



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:  
UN COMPROMISO PARA EL  
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18  
DE SEPTIEMBRE

20  
20

[www.acofi.edu.co/eiei2020](http://www.acofi.edu.co/eiei2020)

# CARACTERIZACIÓN DE TIPOS DE PERSONALIDAD EN CURSOS DE INGENIERÍA QUE EVALÚAN TRABAJO EN EQUIPO EN LA JAVERIANA CALI

**Jorge Francisco Estela, Iván Fernando Otálvaro**

**Pontificia Universidad Javeriana  
Cali, Colombia**

**Estefany Rey Becerra**

**Universidad Ruhr de Bochum  
Bochum, Alemania**

## Resumen

El trabajo en equipo es una característica inseparable de la práctica profesional de la ingeniería. En el contexto de la acreditación de ABET, el trabajo en equipo es una habilidad que deben desarrollar los estudiantes en su programa académico. En ese sentido, la evaluación de esta habilidad debe hacerse observando la forma como trabajan los equipos, cómo asignan roles, cumplen tareas y cronogramas, y cómo ejercen liderazgo y resuelven conflictos. Así, la formación de los equipos es fundamental para su funcionamiento. En los programas de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil de la Javeriana Cali se viene aplicando el Indicador de Tipos de Myers-Briggs (MBTI) para formar los equipos en los cursos que evalúan esa habilidad para ABET. Este trabajo reporta los hallazgos encontrados con este ejercicio en los años 2018 y 2019 en siete cursos de estos dos programas. Se encontró que en Ingeniería Industrial el tipo de personalidad prevalente fue extrovertido-observador-emocional-juzgador mientras que en Ingeniería Civil fue extrovertido-observador-pensador-juzgador. Esto sugiere que los métodos de enseñanza en estos programas deberían favorecer las actividades grupales, orientadas a lo práctico y concreto, con consideración por los demás y por la toma de decisiones lógicas, y desarrolladas en una estructura ordenada. Aunque el MBTI es reconocido en ingeniería, se recomienda el uso de otros indicadores como el KOLB que considera los estilos de aprendizaje.

**Palabras clave:** ABET; acreditación; trabajo en equipo; tipos de personalidad

## Abstract

*Working in teams is a distinctive characteristic of the professional practice of engineering. In the context of the ABET accreditation, teamwork is one of the abilities students must develop along their academic programs. To that effect, assessing that ability must focus on the way teams work, how the assign roles, achieve goals and meet deadlines, and how they exert leadership and solve conflicts. Thus, the way teams are formed is fundamental for their success. In the Industrial Engineering and Civil Engineering programs at Javeriana Cali, the Myers-Briggs Type Indicator has been used to form teams in the courses that evaluate teamwork for the ABET accreditation. This work reports the findings of this exercise over the years 2018 and 2019 with seven courses of those programs. In Industrial Engineering it was found that the prevailing personality type was extrovert-sensing-feeling-judging while that was extrovert-sensing-thinking-judging in Civil Engineering. This suggests that the teaching methods in those programs should favor group activities, oriented to practical and concrete goals, with consideration for the others and logical decision making, and carried out in a structured manner. Although the MBTI is recognized in engineering, the use of other indicators such as the KOLB that considers learning styles is recommended.*

**Keywords:** ABET; accreditation; teamwork; personality types

## 1. Introducción

El trabajo en equipo ha sido una característica inseparable del ejercicio profesional de la ingeniería. Esto se expresa en mayor o menor grado en las varias especialidades de la ingeniería. Por ejemplo, el diseño y construcción de grandes proyectos de obras civiles congrega el trabajo de grandes equipos de ingenieros que acometen los cálculos estructurales, los estudios de suelos, los presupuestos, los impactos ambientales, y la construcción. También, el diseño de productos y la operación de plantas industriales y organizaciones involucran grandes equipos de ingenieros de varias especialidades. Igual sucede con el desarrollo de software en gran escala.

En consecuencia, la evaluación del trabajo en equipo es una de las habilidades de los estudiantes que se debe evaluar para la acreditación de ABET de programas de ingeniería. Según la revisión de criterios de acreditación de finales de 2017 de la Comisión de Acreditación de Ingeniería (EAC, por sus siglas en inglés), la habilidad de trabajo constituye el resultado de estudiantes número 5. Este se define como “la habilidad para funcionar efectivamente en equipos cuyos miembros en conjunto proveen liderazgo, crean un ambiente colaborativo e incluyente, establecen metas, planean tareas y cumplen objetivos,” y se entiende por “equipo” a “un conjunto de más de una persona que trabajan por una meta común y debería involucrar personas de diversa procedencia, habilidades y perspectivas.” (ABET, 2020).

