L'OPINIONE DELL'UTILIZZATORE | LE POINT DE VUE DE L'UTILISATEUR

testo *Daniel Dzib Argüelles e Gerardo Zambrano Escamilla | La Revista del Color Mx*

INNOVAZIONE E SOSTENIBILITÀ PER LA LINEA DI PRODUZIONE DI BMW MESSICO

INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE POUR LA CHAÎNE DE PRODUCTION DE BMW MEXICO

BMW, IL PRODUTTORE TEDESCO DI AUTOMOBILI DI LUSSO E DI ALTA GAMMA, HA RICEVUTO LA REDAZIONE DE LA REVISTA DEL COLOR MÉXICO PRESSO I SUOI STABILIMENTI DI SAN LUIS POTOSÍ, CON CUI HA CONDIVISO LE ULTIME INNOVAZIONI IN MATERIA DI SOSTENIBILITÀ E i4.0 CHE HA IMPLEMENTATO NEL SUO PROCESSO DI VERNICIATURA. QUESTI IMPIANTI SONO I PIÙ RECENTI DELLA RETE DI PRODUZIONE GLOBALE DEL GRUPPO BMW. ■ BMW, LE FABRICANT ALLEMAND DE VOITURES DE LUXE ET HAUT DE GAMME, A REÇU LE PERSONNEL DE LA RÉDACTION DE LA REVISTA DEL COLOR MÉXICO À SON USINE DE SAN LUIS POTOSI, AVEC QUI IL A PARTAGÉ LES DERNIÈRES INNOVATIONS EN MATIÈRE DE DURABILITÉ ET i4.0 QU'IL A MISES EN ŒUVRE DANS SON PROCESSUS DE PEINTURE. CES INSTALLATIONS SONT LES PLUS RÉCENTES DU RÉSEAU MONDIAL DE PRODUCTION DU GROUPE BMW.

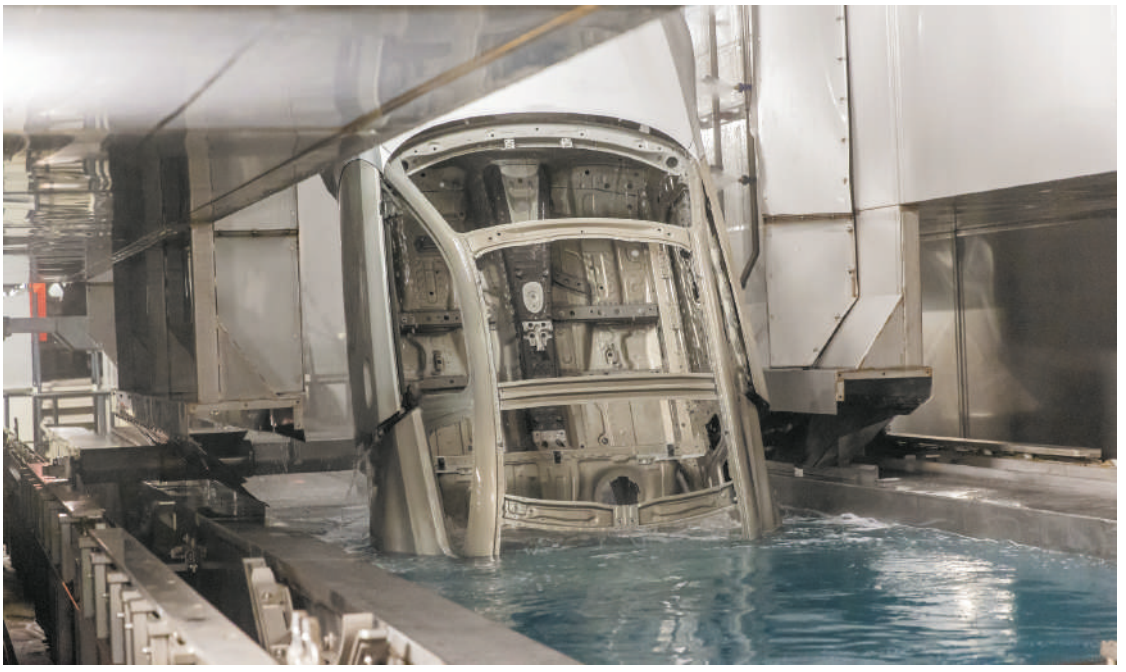
1 – Lourdes del Ángel, la responsabile verniciatura, con Lev Aguirre, il responsabile dei processi e dei materiali (pretrattamento, vernici cataforetiche, trattamento acque di processo) dello stabilimento BMW di San Luis Potosí, Messico.
Lourdes del Angel, responsable du service Peinture, avec Lev Aguirre, responsable des processus et des matériaux (pré-traitement, peintures par cataphorèse, traitement de l'eau de procédé) à l'usine de BMW de San Luis Potosi, au Mexique.

