

Progettazione digitale e sostenibile di infrastrutture viarie

Autori: Ing. Roberto Redaelli, Ing. Ada Frascarino

Nel dominio delle costruzioni, il tema della progettazione rappresenta un aspetto fondamentale in quanto definisce in maniera precisa gli elementi cardine che si svilupperanno lungo l'intero ciclo vita di un'opera. Nell'ambito delle infrastrutture viarie coesistono molteplici aspetti da considerare, legati alle attività di pianificazione, agli studi di fattibilità, agli aspetti caratteristici dei tre livelli di progettazione (progetto di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo e progetto esecutivo), in accordo a quanto previsto dal Nuovo Codice dei Contratti Pubblici (*Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50*).

Nel considerare quanto sopra riportato, il progettista di infrastrutture deve saper convogliare il proprio *know how* nell'ideazione, definizione e sviluppo dell'alternativa di progetto che risponda in maniera opportuna ai requisiti tecnici, normativi e informativi (leggasi *BIM e Information Management* secondo *ISO 19650*¹) specifici della commessa considerata.

In questo processo si inseriscono molteplici soluzioni software in grado di agevolare i tecnici coinvolti nella conduzione delle specifiche attività propedeutiche alla progettazione, realizzazione, operatività e futura dismissione dell'opera. Tali strumenti, associati a una calibrata metodologia di digitalizzazione (vedasi anche quanto riportato dal cosiddetto Decreto BIM - *DM 312/2021*²), fungono da valido supporto ai progettisti in vari momenti della progettazione.

Con particolare riferimento al tema degli studi di fattibilità e all'*alignment planning*, esistono applicativi specifici che consentono di studiare ed individuare corridoi di percorrenza e migliori alternative di tracciato, attraverso l'impiego di funzionalità e algoritmi avanzati che tengono conto dei requisiti progettuali così come della vincolistica e delle condizioni al contorno. In questo processo, tali strumenti permettono di affrontare, a vari livelli, anche studi fortemente connessi al tema della sostenibilità ambientale, economica e sociale.

L'ottimizzazione di tracciati stradali e ferroviari sostenibili: il supporto di Trimble Quantm

Il ciclo di vita di un'opera infrastrutturale, stradale o ferroviaria, inizia dalla scelta del tracciato che ricade nello studio di fattibilità tecnica ed economica. Questo studio è a monte di una serie di processi inerenti al ciclo di vita di un'opera quali la progettazione, la costruzione e la manutenzione dell'infrastruttura stessa. La domanda però che spesso ci si pone è se il tracciato scelto sia la soluzione ottimale oppure se ne esistano di migliori, di non immediata e rapida individuazione.

Per questo motivo, per supportare i tecnici nella scelta dei tracciati ottimali, la software house Trimble ha sviluppato la piattaforma [Trimble Quantm](#).

Questo software è dotato di algoritmi di ottimizzazione che afferiscono all'ambito degli algoritmi genetici basati sui principi che regolano l'evoluzione naturale della specie ovvero l'individuazione delle soluzioni migliori e la loro ricombinazione attraverso schemi logici in maniera tale da tendere verso un punto di ottimo.

¹ UNI EN ISO 19650-1:2019 Organizzazione e digitalizzazione delle informazioni relative all'edilizia e alle opere di ingegneria civile, incluso il Building Information Modelling (BIM) - Gestione informativa mediante il Building Information Modelling - Parte 1: Concetti e principi

² <https://www.mit.gov.it/normativa/decreto-ministeriale-numero-312-del-02082021>

