

## **Francesco Aggogeri**

Professore Associato

Meccanica Applicata alle Macchine (ING-IND/13)  
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale  
Università degli Studi Brescia

**Francesco Aggogeri** è attualmente Professore Associato di Meccanica Applicata alle Macchine presso l'Università degli Studi di Brescia - Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale. E' docente del corso di Progettazione Meccanica Funzionale (Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione Industriale). Laureato in ingegneria gestionale, ha conseguito il dottorato di ricerca in Meccanica Applicata presso l'Università di Brescia. I suoi principali argomenti di ricerca riguardano la progettazione funzionale di sistemi mecatronici per la riduzione delle vibrazioni di macchine automatiche e macchine operatrici, lo sviluppo di sistemi robotizzati per la movimentazioni di parti complesse, lo studio di modelli di diagnostica e prognostica di dispositivi meccanici/mecatronici e l'analisi di affidabilità e manutenibilità di sistemi. E' ed è stato responsabile di progetti di ricerca nazionali ed internazionali finanziati dal MIUR (FIRB, PRIN), della Commissione Europea (FP7, H2020) e da aziende private. Attualmente è responsabile per l'Università di Brescia del progetto H2020 - PROGRAMS PROGNostics based Reliability Analysis for Maintenance. E' autore di pubblicazioni su riviste nazionali e internazionali (Scopus, WoS) e di memorie presentate a convegni internazionali.

### **Responsabilità scientifica di progetti di ricerca internazionali e nazionali**

- Responsabile scientifico per l'Università di Brescia del progetto di ricerca europeo: Horizon 2020-767287 - PROGRAMS PROGNostics based Reliability Analysis for Maintenance. Il progetto ha l'obiettivo di studiare la funzionalità di robot industriali e macchine operatrici al fine di incrementarne le prestazioni in termini di affidabilità e disponibilità, attraverso modelli di diagnostica e prognostica (dal 01-10-2017 a oggi)
- Responsabile scientifico per l'Università di Brescia del progetto di ricerca europeo: SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME NMP-2008-3.4-1-COPERNICO Cooperation Environment For Rapid Design prototyping and New Integration Concepts for Factory of the Future. Il progetto ha avuto lo scopo di progettare e sviluppare un ambiente virtuale che integrasse in un'unica piattaforma metodologie, strumenti, software ed informazioni per modellare sistemi meccanici e mecatronici di un'azienda (dal 01-05-2010 al 30-04-2014)
- Responsabile scientifico per l'Università di Brescia del progetto di ricerca europeo: SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME NMP-2007-3.5-2 - INTEG-MICRO New production technologies of complex 3D Micro – devices through multi-process integration of ultra-precision engineering techniques. Il progetto ha avuto l'obiettivo di studiare e sviluppare sistemi mecatronici e strutture smorzanti per il contenimento delle vibrazioni di macchine Ultra High Precision (dal 01-10-2008 al 30-09-2012)
- Responsabile scientifico per l'Università di Brescia del progetto di ricerca nazionale: FIRB 2006 - Sistemi avanzati di manifattura per la lavorazione di prodotti miniaturizzati con processi combinati (Multitasking) flessibili. Lo scopo del progetto è stato di sviluppare sistemi di micro-posizionamento e micro-movimentazione da integrare in macchine operatrici per incrementarne le prestazioni (dal 20-12-2007 al 30-09-2010)

