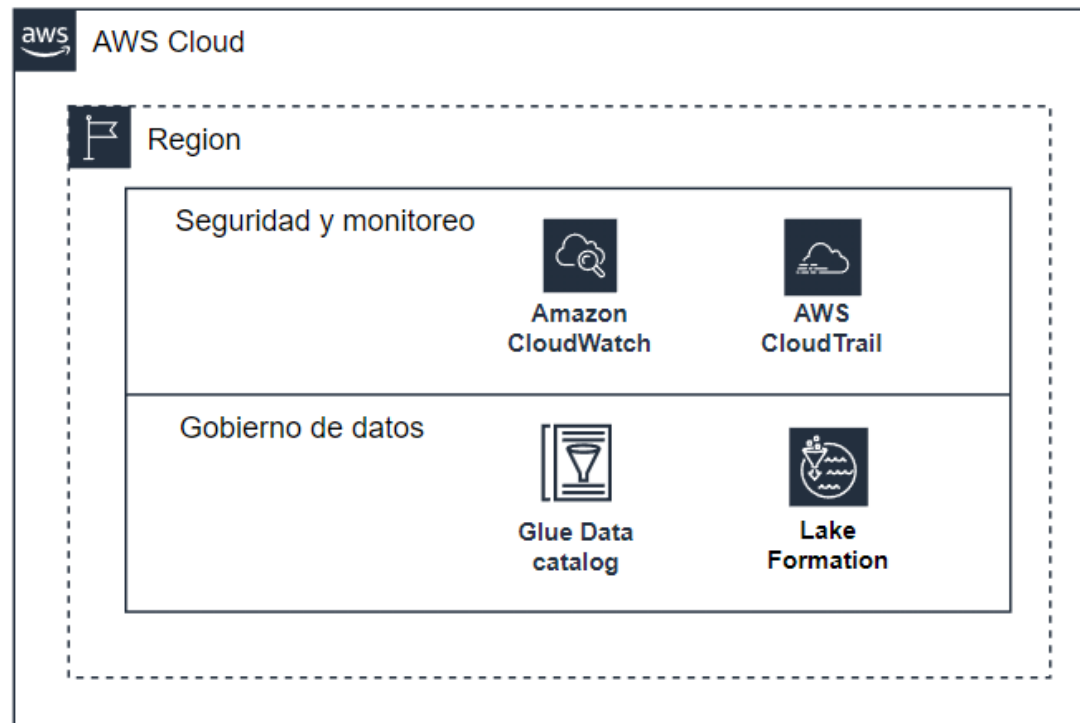




Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



Arquitectura propuesta AWS

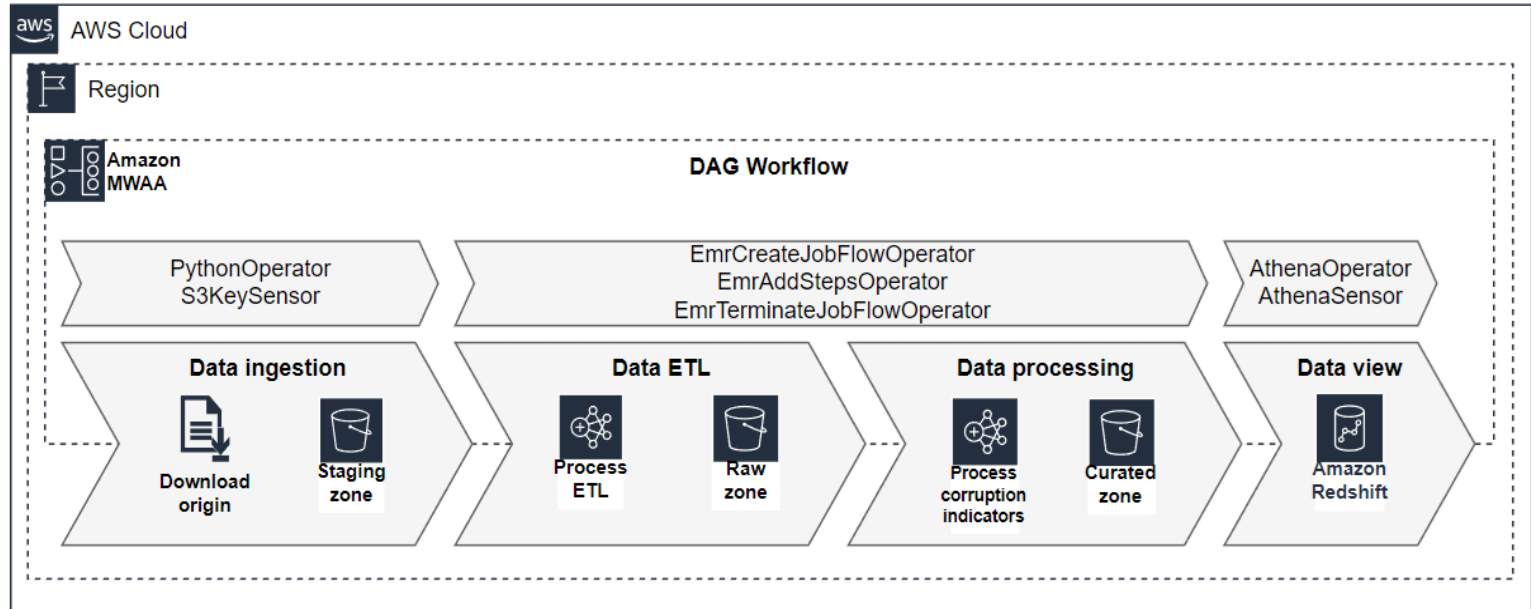




Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



Flujo de datos

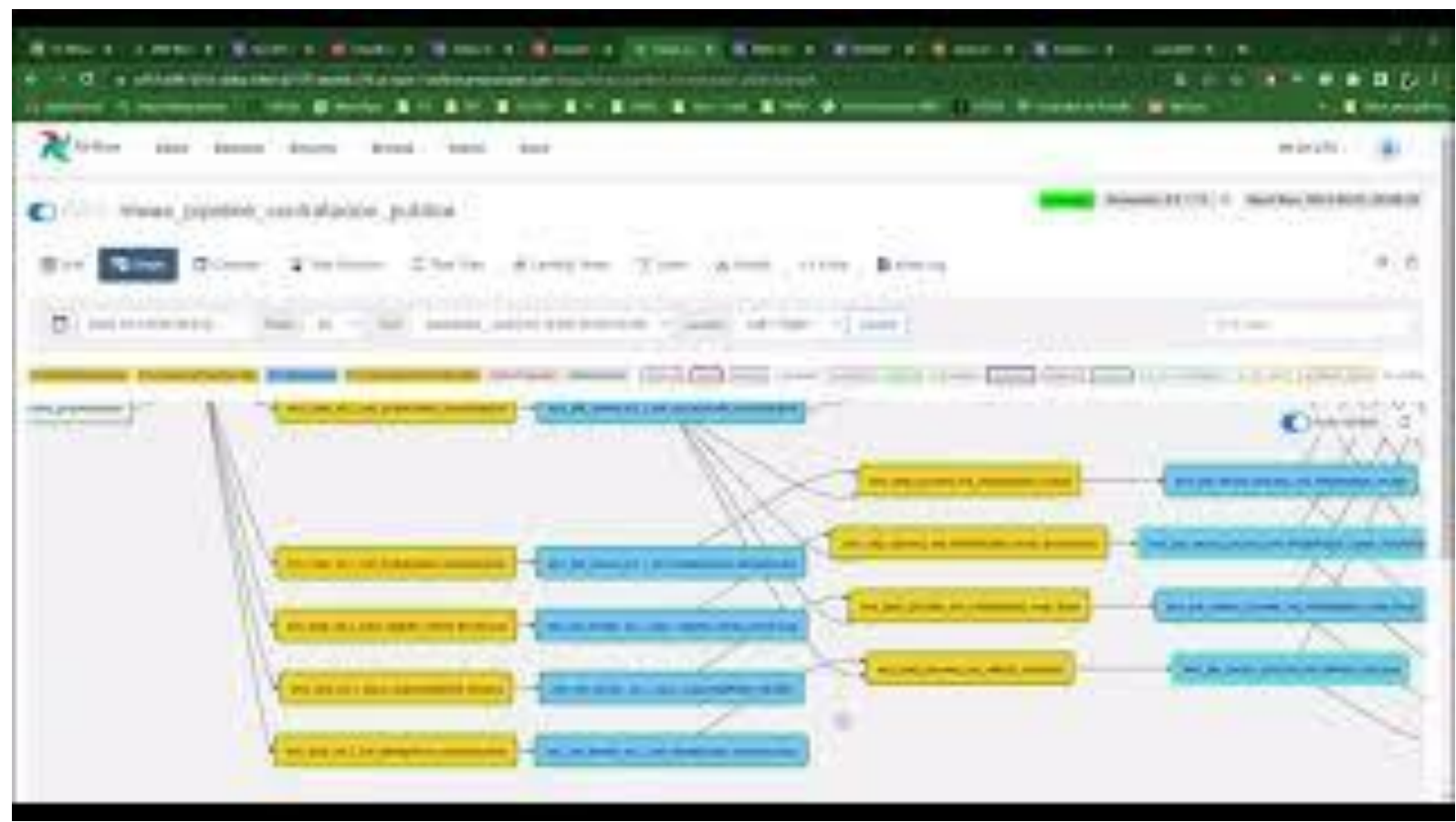




Jornada de presentación de proyectos de investigación Jóvenes Investigadores



Demo





Jornada de presentación de proyectos de investigación Jóvenes Investigadores



Indicadores propuestos

01

Indicadores por inhabilidad

1. Inhabilitados por multas
2. Inhabilitados por obras inconclusas
3. Inhabilitados por responsabilidad fiscal

02

Indicadores de incumplimiento

1. Contratos cancelados