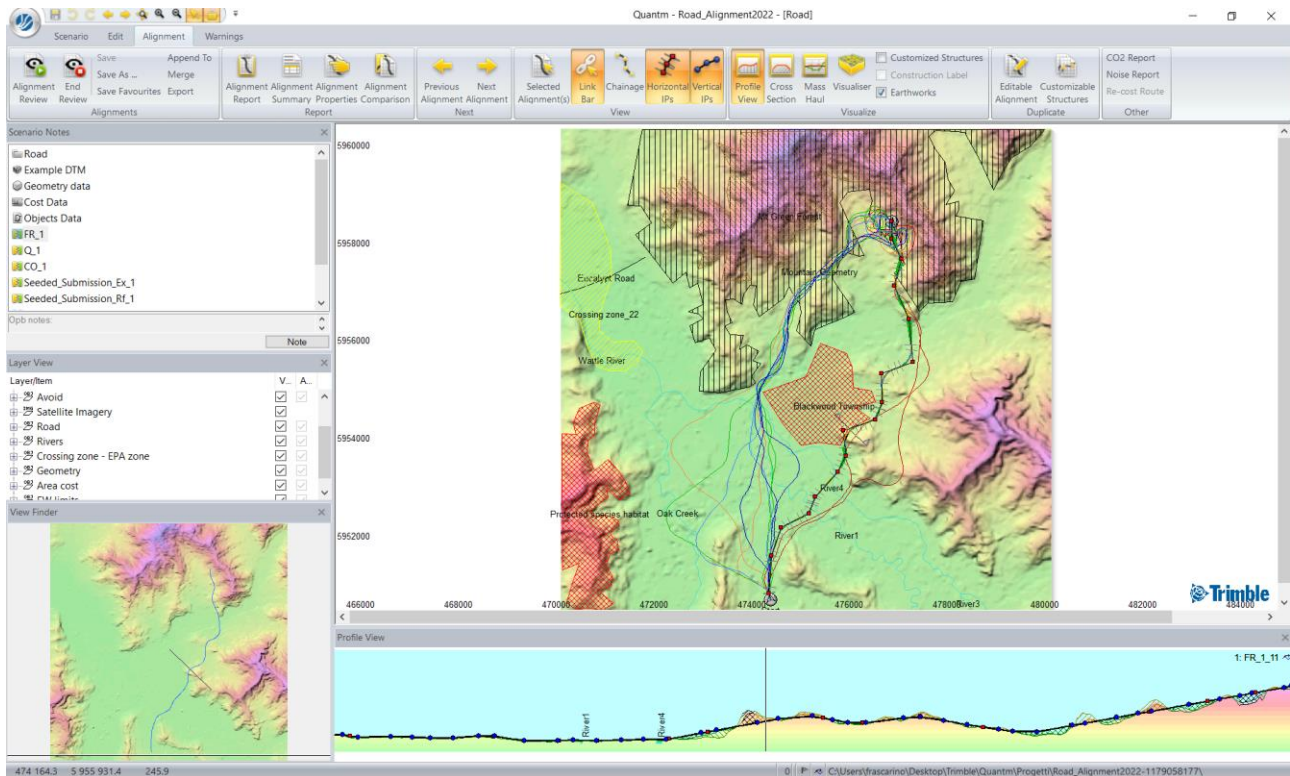


Figura 1: Il software Trimble Quantm e le diverse alternative di tracciato

I vantaggi nell'utilizzo di uno strumento come Trimble Quantm sono molteplici in quanto esso consente di ridurre i tempi di progettazione, di trovare in maniera efficace differenti soluzioni ottimali dal punto di vista plano-altimetrico e di stimare l'alternativa più economica relativamente ai costi di costruzione e all'inserimento di opere puntuali, ma soprattutto permette di analizzare la soluzione più vantaggiosa dal punto di vista ambientale.

L'analisi ambientale di ogni singolo tracciato restituito dal software si fonda sul calcolo delle emissioni di CO₂ basate su scala giornaliera, quindi la CO₂ equivalente prodotta in un giorno, oppure su base annuale, con un intervallo che va da 1 a 100 anni.

Il software restituisce le emissioni di CO₂ con riferimento a due componenti:

