**SHIFT-SCHEDULING per CLINICHE e CASE DI CURA**

**Formulazione di vincoli, variabili e funzione obiettivo**

**Inquadramento e scelte di progettazione**

**Obiettivo.** Il programma genera orari di lavoro ottimali per cliniche e case di cura, rispettando vincoli legali, contrattuali e organizzativi e tenendo conto delle esigenze di copertura dei reparti. I vincoli sono classificati in **HARD** (inderogabili, se non esiste una soluzione che li rispetta il problema viene dichiarato non risolvibile) e **SOFT** (derogabili con penalità in funzione obiettivo).

**Caratteristiche principali:**

* Si può definire l’orizzonte temporale dell’orario da elaborare. I diversi vincoli fanno riferimento a segmenti temporali diversi (giorni, settimana, mese).
* Possibilità di **lock pre-assegnazioni**. Si possono definire assegnazioni dipendente-turno da soddisfare necessariamente oppure da impedire.
* Viene garantita la **copertura** richiesta per ogni giorno–reparto–turno.
* Si prevedono **vincoli orari** (mensili/settimanali massimi, giorni consecutivi) e di **riposo** (11h tra turni, riposi settimanali). Vengono previsti sia vincoli soft che vincoli hard.
* Gestisce i **turni notturni** (idoneità, limiti settimanali/mensili/consecutivi) e i **pattern post-notte.**
* Considera **assenze individuali** (ferie/malattia/permessi) che vengono conteggiate come ore lavorate per quanto riguarda i vincoli contrattuali
* Supporta **multi-reparto**: Ogni dipendente è affiliato a un reparto; coperture e orari sono indicati per reparto. In caso di necessità e a parità di ruolo, si abilitano assegnazioni in reparti diversi dal proprio, se considerati idonei.
* Bilancia la distribuzione (fairness) di notti, weekend/festivi, **proporzionalmente all’FTE** (full-time equivalent) per adeguare i parametri ai lavoratori part-time.
* Ogni dipendente ha un saldo ore che indica le ore di lavoro in più o in meno che ha svolto dall’inizio dell’anno. Si cerca, se possibile, di ridurre il saldo.

**Scelte di progettazione**

* **DEFINIZIONE DEI TURNI**: I turni sono considerati **contenitori temporali indivisibili**, ne viene sempre preservata l’integrità.  
  Ogni dipendente in una giornata può trovarsi nei seguenti stati:
* **M**: turno del mattino
* **P**: turno pomeridiano
* **N**: turno notturno
* **SN**: smonto notte. Non è un vero e proprio turno, è un indicatore per segnalare che il giorno successivo a un turno notturno non va conteggiato come giornata di riposo. Si attiva solo se il giorno successivo all’inizio del turno notturno non vengono assegnati altri turni. (Quindi se si fanno due notti consecutive la sequenza sarà N-N e non N-SN)
* **R**: giornata di riposo
* **F**: ferie/malattia/permesso/assenza
* Esistono degli orari globali predefiniti per ciascun turno ma ogni reparto può, secondo le esigenze, modificarne l’orario. Possono anche essere creati nuovi turni, che possono essere abilitati in tutti i reparti o solo nei reparti che lo richiedono.
* ***compatibilità ruolo↔turno*** definita globalmente. Utile per abilitare/disabilitare un ruolo in particolare ai turni notturni.

Per singolo reparto, invece, se non si richiede la presenza di un turno specifico lo si può disabilitare.

Si può inoltre definire la possibilità o impossibilità di coprire un turno notturno anche a livello di singolo dipendente.

* **Copertura per reparto**: Si prevede che ogni reparto richieda per ciascun giorno e per ciascun turno una domanda di personale, che viene sviluppata sia per gruppi di ruoli che per singolo ruolo.  
  Esempio: si può richiedere che siano presenti almeno 7 dipendenti tra infermieri e oss, di cui almeno 2 infermieri e almeno 3 oss.
* **Overstaffing:** possibilità di impedire categoricamente l’overstaffing o di permetterlo fissando un tetto.
* **Bordi dell’orizzonte**: quando viene eleborato l’orario si “guarda indietro” alcuni giorni per applicare correttamente i vincoli che hanno bisogno di controlli sul periodo precedente.
* **Tecnologia di soluzione.** Il modello di ottimizzazione OR-TOOLS (CP-SAT) applica i vincoli HARD e minimizza le penalità SOFT

**Definizione dei Vincoli**

Possono essere definiti i seguenti gruppi principali di vincoli: vincoli di copertura della domanda, vincoli orari, vincoli sul riposo, vincoli sulle notti, vincoli sui pattern.

I parametri che fanno riferimmento ai vincoli sono definiti discrezionalmente e possono essere modificati dall’utente in base alle necessità.