2. Incumplimiento de entregas

03

Otros indicadores

1. Abuso de la contratación
2. Ofertas costosas
3. Proveedores inactivos
4. Proveedores Personas Expuestas Políticamente
5. Puestos sensibles



Jornada de presentación de proyectos de investigación Jóvenes Investigadores



Resultados de indicadores

Vale la pena aclarar que este es un ejercicio académico y que no se busca emitir juicios de valor sobre si un contrato tiene corrupción. Estos indicadores buscan evaluar posibles irregularidades que puedan tener **presunta** corrupción.

Resumen de contratos irregulares por indicador

Grupo de indicador	Nombre de indicador	Cantidad contratos irregulares	Monto total de irregularidades
indicadores incumplimiento	contratistas con contratos cancelados	2,841	81,238,635,735
	contratos con incumplimiento de entregas	21	11,762,172,817
	Subtotal	2,862	93,000,808,552
indicadores por inhabilidad	inhabilitados por multa	3,974	1,451,973,371,137
	inhabilitados por obras inconclusas	665	1,080,692,397,338
	inhabilitados por responsabilidad fiscal	4	395,440,841
	Subtotal	4,643	2,533,061,209,316
otros indicadores	abuso de la contratación	4,179	4,571,605,183,056
	contratos con proveedores con puestos sensibles	143	4,637,197,176
	contratos con proveedores inactivos	644	80,911,307,370
	ofertas Costosas	46,241	29,388,622,370,723
	Subtotal	51,207	34,045,776,058,325
Total		58,712	36,671,838,076,193