- Emissioni di CO₂ dovute alle lavorazioni
- Emissioni di CO₂ dovute al traffico

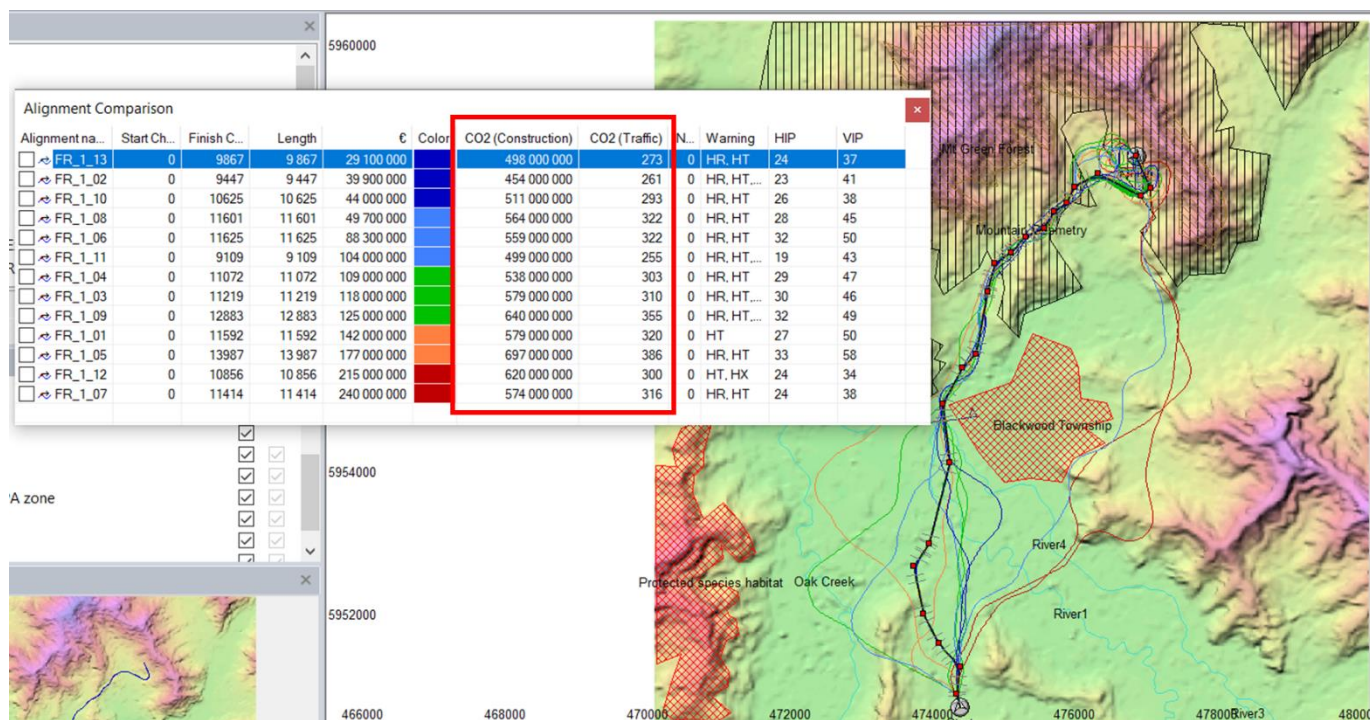


Figura 2: Confronto tra le alternative ed emissioni di CO₂

Relativamente alle lavorazioni, si può valutare adeguatamente la sostenibilità dell'opera in quanto si possono monitorare aspetti relativi alla sostenibilità ambientale dovute a operazioni di movimento terra come il trasporto e lo scavo di materiale riutilizzabile, il conferimento a discarica del materiale di scarto e il trasporto del materiale vergine proveniente da cave di prestito. È possibile assegnare anche i valori di CO₂ inerenti ai materiali presenti in sito con la rispettiva percentuale di riutilizzo, unitamente a tutti i parametri relativi ai materiali che costituiscono la sezione trasversale stradale o ferroviaria. L'inserimento dei valori di CO₂, inoltre, è riferito anche alla possibile presenza di opere puntuali come ponti, gallerie e muri di sostegno a cui vengono associate informazioni relative alla geometria, oltre che al costo.

I valori che si ottengono in output possono essere consultati all'interno della piattaforma nella scheda "alignment comparison" di confronto tra tutti i tracciati ottenuti, unitamente ai parametri di costo, oppure è possibile esportare i report in formato .xlsx. Avere a disposizione questi dati in formato tabellare può essere fondamentale per rielaborare gli stessi in altri contesti o effettuare un'analisi più approfondita condividendo i risultati con gli esperti del settore. Inoltre, la disponibilità di queste informazioni può essere fondamentale per sviluppare un'analisi multicriteria, dove non solo la sostenibilità ha un peso ma anche il costo e la geometria del tracciato stesso.

Trimble Quantum però non tiene in considerazione solo l'analisi di sostenibilità ambientale ma anche le altre due dimensioni della sostenibilità, ovvero la sostenibilità economica e sociale.

Relativamente alla sostenibilità economica, questa piattaforma consente di effettuare un vero e proprio confronto economico tra le diverse alternative.