## Attività didattica

- AA 2018-2019 docente dei corsi:
  - “Progettazione Meccanica Funzionale” (Settore disciplinare ING-IND/13) - Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione Industriale – Università di Brescia
  - “Azionamenti Elettrici, Oleodinamici e Pneumatici” (Settore disciplinare ING-IND/13) - Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione Industriale – Università di Brescia
  - “Meccanica degli azionamenti” (Settore disciplinare ING-IND/13) - Corso di Laurea in Meccanica
- AA 2017-2018 Professore aggregato del corso “Progettazione Meccanica Funzionale” (Settore disciplinare ING-IND/13) - Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione Industriale – Università di Brescia
- AA 2017-2018 Esercitazioni del corso “Meccanica delle Macchine e Macchine” (Settore disciplinare ING-IND/13) - Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione Industriale – Università di Brescia
- AA 2016-2017 Professore aggregato del corso “Progettazione Meccanica Funzionale” (Settore disciplinare ING-IND/13) - Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione Industriale – Università di Brescia (10 ore – 1.25 CFU)
- AA 2015-2016 Professore aggregato del corso “Progettazione Meccanica Funzionale” (Settore disciplinare ING-IND/13) - Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione Industriale – Università di Brescia (10 ore – 1.25 CFU)
- AA 2015-2016 Esercitazioni del corso “Meccanica delle Macchine e Macchine” (Settore disciplinare ING-IND/13) - Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione Industriale – Università di Brescia

Ha svolto anche attività didattica per i seguenti corsi: Laboratorio di Ingegnerizzazione del Prodotto (2008-2011 – 2 CFU), Esigenze tecniche del Prodotto (2007-2010 – 3 CFU) corso di Laurea in Disegno Industriale, Programmazione e Controllo della Produzione Meccanica B (2007-2010 – 5 CFU) corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Meccanica, Tecnologie Meccaniche e Macchine di Lavorazione (2012 -9 CFU) corso di Laurea in Ingegneria Meccanica e Materiali

## Lista delle principali Pubblicazioni

- Aggogeri, F., Borboni, A., Merlo, A., Pellegrini, N., Tiboni, M., Design of a 3-DOFs parallel robotic device for miniaturized object machining, (2019) Mechanisms and Machine Science, Volume 67, 2019, pp. 325-332
- Ceresoli, F., Aggogeri, F., Amici, C., Borboni, A., Faglia, R., Pellegrini, N., Tiboni, M., Antonini, M., Fausti, D., Mor, M., Petrogalli, G., Vertuan, A., Differential system for limb rehabilitation, (2019), Mechanisms and Machine Science, Volume 65, 2019, pp.3-10
- Mikołajczyk, T., Kłodowski, A., Mikołajewska, E., Walkowiak, P., Berjano, P., Villafañe, J.H., Aggogeri, F., Borboni, A., Fausti, D., Petrogalli, G., Design and control of system for elbow rehabilitation: Preliminary findings, (2018), Advances in Clinical and Experimental Medicine Open Access, Vol. 27 (12), pp. 1661-1669
- Tiboni, M., Aggogeri, F., Bussola, R., Borboni, A., Perani, C.A., Pellegrini, N., Low-cost design solutions for educational robots, (2018), Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 30 (5), pp. 827-834
- Remino, C., Baronio, M., Pellegrini, N., Aggogeri, F., Adamini, R., Automatic and manual devices for cardiopulmonary resuscitation: A review, (2018) Advances in Mechanical Engineering, Vol. 10(1) 1-14