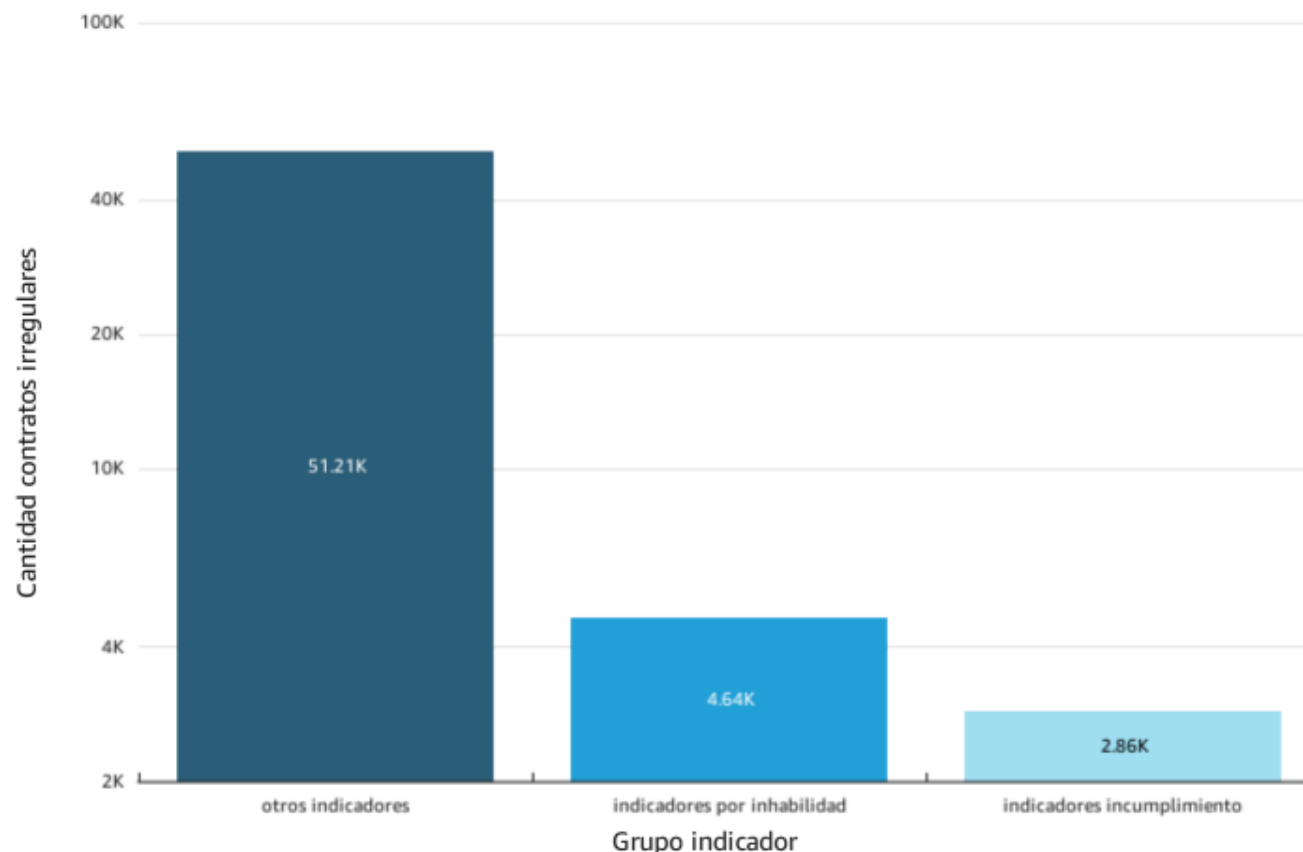


Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



Resultados de indicadores

Total de contratos irregulares por grupo de indicador



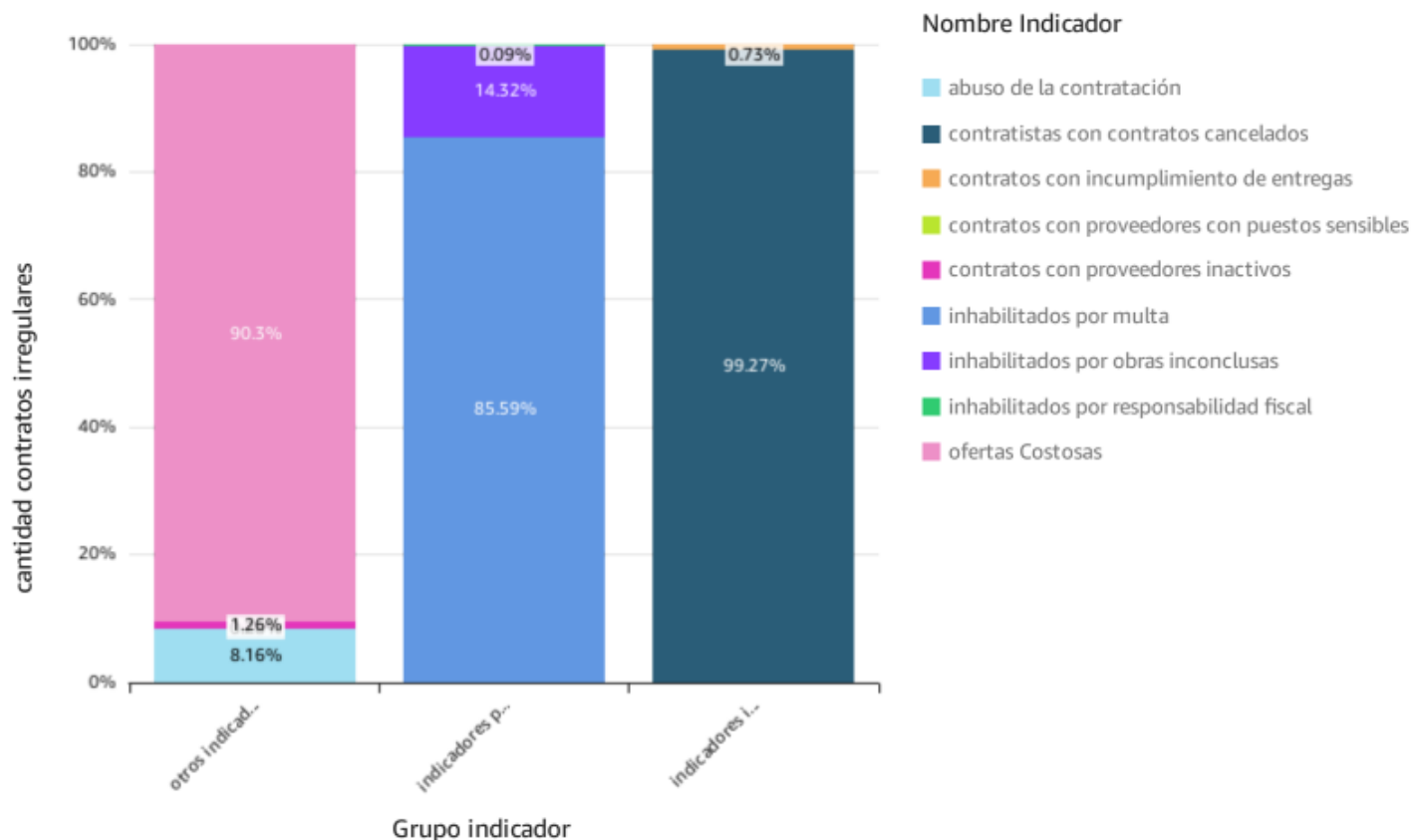


Jornada de presentación de proyectos de investigación Jóvenes Investigadores



Resultados de indicadores

Porcentaje de contratos irregulares por grupo de indicador

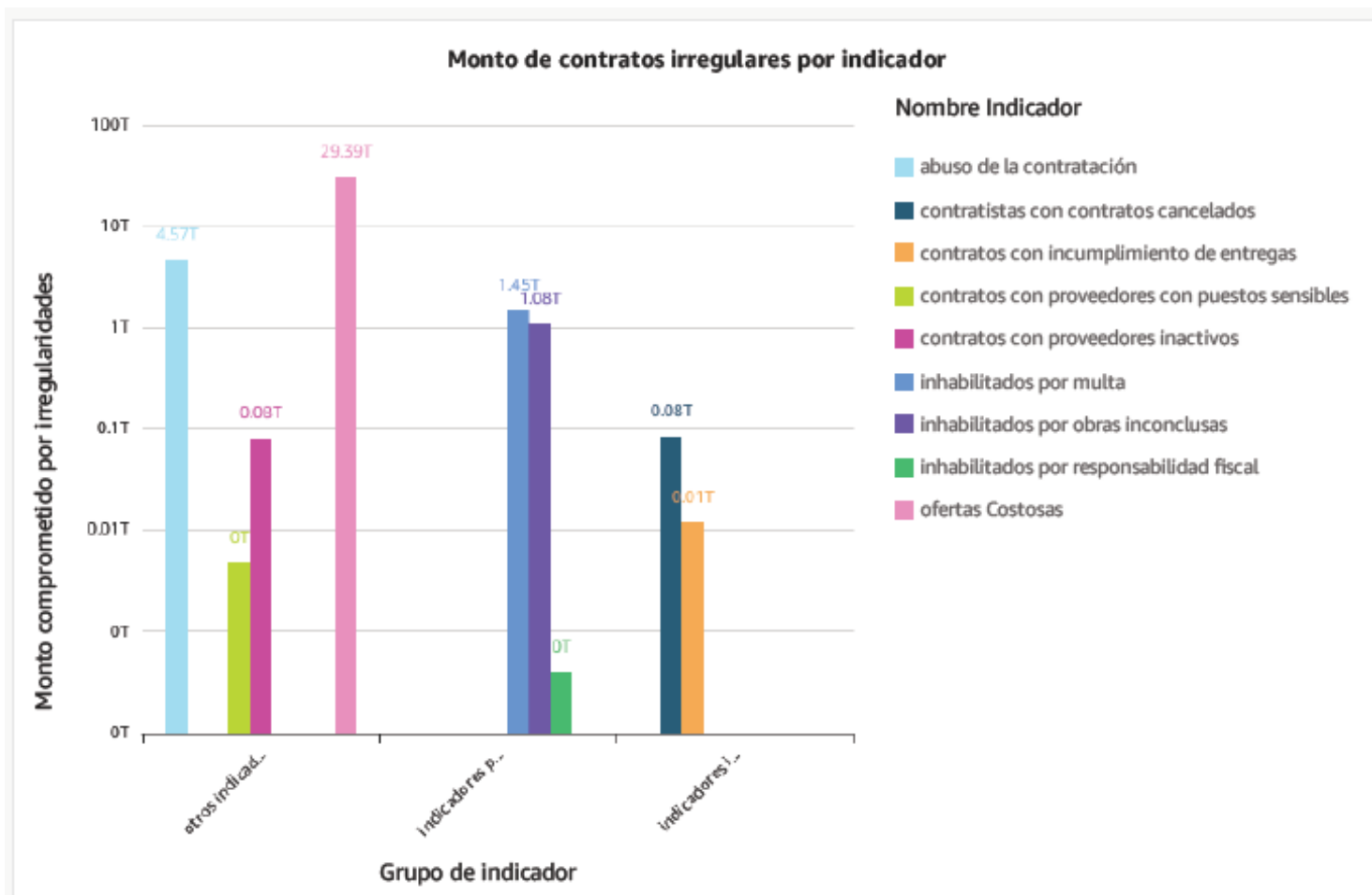




Jornada de presentación de proyectos de investigación Jóvenes Investigadores



Resultados de indicadores





Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



Resultados de indicadores

Resumen de indicadores de contratos en tiempo real

No contrato	Grupo indicador	Nombre de indicador	Alerta irregularidad	Monto contrato