In esclusiva per le nostre riviste, BMW ha aperto le porte dell'area di verniciatura e finitura delle superfici, dove abbiamo avuto l'opportunità di parlare con Lourdes del Ángel, la responsabile del reparto di verniciatura e Lev Aguirre, il responsabile di processo (materiali, pretrattamento, cataforesi e trattamento delle acque), che guidano le rispettive aree di assicurazione della qualità di finitura e del pretrattamento, acqua ed energia (fig. 1).
Durante la presentazione introduttiva della visita abbiamo indossato l'equipaggiamento di sicurezza per entrare nella linea di verniciatura, che si sviluppa su 4 livelli, combinando processi in gran parte automatizzati, flessibili e sottoposti all'attenzione di dettaglio del personale dello stabilimento.
Lev e Lourdes si sono alternati durante il nostro tour dell'area di verniciatura, illustrandoci le ultime innovazioni in materia di verniciatura, rivestimenti, isolamento, i4.0 e sostenibilità.

2 – Una carrozzeria nel vestibolo d'ingresso all'impianto di verniciatura. Qui le carrozzerie si acclimatano e preparano alle successive fasi di pretrattamento e verniciatura (foto cortesia BMW).
Une carrosserie dans le hall d'entrée de l'usine de peinture. Ici, les carrosseries s'acclimatent et se préparent pour les phases ultérieures de prétraitement et de peinture (photo avec l'aimable autorisation de BMW).

En exclusivité pour nos magazines, BMW a ouvert les portes de l'atelier de peinture et de finition de surface, où nous avons eu l'occasion de parler à Lourdes del Angel, la responsable du département de peinture et Lev Aguirre, le gestionnaire des processus (matériaux, pré-traitement, cataphorèse et traitement de l'eau), qui dirigent les domaines respectifs de l'assurance qualité de la finition et du prétraitement, de l'eau et de l'énergie (fig. 1).
Lors de la présentation d'introduction de la visite, nous avons porté l'équipement de sécurité pour entrer dans la ligne de peinture, qui est répartie sur 4 niveaux, combinant des processus largement automatisés, flexibles et soumis à l'attention du détail du personnel de l'usine.
Lev et Lourdes se sont relayés lors de notre visite de l'atelier de peinture, nous présentant les dernières innovations en matière de peinture, de revêtements, d'isolation, d'i4.0 et de durabilité.

QR 1 – Intervista a Lourdes del Ángel, la responsabile Verniciatura dello stabilimento BMW di San Luis Potosí, Messico (in spagnolo).
QR 1 – entretien avec Lourdes del Angel, responsable du service Peinture de l'usine BMW de San Luis Potosi, Mexique (en espagnol).