- Abagnale, C., Aggogeri, F., Borboni, A., Strano, S., Terzo, M., Dead-zone effect on the performance of state estimators for hydraulic actuators, (2017) *Meccanica*, 52(9), pp. 2189-2199
- Aggogeri, F., Avanzini, A., Borboni, A., Pandini, S., A robot gripper in polymeric material for solid micro-meso parts, (2017) *International Journal of Automation Technology*, 11(2), pp. 311-321
- Aggogeri, F., Borboni, A., Merlo, A., Pellegrini, N., Ricatto, R., Vibration damping analysis of lightweight structures in machine tools, (2017) *Materials*, 10(3), 297
- Aggogeri, F., Borboni, A., Faglia, R., Merlo, A., Pellegrini, N., A kinematic model to compensate the structural deformations in machine tools using fiber Bragg grating (FBG) sensors, (2017) *Applied Sciences*, 7(2),114
- Aggogeri, F., Borboni, A., Merlo, A., Pellegrini, N., Ricatto, R., Real-Time Performance of Mechatronic PZT Module Using Active Vibration Feedback Control (2016) *Sensor*, 16(10),1577
- Aggogeri, F., Pellegrini, N. , Adamini, R., Functional Design in Rehabilitation: Modular Mechanisms for Ankle Complex, *Applied Bionics and Biomechanics*, Volume 16 (2016), Article ID 9707801
- Aggogeri, F., Faglia, R., Mazzola, M., Merlo, A. Automating the simulation of SME processes through a discrete event parametric model (2015) *International Journal of Engineering Business Management*, 7 (1), pp. 1-10
- Borboni, A., Aggogeri, F., Merlo, A., Pellegrini, N., Amici, C. PKM mechatronic clamping adaptive device (2015) *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 12, art. no. 42
- Aggogeri, F., Pellegrini N., Design and Experimental validation of a Shape Memory Alloy actuator for Linear Motors (2015) *Applied Mechanics and Materials Vol. 783* (2015) pp 69-75.
- F. Aggogeri (2014) Lean thinking to change healthcare organisations: a case study to reduce waste and redesign services. *European J. of Cross-Cultural Competence and Management*, Vol.3, N. 3/4, pp.196 - 211
- Aggogeri, F., Pellegrini, N., Adamini, R., A Fuzzy algorithm to study the Inverse Kinematics problem of a serial manipulator (2015) *Applied Mechanics and Materials Vol. 783*, pp 77-82
- Borboni, A., Aggogeri, F., Faglia, R. Design and analysis of a fibre-shaped micro-actuator for robotic gripping (2013) *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 10, art. no. 149
- Aggogeri, F., Mazzola M., Borboni, A., Faglia R., A novel logic and approach to speed up simulation and analysis of production systems (2013) *Journal of Convergence Information Technology*. Vol. 8, pp. 702-710
- Aggogeri, F., Borboni, A., Faglia, R., Merlo, A., De Cristofaro, S. Precision Positioning Systems: An overview of the state of art (2013) *Applied Mechanics and Materials*, 336-338, pp. 1170-1173
- Aggogeri, F., Al-Bender, F., Brunner, B., Elsaid, M., Mazzola, M., Merlo, A., Ricciardi, D., De La O Rodriguez, M., Salvi, E. Design of piezo-based AVC system for machine tool applications (2013) *Mechanical Systems and Signal Processing*, 36 (1), pp. 53-65
- Borboni, A., Aggogeri, F., Moscatelli D., A Differential Mechatronic Device: Design, Simulation and Experimental Results (2013) *International Journal of Advancements in Computing Technology*, Vol 5 (10), p 126-135
- F. Aggogeri , G. Barbato, E.M. Barini, G. Genta, R. Levi (2011) Factors affecting measurement uncertainty in industrial CMM work, *Italian Journal of Applied Statistics*. Vol. 22 (3) p 341-352