CO1.REQ.1100069	indicadores incumplimiento	contratistas con contratos cancelados	No	56,599,989.5
CO1.REQ.1100069	indicadores por inhabilidad	inhabilitados por multa	No	14,726,501.53
CO1.REQ.1100069	indicadores por inhabilidad	inhabilitados por obras inconclusas	No	56,599,989.5
CO1.REQ.1100069	otros indicadores	abuso de la contratación	No	14,726,501.53
CO1.REQ.1100069	otros indicadores	contratos con proveedores con puestos sensibles	No	56,599,989.5
CO1.REQ.1100069	otros indicadores	contratos con proveedores inactivos	No	14,726,501.53
CO1.REQ.1100069	otros indicadores	contratos con proveedores pep	No	14,726,501.53
CO1.REQ.1100073	indicadores incumplimiento	contratistas con contratos cancelados	No	66,732,403.3
CO1.REQ.1100073	otros indicadores	contratos con proveedores con puestos sensibles	No	66,732,403.3



Jornada de presentación de proyectos de investigación Jóvenes Investigadores



Resultados esperados

01	Códigos fuente de los procesamiento y artefactos implementados en la arquitectura.	Infraestructura como código.	
02	Artículo científico sobre el tema propuesto.	Artículo científico para publicación en revista indexada con los resultados obtenidos en el trabajo de grado desarrollado	
03	Documentación de la arquitectura implementada.	Informe final del trabajo de grado según las especificaciones dadas.	
04	Reporte de contratos con alertas de posibles irregularidades.	Informe de contratos con posibles irregularidades basados en los indicadores propuestos en el proyecto.	



Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



Trabajo futuro

1

Ampliar la arquitectura

Incluir componente de inteligencia artificial modelos predictivos, entre otros

2

Otras funcionalidades

Verificar costos de contratos con modalidad de compras directas mediante plataformas de comercio electrónico.



Jornada de presentación de proyectos
de investigación Jóvenes Investigadores



Referencias

- [1] Monitor Ciudadano de la corrupción, «Radiografía de los hechos de corrupción en Colombia,» 2019. [En línea]. Available: <https://transparenciacolombia.org.co/Documentos/2019/Informe-Monitor-Ciudadano-Corrupcion-18.pdf>. [Último acceso: 01 03 2023].
- [2] C. Acosta, «"La contratación estatal asciende a \$150 billones, lo cual constituye 15% del PIB",» 9 diciembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.asuntoslegales.com.co/actualidad/la-contratacion-estatal-asciende-a-150-billones-lo-cual-constituye-15-del-pib-3273780>.
- [3] Transparency International, «CPI 2020: RESUMEN GLOBAL,» 28 enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.transparency.org/es/news/cpi-2020-global-highlights>
- [4] Transparencia Colombia, «Índice de Percepción de la Corrupción 2020,» enero 2021. [En línea]. Available: <https://transparenciacolombia.org.co/2021/01/28/indice-de-percepcion-de-la-corrupcion-2020/>.
- [5] R. Carter, «Gartner Magic Quadrant for Cloud Infrastructure and Platform Services 2022, » 10 noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.cxtoday.com/data-analytics/gartner-magic-quadrant-cloud-infrastructure-platform-services-2022/>.
- [6] R. Elizondo y B. Joe, «Estudio comparativo de herramientas business intelligence de software libre y propietario para su aplicación y toma de decisiones en la inmobiliaria "Durancity". Babahoyo: UTB-FAFI,» 2022.
- [7] Código Civil Colombiano art. 1495, artículo 1495, 1887.
- [8] Congreso de la República Colombiana, Ley 80 de 1993 atr. 30 parágrafo 1, 1993.
- [9] D. Molano, La contratación pública y la contratación privada desde la realidad colombiana, Escuela de Derecho y Ciencias Políticas, 2018.
- [10] Congreso de la República de Colombia, Ley 1712 art 6 lit j, 2014.
- [11] Transparencia Internacional, «Handbook for curbing corruption in public procurement, » 25 febrero 2006. [En línea]. Available: https://www.transparency.org/whatwedo/publication/handbook_for_curbing_corruption_in_public_procurement.
- [12] E. Campos y S. Pradhan, The many faces of corruption: tracking vulnerabilities at the sector level (English), 2007.
- [13] K. Heggstad y M. Frøystad, «The basics of integrity in procurement, » Octubre 2011. [En línea]. Available: <https://www.cmi.no/publications/4211-the-basics-of-integrity-in-procurement>.
- [14] P. Coopers, «Identifying and reducing corruption in public procurement in the EU. Brussels: PricewaterhouseCoopers and Ecorys.,» 2013. [En línea].
- [15] Banco Mundial, «Fraud and corruption awareness handbook: a handbook for civil servants involved in public procurement., » 25 Abril 2014. [En línea]. Available: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/309511468156866119/fraud-and-corruption-awareness-handbook-a-handbook-for-civil-servants-involved-in-public-procurement>.