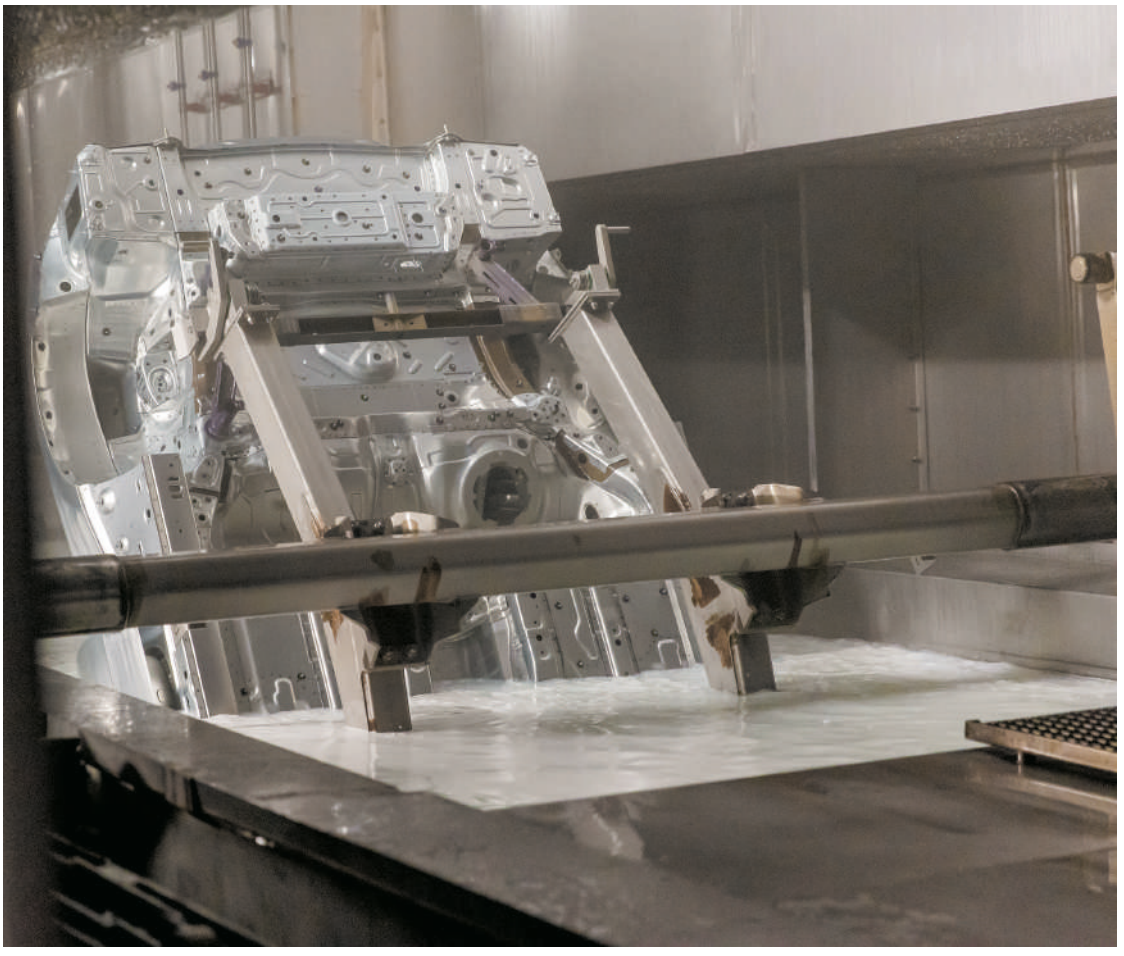
3 e 4 – Fasi del processo di pretrattamento. Per minimizzare i consumi d'acqua ed energetici, oltre al controllo continuo dei bagni si usa un sistema di rotazione della carrozzeria in ciascuna vasca (foto cortesia BMW SLP)
Étapes du processus de prétraitement. Afin de minimiser la consommation d'eau et d'énergie, en plus de la surveillance continue des bains, un système de rotation de la carrosserie est utilisé dans chaque réservoir (avec l'aimable autorisation de BMW SLP)

PROCESSO DI VERNICIATURA

Prima di entrare nell'area di verniciatura, si può vedere come le carrozzerie arrivano su skid dai reparti precedenti, transitando in un'area a temperatura e umidità controllate, per evitare che l'acciaio e l'alluminio siano a contatto con l'umidità dell'ambiente o contaminati da particelle contaminanti (fig. 2).
Per quanto riguarda il processo di verniciatura dei veicoli nello stabilimento visitato, Lourdes ha sottolineato che consta di 11 fasi, tra pretrattamento, deposizione cataforetica e verniciatura vera e propria. La prima operazione a cui viene sottoposta la carrozzeria all'entrata nell'impianto di verniciatura è il processo di pretrattamento – sgrassaggio e lavaggio per

PROCESSUS DE PEINTURE

Avant d'entrer dans la zone de peinture, on peut voir comment les carrosseries arrivent sur skid depuis les services précédents, passant par une zone à température et humidité contrôlées, pour empêcher l'acier et l'aluminium d'entrer en contact avec l'humidité ambiante ou contaminés par des particules contaminantes (fig. 2).
En ce qui concerne le processus de peinture des véhicules sur le site visité, Lourdes a souligné qu'il comporte 11 étapes, entre le prétraitement, le dépôt par cataphorèse et la peinture à proprement dit. La première opération que subit la carrosserie à l'entrée dans l'usine de peinture est le procédé de