- Aggogeri, F., Barbato, G., Barini, E.M., Genta, G., Levi, R. Measurement uncertainty assessment of Coordinate Measuring Machines by simulation and planned experimentation (2011) CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 4 (1), pp. 51-56
- Borboni, A., Aggogeri, F., Pellegrini, N., Faglia, R. Innovative modular SMA actuator (2012) Advanced Materials Research, 590, pp. 405-410
- Aggogeri, F., Barbato, G., Barini, E.M., Genta, G., Levi R., Factors affecting measurement uncertainty in industrial CMM work (2011) Italian Journal of Applied Statistics. Vol. 22 (3) pp. 341-352
- Aggogeri, F., Borboni, A., Merlo, A., Pellegrini, N. Machine tools thermostabilization using passive control strategies (2012) Advanced Materials Research, 590, pp. 252-257
- Aggogeri, F., Merlo, A., Mazzola, M. Multifunctional structure solutions for Ultra High Precision (UHP) machine tools (2010) International Journal of Machine Tools and Manufacture, 50 (4), pp. 366-373
- Aggogeri, F., Mazzola, M., O'Kane, J. Implementing DFSS to increase the performance level of an extrusion process (2009) International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage, 5 (1), pp. 10-28
- Mazzola, M., Aggogeri, F. Analysis of the variability of cutting processes when many factors are perturbed (2009) International Journal of Manufacturing Research, 4 (2), pp. 203-218
- Mazzola, M., Gentili, E., Aggogeri, F. Improvement through process integration using a simulative, dynamic method (2008) International Journal of Manufacturing Technology and Management, 14 (3-4), pp. 396-409
- Aggogeri, F., Gentili, E. Six Sigma methodology: An effective tool for quality management (2008) International Journal of Manufacturing Technology and Management, 14 (3-4), pp. 289-298
- M. Mazzola, E. Gentili, F. Aggogeri, SCOR, Lean and Six Sigma integration for a complete industrial improvement (2007) International Journal of Manufacturing Research, 2 (2), pp. 188-197
- E. Gentili, F. Aggogeri (2004) Simulation of Dynamical Behaviour of a Linear motor unit for a transfer line, Problems of Mechanical Engineering and Robotics, Vol. 23, pp. 53-56
- Aggogeri, F., Pellegrini, N., Merlo, A., Borboni, A., Adamini, R., Taesi, C., Design of Damped Structures to Increase Machine Tool Dynamical Performance, (2018), Proceeding of ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Pittsburgh, 9-15 November 2018
- Aggogeri, F., Borboni, A., Strano, S., Terzo, M., Effects of DAC interpolation on the dynamics of a high speed linear actuator, 2018 14th IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications, MESA 2018, August 2018, Article number 8449190
- Adamini, R., Aggogeri, F., Baronio, M., Borboni, A., Gal, E.D., Pellegrini, N., Remino, C., (2017) Cardiopulmonary resuscitation devices: Preliminary analysis. Mechanisms and Machine Science. Volume 49, 2018, Pages 885-891. 26th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, RAAD 2017; Turin, 21 - 23 June 2017
- Borboni, A., Serpelloni, M., Borghetti, M., Amici, C., Aggogeri, F., Fausti, D., Antonini, M., Mor, M., Sardini, E., Faglia, R., (2017) Hand robotic rehabilitation: From hospital to home. Mechanisms and Machine Science. Volume 49, 2018, Pages 877-884. 26th International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, RAAD 2017; Turin, 21 - 23 June 2017