Por tanto, en el contexto de la acreditación de ABET, la evaluación del trabajo en equipo contrasta con la concepción tradicional de evaluar los productos entregados. Lo que se debe evaluar es la forma cómo trabajan los equipos, i.e. la forma como asumen roles, establece tareas de forma equitativa, cumplen metas y siguen cronogramas, ejercen liderazgo, y dirimen

conflictos. De manera que, al cambiar el sujeto de la evaluación, cambian también su dinámica y medios. La conformación de los equipos se torna muy importante para, si no asegurar el funcionamiento de los equipos, por lo menos, facilitarlos. En este sentido, conviene tener criterios tan objetivos como sea posible para formar los equipos de trabajo; en particular, la práctica usual de dejar que los equipos se formen por la mera preferencia de los estudiantes no parece adecuada pues no asegura la diversidad que busca la definición de la EAC anotada en el párrafo anterior.

En la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Javeriana Cali se viene evaluando la habilidad de trabajo en equipo desde el segundo semestre de 2012. Se evaluó inicialmente con el resultado de estudiantes D del modelo A-K hasta el primer semestre de 2018, y se continuó con el resultado de estudiantes 5 a partir del segundo semestre de 2018. En particular, los programas de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil decidieron aplicar la prueba del indicador tipo de Myers-Briggs (MBTI, por sus siglas en inglés) para formar los equipos de trabajo en algunos de los cursos que deben evaluar la habilidad de trabajo en equipo. Era fundamental establecer un criterio para que los estudiantes pudieran trabajar con diferentes compañeros, que no fueran los habituales, con el fin de mejorar sus relaciones interpersonales con otras personas, preparándolos así para su vida profesional (Rey-Becerra et al., 2018). Así, el objetivo de este trabajo es presentar los hallazgos obtenidos en ese ejercicio desde el año 2016 de una manera meramente descriptiva y sin intentar hacer correlaciones entre los tipos prevalentes de personalidad con el rendimiento académico.

## 2. La teoría del Indicador del Tipo de Myers-Briggs

Basado en las consideraciones sobre “percepción” y “evaluación” del creador de la Psicología analítica Carl Gustav Jung (Leibniz Psychology, 2020), Isabel Briggs Myers y su madre, Katharine Briggs, desarrollaron el MBTI en los años 20’s como instrumento accesible a individuos y grupos (The Myers & Briggs Foundation, 2020a). El indicador se obtiene a partir de la combinación de cuatro dimensiones, que dan como resultado 16 posibles tipos de personalidades, como se muestra en la Figura 1 (The Mayers & Briggs Foundation, 2020a, 16Personalities, 2018)