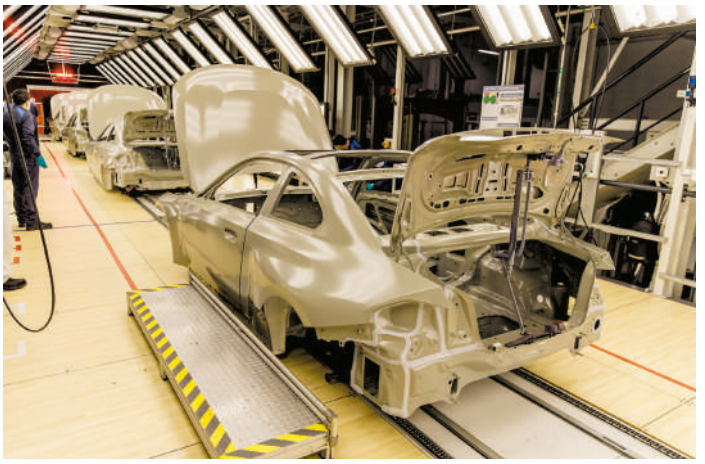


QR 2 – Intervista a Lev Aguirre, responsabile processi e materiali (pretrattamento, vernici cataforetiche, trattamento acque di processo) dello stabilimento BMW di San Luis Potosí, Messico (in spagnolo)
QR 2 – entretien avec Lev Aguirre, responsable des processus et des matériaux (prétraitement, peintures par cataphorèse, traitement de l'eau de procédé) chez BMW San Luis Potosi, Mexique (en espagnol)

5 e 6 . Anche nella vasca di cataforesi e successivi lavaggi ultrafiltrati si usa il sistema di rotazione della carrozzeria, che consente di avere vasche piccole (foto cortesia BMW SLP).
Le système de rotation de la carrosserie est également utilisé dans le réservoir de cataphorèse et le lavage ultrafiltré ultérieur, ce qui permet d'avoir de petits réservoirs (avec l'aimable autorisation de BMW SLP).

rimuovere tutte le impurità inorganiche e organiche che l'unità può aver portato da processi precedenti e conversione metallica, che precede il trattamento anticorrosivo per elettrodeposizione cataforetica, fasi volte a proteggere completamente la carrozzeria dall'innesco della corrosione (figg. 3 e 4).

prétraitement – dégraissage et lavage pour éliminer toutes les impuretés inorganiques et organiques que l'unité peut avoir apporté des processus précédents et la conversion des métaux, qui précède le traitement anticorrosif par cataphorèse par électrodéposition, étapes servant à protéger complètement la car-



7 – Un momento della fase d'applicazione dei sigillanti (foto cortesia BMW SLP).
Un moment de la phase d'application des produits d'étanchéité (avec l'aimable autorisation de BMW SLP).
8 e 9 – La zona di sigillatura e controllo manuale del deposito cataforetico.
La zone d'étanchéité et de contrôle manuel du dépôt par cataphorèse.

Lourdes ha spiegato che «il processo è stato sviluppato per poter offrire una garanzia anticorrosiva di 12 anni: i trattamenti anticorrosione sono di estrema importanza per BMW (figg. 5 e 6).
Segue l'area di sigillatura, dove proteggiamo tutte le zone di giunzione tra le parti metalliche per impedire l'ingresso di acqua e umidità (fig. 7). Rivestiamo anche l'intera parte inferiore dell'unità, sia per migliorare l'isolamento acustico della carrozzeria, sia per evitare danni dovuti al pietrisco o impatto con piccoli oggetti lasciati sulla strada. Lo stesso vale per il rivestimento delle aree del motore, perché questa è una zona che entra a contatto con l'acqua e potenzialmente anche altri elementi chimici. Terminata questa fase procediamo con l'ispezione della superficie rivestita: riteniamo molto importante garantire la qualità fin dal primo strato di vernice (figg. 8 e 9)».

Durante la visita, spicca la presenza attiva di dipendenti donne in tutti i processi del reparto verniciatura, come la stessa Lourdes, che guida un team misto di quasi cento tecnici. «Per BMW - ha sottolineato - la formazione composita dei suoi team di lavoro promuo-

rosserie contre le déclenchement de la corrosion (figg. 3 et 4).
Lourdes a expliqué que « le processus a été développé pour offrir une garantie anticorrosive de 12 ans : les traitements anticorrosion sont d'une importance extrême pour BMW (figg. 5 et 6).
Vient ensuite la zone d'étanchéité, où nous protégeons toutes les zones de joint entre les pièces métalliques pour empêcher la pénétration d'eau et d'humidité (fig. 7). Nous enduisons également tout le dessous de l'unité, à la fois pour améliorer l'isolation phonique de la carrosserie et pour éviter les dommages causés par les éclats de pierre ou l'impact de petits objets laissés sur la route. Il en va de même pour le revêtement des zones du moteur, car il s'agit d'une zone qui entre en contact avec l'eau et éventuellement d'autres produits chimiques. À la fin de cette phase, nous procédons à l'inspection de la surface peinte : nous pensons qu'il est très important de garantir la qualité de la première couche de peinture (figg. 8 et 9). »