Tra le funzionalità di Trimble Quantum vi è anche la possibilità di inserire i parametri legati all'aspetto economico tramite un'apposita funzionalità. Il costo è associato, così come per l'analisi ambientale, alle lavorazioni dei materiali, ai movimenti terra, ai costi di costruzione di ponti, gallerie e muri di sostegno ed inoltre è possibile inserire anche costi lineari presenti per tutto lo sviluppo dell'infrastruttura come l'impianto di illuminazione e costi fissi come l'analisi del traffico o la consulenza esterna di tecnici.

Una volta scelto l'algoritmo di ottimizzazione, la visualizzazione delle diverse alternative avviene attraverso una scala cromatica. Ai tracciati con il minor costo vengono associati colori freddi, mentre ai tracciati con un costo crescente sono associati colori man mano più caldi. La differenza economica tra i diversi tracciati è frutto delle informazioni date in input al software, ovvero dalle diverse zone che questi attraversano unitamente alla necessità di realizzare trincee o rilevati e le opere d'arte associate di default al passaggio sugli elementi del territorio. Ad esempio, se il tracciato passerà su un fiume sarà possibile associare in input al sistema che l'attraversamento dovrà avvenire con un ponte di determinate caratteristiche e dimensioni a cui è associato un costo piuttosto che un altro.

Relativamente all'aspetto della sostenibilità sociale, invece, Trimble Quantum offre ulteriori analisi, una legata più alla sfera tecnica e l'altra afferente alla sfera collettiva.

L'aspetto tecnico legato all'analisi di sostenibilità sociale è relativo ai valori di input per le emissioni di CO₂ dovute al traffico. In Trimble Quantum, infatti, è possibile inserire la composizione del traffico stimata per l'infrastruttura in esame che viene suddivisa nella percentuale attesa di automobili (a benzina, a gas o elettriche) e di veicoli pesanti, unitamente al flusso di traffico giornaliero atteso.

La stima delle emissioni di CO₂ però non tiene conto solo dei parametri precedentemente descritti ma viene effettuata secondo i modelli di Taylor (1992) e Taylor Young (1996) dove la stima del consumo di carburante è funzione del flusso di traffico del tratto analizzato, del tasso medio di emissione/carburante, del tipo di veicolo e la relativa massa e del rapporto inquinante/carburante.