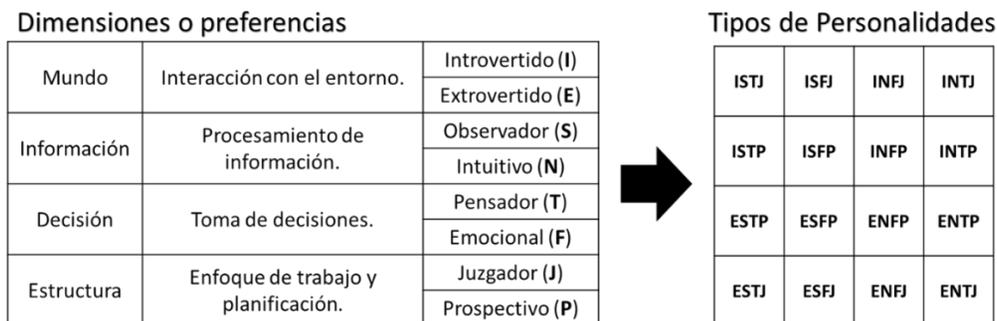


Figura 1. Dimensiones y Personalidades del MBTI

El MBTI es un indicador dinámico (The Myers & Briggs Foundation, 2020b), ya que permite entender la interacción entre la actitud y las funciones mentales. La actitud hace referencia a la forma con la que una persona interactúa y se enfrenta con el entorno. Involucra las dimensiones de mundo y estructura. En el primer caso, tener una mente introvertida, hace referencia a la reflexión interior; son personas que prefieren trabajar de manera individual. Por otro lado, alguien con mente extrovertida tiende a ser más social, participativo y activo. En el segundo caso, la táctica juzgadora hace referencia a tomar decisiones muy bien informadas, de manera planificada y ordenada para poder controlar las situaciones. Por otro lado, las personas con táctica prospectiva son mucho más flexibles y abiertas a nuevas experiencias, adaptándose de manera rápida a las situaciones. Las funciones mentales son las diferentes formas en que trabaja el cerebro, e involucran las dimensiones de información y decisión. Al recopilar información, una persona puede ser observador si se fija en los detalles, o intuitivo porque va más allá del significado. Al tomar decisiones, una persona con naturaleza pensadora se basa en la lógica, mientras que una persona con naturaleza emocional se basa en valores.

El MBTI se basa en la teoría de Psicología Analítica de CG Jung y no en la teoría de Psicología Organizacional. La primera involucra pensamientos y comportamientos provenientes de creencias o percepciones (consciente o inconsciente) de una persona (Gitz-Johansen, 2016). La segunda se refiere al comportamiento de las personas de manera individual, grupal u organizacional, y cómo estas se pueden influenciar con el fin de mejorarlas (Tiemann, H. A., Jr., 2019). Por lo tanto, el MBTI no es una buena opción para ese contexto. Se recomienda el uso del Inventario de Estilos de Aprendizaje de Kolb (EBLS, 2020), el cual se basa en las distintas maneras que un individuo puede aprender.

Sin embargo, el uso del MBTI en educación en ingeniería está bien documentado (Wankat & Oreovicz, 2015). Por ejemplo, Felder, *et al.* (2002) encontraron que el uso del MBTI les permite a los profesores de ingeniería balancear los métodos de instrucción de modo que favorezcan, parte del tiempo, los diferentes tipos de personalidad de los estudiantes del curso. Por ejemplo, una combinación de material teórico y práctico expone equilibradamente estudiantes de tipo intuitivo (I), que se sienten más cómodos con la teoría, y a estudiantes de tipo observador (S), que prefieren los componentes prácticos y fuerza a los intuitivos a manejar los componentes prácticos y viceversa. Esto es importante porque conviene preparar a los estudiantes para el ejercicio profesional en el que tendrán que acometer tareas que no son de su preferencia. O'Brien, *et al.* (1998) exploraron la relación entre los tipos de personalidad y estilos de aprendizaje con el rendimiento académico en cursos básicos de ingeniería y encontraron una predominancia del tipo ISTJ, en particular de los tipos T y J. Estos autores también llamaron la atención al trabajo de McCaulley (1990) que indicó que la dicotomía S/N (observadores/intuitivos) es la más relevante y desafiante para la educación en ingeniería puesto que la ingeniería atrae por igual a estudiantes que prefieren lo concreto y práctico (observadores) y a aquellos que se interesan más por teorías y patrones (intuitivos). De allí el desafío educativo de balancear los contenidos y metodologías para que el aprendizaje de ambos tipos sea efectivo. Por su parte, Shen, *et al.* (2007) examinaron varias metodologías para formar equipos de diseño encontrando que los equipos de diseño exitosos comprendían un conjunto de habilidades complementarias y eran liderados por líderes fuertes de los tipos ISTJ o ESTJ. Referente a la influencia del tipo de personalidad sobre el trabajo en equipo, Ostafichuk y Naylor (2013) encontraron una diferencia

estadísticamente significativa entre la influencia de los tipos introvertido y extrovertido sobre el desempeño de los equipos en pruebas, con los extrovertidos siendo mucho más independientes e influyentes sobre el desempeño de los equipos. También, Pearson, *et al.* (2003) y Rodríguez Montequín, *et al.* (2013) mostraron que la diversidad de estilos de personalidades enriquece el desempeño de los equipos de trabajo.