Au cours de la visite, la présence active des femmes dans tous les processus de l'atelier

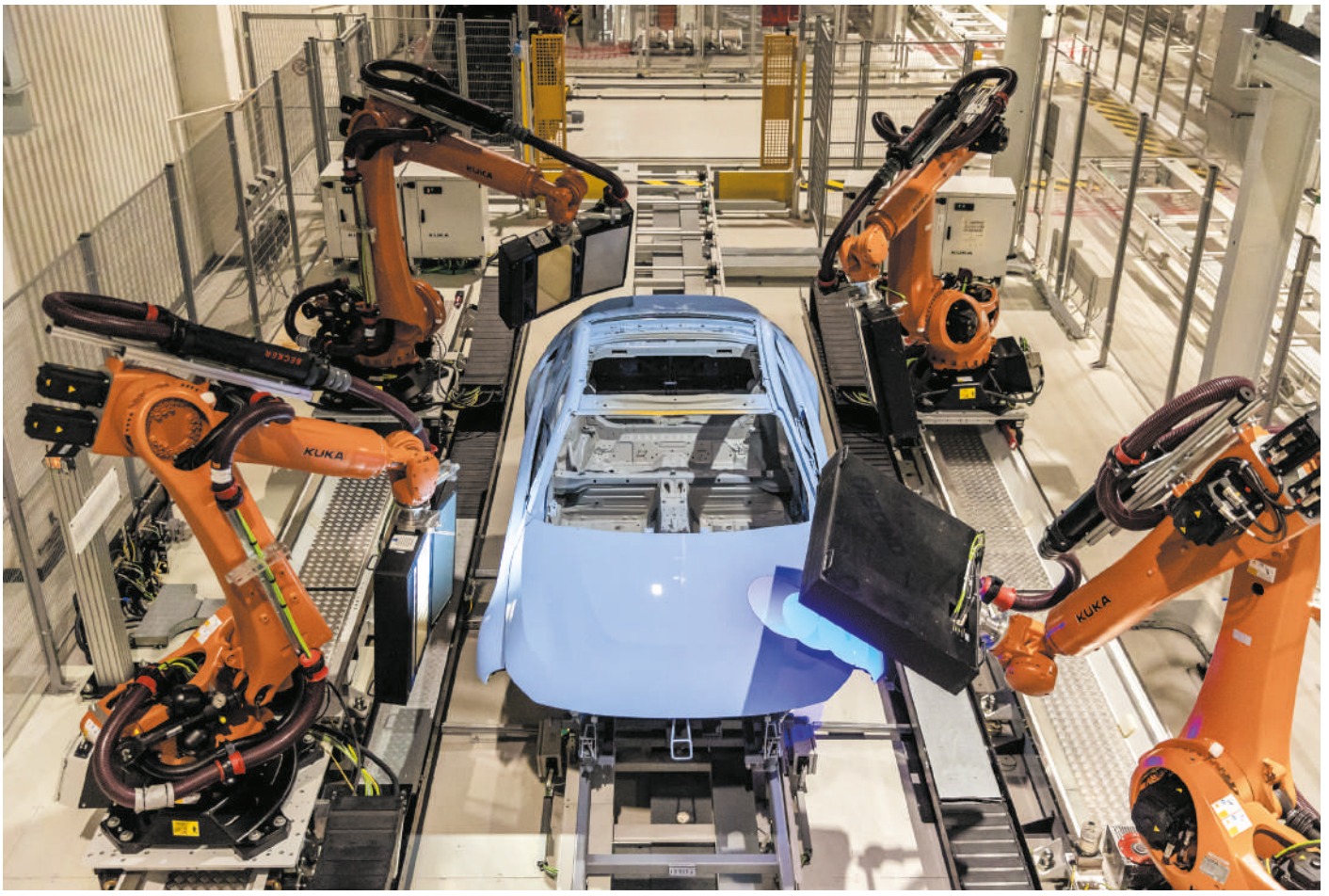
10 – Prima dell'ingresso nella fase d'applicazione vernici le carrozzerie si sottopongono a una spolveratura con piume di struzzo che neutralizzano le cariche elettrostatiche.
Avant d'entrer dans la phase d'application de la peinture, les carrosseries sont dépoussiérées avec des plumes d'autruche qui neutralisent les charges électrostatiques.
11 e 12 – Fase d'applicazione elettrostatica robotizzata delle basi colore (a base acquosa) e entrata nella zona d'appassimento. Si applica un ciclo "IPP" (Integrated Paint Process), senza fondo (e senza relativo forno d'essiccazione), bagnato su bagnato; appassimento accelerato; applicazione trasparente protettivo ed essiccazione finale a forno (foto cortesia BMW SLP). L'"IPP" permette di ridurre i consumi energetici del 30%, rispetto a un ciclo tradizionale, e i tempi di processo di 80 min, che corrisponde a un aumento di produttività della linea del 40%.
Phase d'application électrostatique robotisée des bases de couleurs (à base d'eau) et entrée dans la zone de séchage. Un cycle « IPP » (Integrated Paint Process) est appliqué, sans primaire (et sans four de séchage relatif), humide sur humide ; séchage rapide; application transparente de protection et séchage final au four (photo avec l'aimable autorisation de BMW SLP). L'« IPP » réduit la consommation d'énergie de 30 % par rapport à un cycle traditionnel, et le temps de traitement de 80 min, ce qui correspond à une augmentation de 40 % de la productivité.