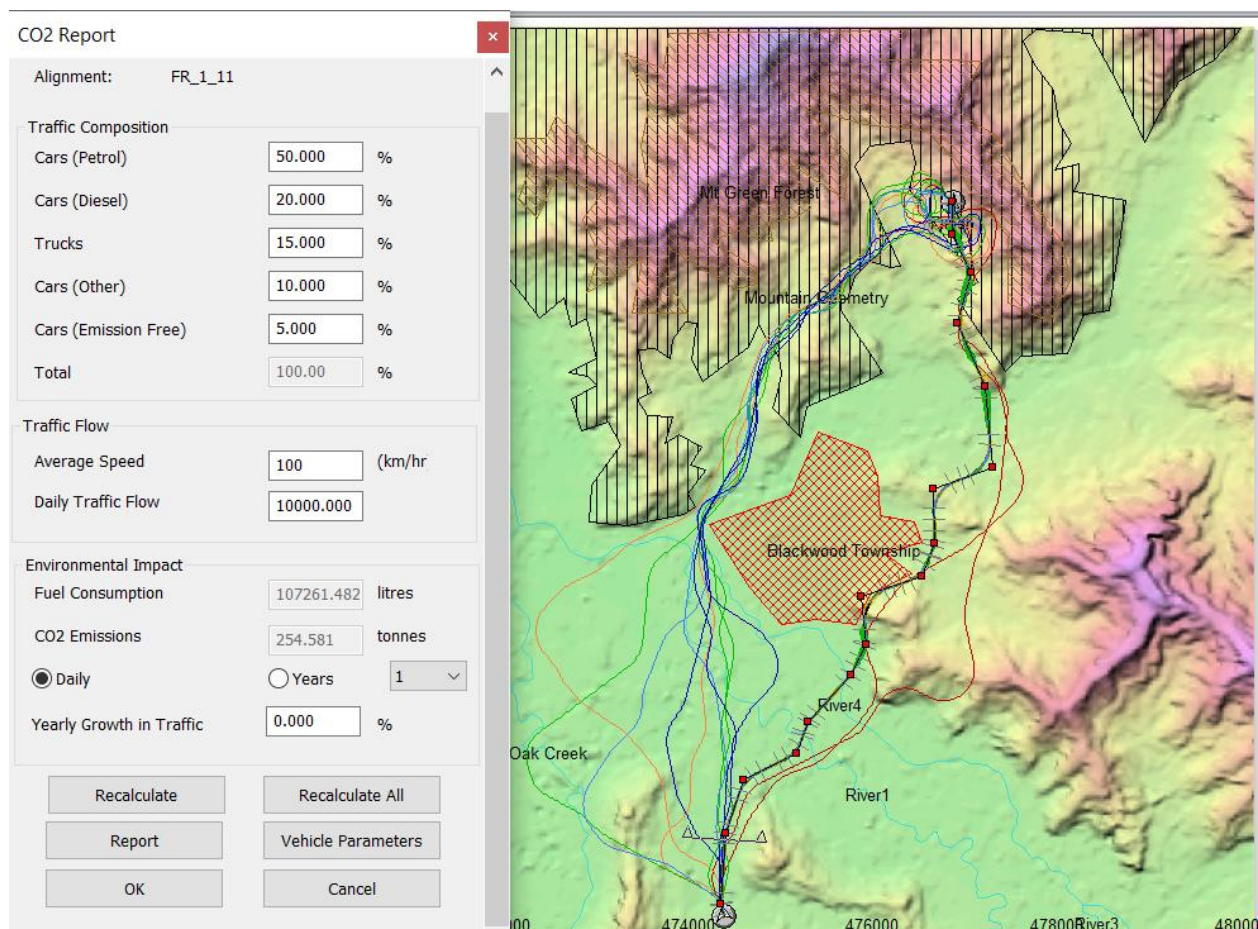


Figura 3: Input dati per il calcolo delle emissioni di CO₂ da traffico

Un altro aspetto fondamentale che contribuisce all'analisi della sostenibilità sociale è la possibilità di condividere le differenti alternative di tracciato ottenute con le diverse figure (tecniche e non) coinvolte nella commessa (progettisti, pubbliche amministrazioni, imprese etc..). Ciò è consentito grazie alla

renderizzazione 3D del Visualizer di Trimble Quantm, con cui in semplicissimi passaggi è possibile ottenere un video in grado di mostrare la simulazione della percorrenza lungo il tracciato ottimizzato.

Inoltre, è possibile esportare le diverse alternative di alignment, oltre che nei tipici formati aperti (LandXML), anche in KML per la visualizzazione del tracciato in Google Earth per apprezzare in maniera più ampia l'inserimento nel contesto esistente.

Inoltre, grazie all'interoperabilità di questo strumento, è possibile dialogare in maniera efficace con ulteriori tool specifici dell'ambito infrastrutturale - ad esempio, per la progettazione definitiva del tracciato scelto su piattaforme di BIM Authoring - per poi proseguire il ciclo di vita dell'opera stessa nelle fasi di pianificazione, programmazione, costruzione e gestione/manutenzione.



Figura 4: Il Visualizer di Trimble Quantm

Il supporto fornito dalla digitalizzazione

Quanto riportato nel presente articolo evidenzia solo alcuni degli elementi di digitalizzazione che possono supportare il processo progettuale di infrastrutture. L'utilizzo di metodi e strumenti digitali è fondamentale per far sì che, nel caso specifico delle opere viarie, vengano considerati i requisiti informativi tecnici anche nel rispetto di condizioni al contorno molto diversificate tra loro. Questa impostazione, come descritto, può riguardare oltre che tematiche strettamente progettuali (es. caratteristiche geometriche del tracciato, sezioni tipologiche...), anche aspetti fortemente connessi ai temi della sostenibilità, guidando i professionisti nell'ideazione dell'alternativa progettuale migliore dal punto di vista ambientale, economico e sociale. Anche nell'ottica di voler soddisfare i *Sustainable Development Goals* definiti dall'ONU³, strumenti digitali come Trimble Quantm (così come molti altri) abilitano funzionalità utili nell'approcciare al progetto con un occhio di riguardo e un focus sulle varie dimensioni della sostenibilità.

³ Per maggiori informazioni sugli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile o SDGs si veda <https://sdgs.un.org/goals>