### 3. Formación de equipos de trabajo según el MBTI

En los programas de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil se decidió utilizar el MBTI para la formación de equipos en algunos cursos que evalúan el resultado de estudiantes de trabajo en equipo para la acreditación de ABET. Esta decisión se basó en las siguientes tres hipótesis: los equipos funcionan mejor si están conformados por tipos de personalidad complementarios; es preferible usar un criterio técnico para formar los equipos a usar criterios arbitrarios o simplemente dejar que se formen a la preferencia de los estudiantes; y, finalmente, es formativo que los estudiantes aprendan a trabajar con quien les toque hacerlo. La implementación del método en los grupos de diseño en Ingeniería Industrial fue documentada por Rey Becerra, *et al.* (2018). La práctica usual es formar equipos de tres o cuatro estudiantes. Siempre que la cantidad de estudiantes del grupo y la variedad de tipos encontrados lo permitan, la complementariedad se garantiza evitando que todos los integrantes sean de un mismo tipo en cada una de las cuatro dicotomías. Por ejemplo, evitando que todos sean extrovertidos o lo contrario, o que todos sean intuitivos o lo contrario. También es importante, de nuevo, siempre que sea posible, evitar que se congreguen grupos solo de muchachos y otros de solo muchachas. Los cursos escogidos para este ejercicio fueron:

- En Ingeniería Industrial: Introducción a la Ingeniería Industrial, Ingeniería de Métodos, Termodinámica, Distribución de Plantas, y Proyecto de Diseño I.
- En Ingeniería Civil: Mecánica de Suelos Aplicada y Diseño I.

Los autores de este estudio aportaron los datos de Termodinámica, un grupo de Introducción a la Ingeniería Industrial, otro de Proyecto de Diseño I, Mecánica de Suelos Aplicada y uno de Diseño I.

### 4. Resultados

En las tablas 1 y 2 se presentan las distribuciones de frecuencias y porcentajes de ocurrencia de los tipos de personalidad en los cursos de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil, respectivamente, obtenidos en el período 2018-1 a 2019-2. La cantidad de estudiantes involucrada fue de 862 personas, de las cuales 612 fueron estudiantes de Ingeniería Industrial y 250, de Ingeniería Civil.

Tabla 1. Distribución de frecuencias de tipos de personalidad en cursos de Ingeniería Industrial

MBTI	Int. Ing. Industrial	Ingeniería Métodos	Termo-dinámica	Distribución Plantas	Proyecto Diseño I	Total	Porcentaje
ENFJ	26	10	13	5	27	81	13
ENFP	13	2	12	4	21	52	8
ENTJ	7	5	5	0	8	25	4
ENTP	4	2	7	1	9	23	4
ESFJ	26	14	33	6	55	134	22
ESFP	15	3	15	0	18	51	8
ESTJ	16	6	13	1	26	62	10
ESTP	5	1	12	0	14	32	5
INFJ	9	2	9	4	11	35	6
INFP	4	3	4	3	3	17	3
INTJ	1	1	4	2	6	14	2
INTP	1	1	4	0	7	13	2
ISFJ	10	5	8	2	11	36	6
ISFP	6	1	1	4	6	18	3
ISTJ	0	0	4	0	5	9	1
ISTP	2	0	2	0	6	10	2
Total	145	56	146	32	233	612	100

Tabla 2. Distribución de frecuencias de tipos de personalidad en cursos de Ingeniería Civil

MBTI	Mecánica de Suelos Aplicada	Diseño I	Total	Porcentaje
ENFJ	9	4	13	5
ENFP	9	5	14	5
ENTJ	9	9	18	7
ENTP	5	3	8	3
ESFJ	18	11	29	12
ESFP	4	1	5	2
ESTJ	25	30	55	22
ESTP	4	8	12	5
INFJ	7	3	10	4
INFP	6	7	13	5
INTJ	4	1	5	2
INTP	5	5	10	4
ISFJ	14	6	20	8
ISFP	4	0	4	2
ISTJ	7	17	24	10
ISTP	5	4	9	4
Total	136	114	250	100

## 5. Discusión

En Ingeniería Industrial, como indica la tabla 1, el tipo prevalente fue el ESFJ, con el 22% de ocurrencia. Se confirma esta prevalencia viendo los cuatro tipos individuales por separado, así: los extrovertidos (E) constituyeron el 75%, los observadores (S) fueron el 58%, los emocionales (F) fueron el 69%, y los juzgadores fueron el 64%. Esto constituye un hallazgo que contradice