13 – Accesso al forno (foto cortesia BMW SLP).
Accès au four (photo avec l'aimable autorisation de BMW SLP).
14 e 15 – All'uscita dal forno, la prima fase (visuale) dei controlli finali (foto cortesia BMW SLP).
À la sortie du four, la première phase (visuelle) des contrôles finaux (photo avec l'aimable autorisation de BMW SLP).

ve l'innovazione e le migliori pratiche nei suoi stabilimenti in tutto il mondo».
Proseguendo nelle successive fasi di verniciatura, sottolinea Lourdes che «un altro processo molto importante è l'applicazione della schiuma negli spazi vuoti, che aiuta a prevenire rumori e vibrazioni, e l'applicazione di cere negli scatolati. Questo serve a proteggere le superfici interne dall'umidità che può condensare all'interno di queste zone, evitando così che si presenti il fenomeno corrosivo».
Terminate queste fasi di preparazione, la carrozzeria entra nelle successive fasi d'applicazione vernici (figg. 10, 11 e 12). Non si applica il tipico fondo, ma 2 successive basi colore con appassimento accelerato e, per finire, il trasparente. Il ciclo, caratteristico di questo stabilimento, prevede una unica fase finale di polimerizzazione a forno per la cottura completa di tutto il "pacchetto" di finitura (fig. 13).
Sull'implementazione di i4.0 nei processi all'interno dell'area di preparazione e verniciatura, Lourdes ci mostrato le 3 fasi di controllo, rilevamento ed elaborazione dei dati finali che costituiscono elementi cardine – "abilitanti" – del sistema i4.0:

- le misurazioni di fine linea (EOL): si misurano e controllano colore e finitura della superficie esterna della carrozzeria (figg. 14 e 15)

de peinture se distingue, comme Lourdes elle-même, qui dirige une équipe mixte de près de 100 techniciens. « Pour BMW – a-t-elle souligné – la formation composite de ses équipes de travail favorise l'innovation et les meilleures pratiques dans ses usines du monde entier. »
Poursuivant les phases de peinture ultérieures, Lourdes souligne « qu'un autre procédé très important est l'application de mousse dans les espaces vides, qui permet d'éviter le bruit et les vibrations, et l'application de cires dans les caisses. Cela permet de protéger les surfaces internes de l'humidité qui peut se condenser dans ces zones, empêchant ainsi le phénomène corrosif de se produire. »
Une fois ces phases de préparation terminées, l'atelier de carrosserie passe aux étapes suivantes d'application de peinture (figg. 10, 11 et 12). Le fond typique n'est pas appliqué, mais 2 bases de couleur successives avec séchage rapide et, enfin, le transparent. Le cycle, caractéristique de cette usine, prévoit une seule phase finale de polymérisation au four pour la cuisson complète de l'ensemble du « paquet » de finition (fig. 13).
Sur la mise en œuvre de i4.0 dans les processus au sein de la zone de préparation et de peinture, Lourdes nous a montré les 3 phases de contrôle, de détection et de traitement des



❑ l'ispezione ottica automatizzata (AOI): identifica le imperfezioni della superficie scattando foto ogni 5 mm (fig. 16), trattandole secondo un algoritmo statistico e inviando i risultati alla successiva

❑ cella di marcatura: segna la posizione delle imperfezioni ricorrenti individuate (fig. 17), permettendo agli ispettori della qualità di definire più rapidamente le misure di correzione da implementare.