- Borboni, A., Maddalena M., Rastegarpanah A., Saadat M., Aggogeri F., Kinematic performance enhancement of wheelchair-mounted robotic arm by adding a linear drive (2016) IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications; Benevento, May 15-18 2016
- Reina, A., Kocsis, Á., Merlo, A., Németh, I., Aggogeri, F. (2016). Maintenance Decision Support for Manufacturing Systems Based on the Minimization of the Life Cycle Cost. In: *Procedia CIRP*. vol. 57, p. 674-679, Elsevier B.V.; Stuttgart, Germany, 2016
- Aggogeri, F., Borboni, A., Adamini, R., Faglia R., (2015) A Fuzzy Logic to solve the Robotic Inverse Kinematic Problem. *Applied Mechanics and Materials* Vol. 772 pp 488-493; Tismana Romania, 27- 30 June 2015.
- Aggogeri, F., Barbato, G., Genta, G., Levi, R. Statistical modeling of industrial process parameters (2015) *Procedia CIRP*, 33, pp. 203-208. *Procedia CIRP Volume 33, 2015, Pages 203-208*. 9th CIRP International Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, CIRP ICME 2014; Capri; Italy; 23 - 25 July 2014
- Borboni, A., Aggogeri, F., Faglia, R. Fast kinematic model of a seven-bar linkage with a single compliant link (2014) ASME 2014 12th Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis, ESDA 2014, 3; Copenhagen, 25-27 June 2014
- Aggogeri, F., Borboni, A., Faglia, R., Reliability roadmap for mechatronic systems. In: *Mechatronics (2013) Robotics and Automation*. *Applied Mechanics and Materials*, vol. 373-375, p. 130-133, Trans Tech Publications, Guangzhou; China, 13 June 2013 - 14 June 2013
- Aggogeri, F., Borboni, A., Faglia, R., Merlo, A., De Cristofaro, S. Precision Positioning Systems: An overview of the state of art (2013) *Applied Mechanics and Materials*, 336-338, pp. 1170-1173 Trans Tech Publications, 2nd International Conference on Measurement, Instrumentation and Automation, ICMIA 2013; Guilin; China, 23 - 24 April 2013
- Borboni, A., Aggogeri, F., Pellegrini, N., Faglia, R. Precision point design of a cam indexing mechanism (2012) *Advanced Materials Research*, 590, pp. 399-404. International Conference on Mechatronic Systems and Materials Application, ICMSMA 2012; Qingdao; China; 8 September 2012 - 9 September 2012
- Aggogeri, F., Borboni, A., Merlo, A., Pellegrini, N. Machine tools thermostabilization using passive control strategies (2012) *Advanced Materials Research*, 590, pp. 252-257. International Conference on Mechatronic Systems and Materials Application, ICMSMA 2012; Qingdao; China; 8 September 2012 - 9 September 2012
- Merlo, A., Ricciardi, D., Salvi, E., De Cristofaro S., Aggogeri, F., Pellegrini, N., Novel Adaptive Fixturing for Precise Micro-positioning of Thin Walled Parts (2011) *Proceedings of the 8th International Conference On Multi-Material Micro Manufacture (4M 2011)*, pp. 281-284; Stuttgart, Nov 08-10, 2011
- Aggogeri, F., Faglia, R., Merlo, A., Pellegrini N., Tiboni M., Multifunctional Material Application in Ultra High Precision Machine Tools Design (2011) *Proceedings of the 8th International Conference On Multi-Material Micro Manufacture (4M 2011)*, pp. 290-293; Stuttgart, Nov 08-10, 2011
- Mazzola, M., Aggogeri, F., Merlo, A., Brunner, B., De La O Rodriguez, M. Reliability characterization of a piezoelectric actuator based AVC system (2010) ASME 2010 10th Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis, ESDA2010, 4, pp. 769-778
- Aggogeri, F., Mazzola, M., Merlo, A., Pellegrini, N. Application of multifunctional materials for machine tool structures (2010) ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, *Proceedings*, 14, pp. 235-242; Lake Buena Vista, Nov 13-19, 2009