parcialmente el estereotipo de estudiantes de ingeniería pues se trata de personas que prefieren trabajar con los demás (extrovertidos), que procesan información por observación directa de la realidad (observadores), que se preocupan por el efecto de sus acciones sobre los demás (emocionales), y que son ordenados y estructurados en su trabajo (juzgadores). Es decir, este perfil constituye una interesante combinación de preferencias que combina rasgos típicos de ingeniería (observación y estructura) con una predisposición a trabajar con los demás (extroversión y emoción). Se trata de un perfil moderno de ingeniería industrial orientado más al trabajo organizacional que a la operación de procesos industriales y maquinaria. También es interesante que el tipo que siguió en prevalencia fue el ENFJ, es decir, el tipo complementario en la dicotomía S/N, tratándose, entonces, de estudiantes con el mismo perfil pero que procesan información por intuición, es decir, apelando a sus propias ideas y sin necesidad de razonamiento. Estos hallazgos son importantes para orientar los métodos de enseñanza en Ingeniería Industrial, que deberían privilegiar las actividades grupales, orientadas a lo práctico, con una adecuada conciencia de los efectos sobre los demás y ajustándose a procedimientos estructurados.

En Ingeniería Civil el tipo prevalente fue el ESTJ, con el 22 por ciento de las ocurrencias. El 62% fueron extrovertidos, el 63% fueron observadores, el 57% fueron pensadores, y el 70% fueron juzgadores. Es decir, se trata de estudiantes que prefieren el contacto con los demás, que aprenden por la experiencia práctica, que toman decisiones lógicamente, y que trabajan estructuradamente. Se trata de un perfil muy típico de ingeniería con el hallazgo sorprendente del tipo extrovertido, lo que constituye un perfil interesante de ingeniero civil más abierto al trabajo en equipo y al contacto con los demás. Las metodologías de enseñanza deberían facilitar la interacción grupal. Por otra parte, la alta prevalencia de estudiante de tipo observador plantea un desafío para la conformación de equipos de diseño pues los estudiantes de tipo intuitivo se caracterizan por aportar creatividad y una mayor diversidad de ideas novedosas para enriquecer las propuestas y soluciones de diseño de ingeniería.

Por supuesto, este ejercicio tiene claras limitaciones. En primer lugar, es un estudio meramente descriptivo en el que no se pretende juzgar la validez teórica o predictiva del MBTI sino usarlo como ayuda metodológica para formar grupos relativamente diversos y balanceados en cuanto a las características de personalidad de sus integrantes. Cualquier intento de correlación con el rendimiento académico no es parte del objetivo e interés de este trabajo. Por otra parte, el estudio se hizo simplemente registrando la cantidad de estudiantes matriculados en cada curso mas no se hizo un seguimiento para contar cada individuo una sola vez en todo el estudio. Por ejemplo, los cursos de Ingeniería de Métodos y Termodinámica comparten su ubicación semestral, de modo que estudiantes de un curso pueden haber respondido la prueba dos veces. El tema de la ubicación semestral es interesante, así, Introducción a la Ingeniería Industrial es un curso de primer semestre mientras que Proyecto de Diseño I es de octavo, y los otros dos cursos anotados son de quinto semestre. Es decir, la exploración en Ingeniería Industrial abarcó casi toda la extensión del plan de estudios. Por el contrario, los dos cursos de Ingeniería Civil son de séptimo y octavo semestres., en los que un estudiante puede haber respondido la prueba en un semestre en un curso y luego en el semestre siguiente en el otro curso.

Una avenida para enriquecer este ejercicio es explorar la correlación con el rendimiento académico individual y con el rendimiento de los equipos a lo largo del plan de estudios.

## 6. Conclusiones

Los resultados de este estudio son sorprendentes, hasta en cierta medida, pues el hallazgo del rasgo de extroversión en los grupos de ambos programas estudiados contradice la percepción de que los estudiantes de ingeniería son típicamente introvertidos. Se trata de un hallazgo interesante que sugiere que los métodos de enseñanza deberían favorecer más la interacción grupal. Por otra parte, los otros rasgos son igualmente interesantes pues muestran estudiantes que prefieren aprender más por lo concreto, que toman decisiones cuidadosamente, tanto por los efectos sobre los otros o por la racionalidad de la situación, y que actúan según procedimientos bien estructurados.

## 7. Agradecimientos

Los autores agradecen los datos aportados por los profesores Carlos Olarte (Proyecto de Diseño I), Luis Alonso Velasco (cursos de Introducción a la Ingeniería Industrial, Ingeniería de Métodos, y Distribución de Plantas) y Luis Fernando Macea y Javier Alexander Pérez (curso de Diseño I).