Proprio in ordine a quest'ultimo intervento degli ispettori di qualità, Lourdes ha sottolineato come l'uso esteso di tecnologie avanzate sia considerato fondamentale dall'azienda per la produzione dei propri veicoli, pur rimanendo il fattore umano di primaria importanza per riuscire a raggiungere e migliorare continuamente gli elevati standard per cui l'azienda è conosciuta in tutto il mondo.

«I robot semplificano il lavoro dei nostri dipendenti, che intervengono per mettere a punto nel dettaglio le operazioni realizzate dalle macchine. I risultati si ottengono via lavoro di squadra».

UN'OPERAZIONE ALTAMENTE SOSTENIBILE

Alla domanda sulla sostenibilità, Lev ha spiegato che il sito di produzione BMW di San Luis Potosi dispone di due impianti di trattamento

16 – Controlli ottici robotizzati (foto cortesia BMW SLP).

Commandes optiques robotisées (photo avec l'aimable autorisation de BMW SLP).

données finales qui constituent les éléments clés – « habilitation » - du système i4.0 :

❑ Mesures de fin de ligne (EOL) : on mesure et on vérifie la couleur et la finition de la surface extérieure de la carrosserie (figg. 14 et 15)

❑ Inspection optique automatisée (AOI) - on identifie les imperfections de surface en prenant des photos tous les 5 mm (fig. 16), en les traitant selon un algorithme statistique et en envoyant les résultats à la dernier

❑ Cellule de marquage : on marque l'emplacement des imperfections répétitives identifiées (fig. 17), permettant ainsi aux inspecteurs qualité de définir plus rapidement les mesures correctives à mettre en œuvre.

Précisément en ce qui concerne cette dernière intervention des inspecteurs de la qualité, Lourdes a souligné comment l'utilisation intensive de technologies de pointe est considérée comme fondamentale par l'entreprise pour la production de ses véhicules, alors que le facteur humain reste primordial pour pouvoir atteindre et améliorer continuellement les normes élevées pour lesquelles l'entreprise est connue dans le monde entier.

« Les robots simplifient le travail de nos collaborateurs qui interviennent pour peaufiner en détail les opérations réalisées par les machines. Les résultats sont obtenus par le travail d'équipe. »

dell'acqua, uno dei quali è destinato solo al reparto verniciatura. Ha spiegato che l'acqua utilizzata nei processi di pretrattamento e di cataforesi viene recuperata e restituita al reparto di verniciatura.
Lev ha aggiunto che «una delle particolarità del nostro stabilimento è che l'impianto delle acque reflue utilizza un processo biologico: nel bioreattore i batteri eliminano la carica organica. Il risultato è un ulteriore recupero del 60%. Questo è l'approccio del nostro personale per migliorare i processi e ridurre il consumo d'acqua».
Per quanto riguarda il consumo di energia, Lev ha sottolineato che tra le misure innovative implementate si è iniziato con la progettazione delle vasche di pretrattamento: il sistema di supporto della carrozzeria, che la fa ruotare all'interno delle vasche, garantisce da un lato di bagnare l'intera superficie e dall'altro di avere vasche di dimensione minore, riducendo così la quantità d'acqua necessaria, serbatoi più piccoli e un consumo energetico inferiore rispetto alle vasche tradizionali.
«Nell'area d'applicazione delle vernici – prosegue Lev - utilizziamo un processo di verniciatura integrato (IPP) che non richiede né primer né forni di cottura vernice (solo appassimenti accelerati tra le diverse mani, grazie allo studio approfondito dei flussi d'aria e delle sue caratteristiche qualitative). Inoltre, il sistema di cattura dell'overspray è a secco, cosa che permette di eliminare i consumi delle pompe per l'acqua. Tra l'altro, poiché non si usa acqua, la tecnologia riduce ulteriormente i livelli di consumo idrico.

17 – La "cellula di marcatura", robotizzata.
La « cellule de marquage », robotisée.

UNE OPÉRATION HAUTEMENT DURABLE

Interrogé sur la durabilité, Lev a expliqué que le site de production BMW de San Luis Potosi possède deux usines de traitement de l'eau, dont une pour l'atelier de peinture seulement. Il a expliqué que l'eau utilisée dans les processus de prétraitement et de cataphorèse est récupérée et renvoyée à l'atelier de peinture.
Lev a ajouté qu' « une des particularités de notre usine est que l'installation d'eaux usées utilise un procédé biologique : dans le bioréacteur, les bactéries éliminent la charge organique. Il en résulte une récupération supplémentaire de 60 %. C'est l'approche de notre personnel pour améliorer les processus et réduire la consommation d'eau. »
En ce qui concerne la consommation d'énergie, Lev a souligné que parmi les mesures innovantes mises en œuvre, la conception des réservoirs de prétraitement commence par : le système de support de la carrosserie, qui la fait tourner à l'intérieur des réservoirs, assure d'une part que toute la surface est mouillée et d'autre part d'avoir des réservoirs plus petits, réduisant ainsi la quantité d'eau nécessaire, des réservoirs plus petits et une consommation d'énergie inférieure à celle des réservoirs traditionnels.
« Dans la zone d'application de la peinture – continue Lev – nous utilisons un processus de peinture intégré (IPP) qui ne nécessite ni apprêts ni fours de cuisson de la peinture (seulement le séchage rapides entre différentes couches, grâce à l'étude approfondie des flux d'air et de ses caractéristiques qualitatives). De plus, le système de captage de l'overspray