Jornada de presentación de proyectos de investigación Jóvenes Investigadores



Referencias

- [16]Transparencia Internacional, «Curbing corruption in public procurement: A practical guide.», 24 Julio 2014. [En línea]. Available: https://www.transparency.org/whatwedo/publication/curbing_corruption_in_public_procurement_a_practical_guide
- [17]Gartner, «Definition of big data - Gartner information technology glossary, » s.f. [En línea]. Available: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data>. [Último acceso: 8 septiembre 2022].
- [18]BBVA, «Las cinco uves del big data. BBVA,» 8 mayo 2017. [En línea]. Available: <https://www.bbva.com/es/las-cinco-uves-del-big-data/>.
- [19]Oracle, «¿Qué es el big data?,» s.f. [En línea]. Available: <https://www.oracle.com/co/big-data/what-is-big-data/>. [Último acceso: 8 septiembre 2022].
- [20]J. P. Arévalo Merchán, «Arquitectura para el análisis de grandes cantidades de datos en tiempo real, aplicado a criptomonedas (Número 119),» Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, n° 119, pp. 65-75, 2020.
- [21]S. Arias, S. Garzón, A. H., G. Niño, V. L. y k. Rodríguez, «Diseño de solución informática de Big Data y BI para soportar la toma de decisiones del área de Desarrollo Comercial de Productos y Servicios de Valor Agregado en “SeNerg” con la finalidad de mejorar su rentabilidad,» 2020. [En línea]. Available: https://lorenanino.com/wp-content/uploads/2021/02/Entrega_TFM_G1_10150719.pdf.
- [22]M. Tapia y S. Marisol, «Evaluación de una arquitectura de Big Data para la red móvil 5G a nivel de la capa ingestión utilizando aplicaciones de recolección de datos,» 2021.
- [23]Apache, «Apache Spark™ - Unified Engine for large-scale data analytics., » s.f. [En línea]. Available: <https://spark.apache.org/>.
- [24]Redhat, «Diferencias entre IaaS, PaaS y SaaS,» 16 agosto 2022. [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/iaas-vs-paas-vs-saas>. [Último acceso: 6 septiembre 2022].
- [25]M. Jorquera, «Compras Públicas y Big Data: Investigación en Chile sobre índice de riesgo de corrupción. Santiago de Chile: Espacio Público,» 2019. [En línea]. Available: <https://redflags.observatoriofiscal.cl/Content/documento/ModeloRedflagsInstitucion.pdf>.
- [26] L. C. Hueso, «Hacia la transparencia 4.0, el uso de la inteligencia artificial y big data para la lucha contra el fraude y la corrupción y las (muchas) exigencias constitucionales,» Repensando la administración digital y la innovación pública Publisher: Instituto Nacional de Administración Pública, 2020.
- [27]W. Pasquarelli y R. Stirling, «The Next Generation of Anti-Corruption Tools: Big Data, Open Data & Artificial Intelligence, » OXFORD INSIGHTS, 2019.
- [28]O. Antoniuk, N. Kuzyk, I. Zhurakovska, R. Sydorenko y L. Sakhno, «The role of ((BIG FOUR)) auditing firms in the public procurement market in Ukraine, » Independent Journal of Management & Production, pp. 2483-2495, 2020.
- [29]Datasketch, «Banderas rojas en la contratación estatal,» s. f. [En línea]. Available: <http://especiales.datasketch.co/contratos-colombia/banderas-rojas.html>. [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [30]ANCP - CCE, «SECOP,» 27 febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.colombiacompra.gov.co/secop/secop>.



Jornada de presentación de proyectos de investigación Jóvenes Investigadores



ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO

Referencias

- [31]Redhat, «Data storage: Dispositivos de almacenamiento de datos.,» 8 marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/data-storage>.
- [32]S. Pletcher, « Storage services compared: AWS vs Azure vs GCP, » 12 enero 2022. [En línea]. Available: <https://acloudguru.com/blog/engineering/storage-showdown-aws-vs-azure-vs-gcp-cloud-comparison>.
- [33]EdPrice-MSFT, «Compare AWS and Azure storage services - Azure Architecture Center, » s.f. [En línea]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/aws-professional/storage>. [Último acceso: 15 septiembre 2022].
- [34]Google Cloud, «Compare AWS and azure services to, » s.f. [En línea]. Available: <https://cloud.google.com/free/docs/aws-azure-gcp-service-comparison>. [Último acceso: 6 septiembre 2022].
- [35]ANCP - CCE, «Órdenes de compra,» s.f. [En línea]. Available: <https://www.colombiacompra.gov.co/tienda-virtual-del-estado-colombiano/ordenes-compra>. [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [36]Google Cloud, «¿Qué es el gobierno de datos?,» s.f. [En línea]. Available: <https://cloud.google.com/learn/what-is-data-governance?hl=es>. [Último acceso: 16 septiembre 2022].