## 8. Referencias

- Accreditation Board of Engineering and Technology, (2020, junio). C3\_C5\_mapping-SEC-1-13-2018.pdf. Consultado el 7 de junio de 2020 en [https://www.abet.org/wp-content/uploads/2018/03/C3\\_C5\\_mapping\\_SEC\\_1-13-2018.pdf](https://www.abet.org/wp-content/uploads/2018/03/C3_C5_mapping_SEC_1-13-2018.pdf)
- Felder, R.M., Felder, G.N., Dietz, E.J. (2002). The effects of personality type on engineering student performance and attitudes. *Journal of Engineering Education*, Vol. 91, No. 1, pp 1-30.
- EBL (2020, junio). Kolb Learning Style Inventory (LSI). Consultado el 2 de junio de 2020 en: <https://learningfromexperience.com/themes/kolb-learning-style-inventory-lsi/>
- Gitz-Johansen, T. (2016). Jung in education: a review of historical and contemporary contributions from analytical psychology to the field of education. *Journal of Analytical Psychology*, Vol. 61, No. 3, pp 365-384
- Leibniz Psychology. (2020, junio). MBTI - Myers-Briggs Typenindikator (Psyndex Tests Review). Consultado el 1 de junio de 2020 en <https://www.psyndex.de/retrieval/PSYNDEXTests.php?id=9002484>
- McCaulley, M.H. (1988). The MBTI and individual pathways in engineering design. *Engineering Education*, Vol. 78, No. 4, pp 674-681.
- O'Brien, T.P., Bernold, L.E., Akroyd, D. (1998). Myers-Briggs type indicator and academic achievement in engineering education. *International Journal of Engineering Education*, Vol. 14, No. 5, pp 311-315.
- Ostafichuk, P.M., Naylor, C. (2013). The influence of personality type on teamwork on engineering education. *Proceedings of the CEEA13*, paper 035, pp 1-7.

- Pearson, R., Bell Jr, A., Croley, J. (2003). Use of the Myers-Briggs type Indicator in an undergraduate microelectronics course. Proceedings of the 15th Biennial University/Government/ Industry Microelectronics Symposium, IEEE, pp 147-150.
- Rey Becerra, E., Muñoz Prado, F., Parra Cerquera, D., & Luis A., S. (2018). Proyecto de Diseño: una nueva mirada hacia los trabajos de grado en Ingeniería. Encuentro International de Educación en Ingeniería ACOFI, (págs. 1-10). Cartagena, Colombia.
- Rodríguez Montequín, V., Mesa Fernández, J., Villanueva Balsera, J., García Nieto , A. (2013). Using MBTI for the success assessment of engineering teams in project-based learning. International Journal of Technology and Design Education, Vol 23, pp 1127-1146.
- Shen, S.-T., Prior, S.D., White, A.S., Karamanoglu, M. (2007). Using personality type differences to form engineering design teams. Vol. 2, No. 2, pp 54-66.
- The Myers & Briggs Foundation, (2020a, junio). MBTI® Basics. Consultado el 1 de junio de 2020 en <https://www.myersbriggs.org/my-mbti-personality-type/mbti-basics/>
- The Myers & Briggs Foundation. (2020b, junio). Understanding MBTI® Type Dynamics. Consultado el 2 de junio de 2020 en <https://www.myersbriggs.org/my-mbti-personality-type/understanding-mbti-type-dynamics/>
- Tiemann, H.A., Jr. (2019). Industrial and organizational psychology. Salem Encyclopedia of Health.
- Wankat, P., & Oreovicz, F. (2015). Teaching Engineering (2° Edición ed.). McGraw-Hill, Inc, pp 311.
- 16Personalities, (2020, junio). Consultado el 1 de junio de 2020 en <https://www.16personalities.com>

## Sobre los autores

- **Jorge Francisco Estela:** Ingeniero Químico de la Universidad del Valle, Doctor en Filosofía de la Universidad de Londres – *Imperial College of Science, Technology, and Medicine*. Profesor Titular. [jfe@javerianacali.edu.co](mailto:jfe@javerianacali.edu.co)
- **Estefany Rey Becerra:** Ingeniera Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana, magister en Ingeniería de Gestión del Politecnico di Milano, estudiante de doctorado en Psicología de la Universidad Ruhr de Bochum, Alemania. [estefany.reybecerra@ruhr.de](mailto:estefany.reybecerra@ruhr.de)
- **Iván Fernando Otálvaro:** Ingeniero Civil y magíster en Geotecnia de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, doctor en Geotecnia de la Universidad de Brasilia, Profesor Asociado. [ifotalvaro@javerianacali.edu.co](mailto:ifotalvaro@javerianacali.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)