Sin dalle prime fasi di progettazione dell'impianto è stato elaborato il concetto di recupero del calore delle zone a caldo (appassimenti e forno finale), che viene utilizzato per il riscaldamento delle fasi a caldo di pretrattamento e di mantenimento in temperatura stabile della cataforesi, cosa che ha permesso di evitare l'installazione delle relative caldaie».

Al termine del nostro giro attraverso l'impianto di verniciatura il team di BMW San Luis Potosi ci ha mostrato il magazzino carrozzerie automatizzato, che gestisce fino a 400 carrozzerie contemporaneamente, non verniciate e verniciate. Il magazzino permette di rispondere tempestivamente alle modifiche di colore dell'ultimo minuto da parte dei clienti, o di reagire ad eventuali necessarie modifiche dei programmi di produzione.
Ciò a testimonianza di una delle sfide poste al reparto di verniciatura, rappresentata dal grado di personalizzazione che i clienti possono apportare alle loro auto: L'interconnessione dell'area di verniciatura con gli altri reparti dello stabilimento e l'assistenza clienti è molto importante, in quanto consente di rispondere flessibilmente alle nuove esigenze che sorgono nel tempo.
Lourdes ha sottolineato che «è proprio il supporto delle nuove tecnologie e dei robot che ci permette una sempre maggiore flessibilità e ci aiuta a indirizzare gli sforzi dei nostri tecnici verso la sempre maggiore personalizzazione dei nostri veicoli di alta gamma».

18 – Daniel Dzib Argüelles e Gerardo Zambrano Escamilla (La Revista del Color Mx) con Julián Argüelles (al centro), Corporate Communications Coordinator del gruppo BMW, stabilimento di San Luis Potosí, Messico.
Daniel Dzib Argüelles et Gerardo Zambrano Escamilla (la Revista del Color MX) avec Julian Argüelles (au centre), Coordinateur des communications d'entreprise du Groupe BMW, usine de San Luis Potosi, Mexique.

La redazione de La Revista del Color Mexico ringrazia Julián Argüelles per le strutture e il personale messi a disposizione per la realizzazione di questa visita e l'elaborazione del presente articolo.

La rédaction de la Revista del Color Mexico tient à remercier Julian Argüelles pour les installations et les personnel qu'il a mises à disposition pour la réalisation de cette visite et l'élaboration de cet article.

est sec, ce qui élimine la consommation de pompes à eau. D'ailleurs, comme aucune eau n'est utilisée, la technologie réduit davantage les niveaux de consommation d'eau.
Dès les premiers stades de la conception de l'usine, le concept de récupération de chaleur des zones chaudes (séchage et four final) a été développé, qui est utilisé pour chauffer les étapes chaudes de prétraitement et pour maintenir la cataphorèse à une température stable, ce qui a permis d'éviter l'installation de chaudières. »

À la fin de notre visite de l'usine de peinture, l'équipe de BMW San Luis Potosi nous a montré l'atelier de carrosserie automatisé, qui gère jusqu'à 400 carrosseries simultanément, non peintes et peintes. L'entrepôt nous permet de répondre rapidement aux changements de couleur de dernière minute des clients ou de réagir à tout changement nécessaire dans les calendriers de production.
Cela témoigne de l'un des défis posés à l'atelier de peinture, représenté par le degré de personnalisation que les clients peuvent apporter à leurs voitures. L'interconnexion de la zone de peinture avec les autres services de l'usine et le service à la clientèle est très importante, car elle permet une réponse flexible aux nouveaux besoins qui surgissent au fil du temps.
Lourdes a souligné que « c'est précisément le soutien aux nouvelles technologies et aux robots qui nous donne une flexibilité toujours plus grande et nous aide à orienter les efforts de nos techniciens vers la personnalisation toujours plus grande de nos véhicules haut de gamme. »