**Copertura della domanda** di personale per giorno/reparto/turno: **vincolo HARD.**

La domanda viene sviluppata sia per gruppi di ruoli che per ruolo.

**Vincoli orari:**

* **Ore mensili teoriche secondo contratto -> vincolo SOFT**

Esiste un default per ruolo, con possibilità di override per singolo dipendente.  
Si prevede la possibilità di derogare alle ore previste da contratto se necessario, penalizzando opportunamente la deroga in funzione obiettivo.

* **Ore mensili massime inderogabili -> vincolo HARD**  
  Pur permettendo di assegnare più ore di quelle previste da contratto si prevede un tetto che non si può superare. Se non indicato, si è scelto di impostare di default il 25% in più delle ore contrattuali mensili.
* **Ore settimanali massime -> vincolo HARD**

Si prevede un massimo anche alle ore settimanali per non concentrare tutte le eventuali ore extra mensili in una sola settimana. Si è scelto di impostare al massimo il 40% in più di quelle teoriche. Può essere modificato in base alle esigenze.

**Vincoli notti**

* **Idoneità notte per ruolo/dipendente** (**HARD)** → (se non idoneo: nessuna N assegnabile).
* **Numero massimo di notti per settimana/mese** (**HARD):**

Si definisce per ogni ruolo se sono previsti turni notturni e, in caso positivo, il numero massimo di notti settimanali e mensili. Possibilità di override per singolo dipendente.

* **Numero massimo notti consecutive -> vincolo HARD**
* **Penalità per ogni notte consecutiva dopo la prima -> vincolo SOFT**

Vengono permesse notti consecutive (con penalità) ma viene comunque stabilito un massimo che non si può superare.

**Nota**: si consiglia una penalità per notti consecutive non eccessivamente elevata perché, come illustrato dopo, viene attivata una penalità che fa riferimento alla fairness sulla distribuzione delle notti all’interno di un singolo reparto. Questa dovrebbe già fare in modo, laddove possibile, di distribuire il numero di notti in modo omogeneo.

**Vincoli sui pattern:**

* Dopo una **sequenza di 2 o più notti** deve esserci una **sequenza SN (smonto notte) − Riposo** nei due giorni successivi -> **vincolo HARD**.
* **Dopo una singola notte viene suggerita una preferenza** per la sequenza **SN (smonto notte) − R** -> **vincolo SOFT**.
* Dopo una **sequenza Notte - Pomeriggio**: **Riposo** obbligatorio il giorno successivo -> **vincolo HARD**.
* **Incompatibilità Notte→Mattina** -> **vincolo HARD**
* **Turni notturni incompatibili con assenze** il giorno successivo → **vincolo HARD**  
  Se un giorno D è prevista un’assenza per Ferie/Malattia/Permesso, si vieta l’assegnazione di un turno Notte che termini in D (niente N al giorno D−1).

**Vincoli riposo:**

* **Riposo di 11 ore** tra un turno e l’altro **-> VINCOLO SOFT,** valido per tutti i ruoli.
* **Numero massimo di deroghe** alle 11 ore di riposo in un mese **-> vincolo HARD**
* Numero massimo di **deroghe consecutive** alle 11 ore di riposo **-> vincolo HARD**

**Nota**: Anche per questi parametri c’è la possibilità di sovrascrivere il parametro globale e impostarlo per singolo dipendente.

* **Riposo un giorno a settimana -> VINCOLO SOFT** per tutti i ruoli
* **2 giorni R su 2 settimane -> VINCOLO HARD**   
  Si può derogare al giorno di riposo settimanale, ma in quel caso si deve recuperare il mancato riposo la settimana successiva.

**Nota**: per questi ultimi due vincoli per settimana si intende settimana a finestra mobile.

**Vincolo sulla variazione massima del saldo ore progressivo da fine a inizio mese: -> vincolo HARD**

Il programma cerca, in funzione obiettivo, di ridurre il saldo progressivo di ogni dipendente. Mettere un vincolo Hard serve per imporre un minimo di ore: se un dipendente è in saldo positivo di molte ore, si cerca di fargliele recuperare gradualmente e non tutte in un mese. Senza questo vincolo il programma, se riesce comunque a soddisfare la copertura, assegnerebbe al dipendente in surplus meno ore possibile.

**Formulazione della funzione obiettivo**

* **Variabili di Slack dei vincoli soft elencati in precedenza**
* **Fairness su festivi/weekend e notti**
* **Saldo ore progressive – varianza**
* **Penalità turni in un altro reparto**
* **Stabilità**

**Modellazione matematica**

**Output**

**Possibilità d’uso**

Possibili integrazioni