- Merlo, A., Ricciardi, D., Cremona, A., Meo, F., Aggogeri, F. Advanced composite materials in precision machine tools sector - Applications and perspectives (2009) ICCM International Conferences on Composite Materials, Edinburgh, July 27-31, 2009
- Aggogeri F., Barini E., Levi R (2009). CMM measurement variability analysis: A comparison between two metrological laboratories measuring three industrial workpieces. In: Proceedings of the 9th Biennial Conference on Engineering Systems Design and Analysis. vol. 1, p. 335-343, ASME, Haifa, July 07-09, 2008
- Mazzola, M., Merlo, A., Aggogeri, F. Analysis of machine tool failures using advanced reliability models for complex repairable systems (2009) ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings, 16, pp. 163-171; Boston, MA, USA, Oct 31 - Nov 6 2008.
- Aggogeri, F., Mazzola, M. Combining six sigma with lean production to increase the performance level of a manufacturing system (2009) ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings, 4, pp. 425-434.
- F. Aggogeri, M. Mazzola, N. Pellegrini (2009). Quality controls and testing process in Machine Tools realisation. Proceedings of the 19th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, 6-8 July 2009, Middlesbrough (UK), pp. 1178-1186
- M. Oliosi, F. Aggogeri, M. Mazzola (2008). An Integrated Approach to Enhance Quality and Reliability of Healthcare Processes. Proceedings of the 6th CIRP ICME Int. conference. 23rd-25th July 2008. Napoli, Italy ISBN 978-88-900948-7-3.
- Gentili, E., Aggogeri, F., Mazzola, M. The effectiveness of the quality function deployment in managing manufacturing and transactional processes (2008) ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Proceedings, 3, pp. 237-246.
- A. Merlo, M. Mazzola, F. Aggogeri, B. Brunner, M. de la O. Rodriguez (2008). A structured analysis for the reliability prediction of a micromilling machine subsystem. Proceedings of the AMST 2008 Int. Conf., 12th-13th June 2008, Udine, Italy. ISBN 978-88-85137-22-9. pp. 281-292
- F. Aggogeri, G. Barbato, E. Barini, G. Genta, R. Levi (2008). Uncertainty assessment of CMM measurements: design of experiment vs. simulation. 6th CIRP ICME Int. conference. 23rd-25th July 2008. Napoli, Italy ISBN 978-88-900948-7-3.
- Aggogeri F, Gentili E., Mazzola M. (2007). Uncertainty and capability analysis performed on a CMM. In: Laser Metrology and Machine Performance VIII - 8<sup>th</sup> International Conference and Exhibition on Laser Metrology, Machine Tool, CMM and Robotic Performance, LAMDAMAP 2007. vol. 1, p. 54-62, Euspen, Cranfield; United Kingdom, 2007
- M. Mazzola, E. Gentili, F. Aggogeri (2007). Exploratory Data Analysis of a turning process. Proceedings of the 20th Int. Conference on Computer-Aided Production Engineering. CAPE 2007. Glasgow. 6th - 8th June 2007. ISBN/ISSN: 978-1-905866-14-4. pp. 132-141
- F. Aggogeri, E. Barini, G. Barbato, E. Gentili, R. Levi (2006). Uncertainty Component Analysis in Coordinate Measuring Machines. 5th CIRP-ICME Int. conference. 25th - 28th July 2006. Ischia, Italy. ISBN 978-88-95028-01-9. pp. 471-476
- F. Aggogeri, E. Gentili, M. Mazzola. (2006). The improvement of a manufacturing stream using the DMAIC method. Proceedings of the 2006 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition. Chicago. 5th - 10th November 2006. ASME ISBN 0791847748. pp. 127-133
- F. Aggogeri, M. Mazzola, E. Gentili, (2006). The impact of the process integration on business management: Case studies using six sigma methodology. Adaptive Technologies and Business Integration: Social, Managerial and Organizational Dimensions, pp.189-209

- E. Gentili, F. Aggogeri, (2005) The reduction of measurement uncertainty in the control process: An industrial application, SICE Annual Conference 2005; Okayama 8-10 August 2005, pp. 3095-3100
- E. Gentili, L. Tabaglio, F. Aggogeri, Review on micromachining techniques, 7th International Conference on Advanced Manufacturing System and Technology, 9-10 June 2005 Udine, Springer Ed.
- F. Aggogeri, E. Gentili, Contribution of Six Sigma Methodology to Shareholders and Stakeholders, The 2nd One-day International Conference on Business performance and Corporate Social Responsibility, The National Liberal Club Whitehall Palace, 22 June 2005, London (UK)
- V. Morandi, F. Aggogeri, S. Baroni, Critical Chain Scheduling: Application to Production Job Order Management, 21st International Conference on CAD/CAM Robotics and Factories of the Future, 17-20 July 2005, Cracow
- F. Aggogeri, E. Gentili, Design, Product and Control Processes: Three Stages of an Integrated System", "The Six Sigma approach: an Italian Production Application, CIRP International Seminar on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, 30th June - 2nd July 2004, Sorrento (Na), Italy
- E. Gentili, F. Aggogeri: Six Sigma: Results in an industrial application, 34th International MATADOR (Manufacturing Automation and System Technology Applications Design Organisation and Management, Research) Conference, 7th - 9th July 2004, Manchester UK
- F. Aggogeri, E. Gentili: "Control Process: A Milestone for Flexibility and Globalisation, 2004 Japan - USA Symposium on Flexibility Automation, 19th - 21st July 2004, Denver CO, US
- E. Gentili, F. Aggogeri, A First Audit on Industrial Pieces using CMMs, 2004 Israel-Italy Bi-National Conference Haifa, Israel, 29-30 Nov. 2004

Gennaio 2019