

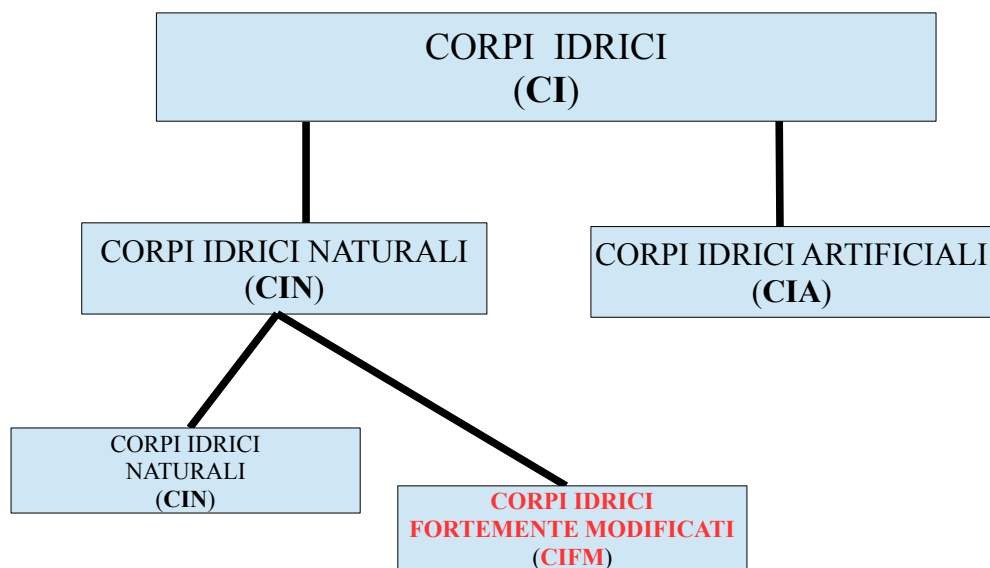
**CRITERI PER L' INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI**

**SUPERFICIALI FORTEMENTE MODIFICATI**

**DI CUI ALL' ART. 74, comma 2 DEL D.LGS 152/2006**

# 1. INTRODUZIONE

La Direttiva 2000/60/CE sotto specifiche condizioni, riconosce che alcuni corpi idrici in conseguenza delle modifiche idromorfologiche potrebbero essere identificati come corpi idrici artificiali (denominati CIA) o corpi idrici fortemente modificati (CIFM; art. 4, comma 3) e quindi non essere in grado di raggiungere tale obiettivo, con la possibilità di una proroga del termine fissato per il suo raggiungimento (art. 4, comma 4) o la possibilità di attribuire loro obiettivi ambientali meno restrittivi (art. 4, comma 5).



**Figura 1** – Suddivisione dei corpi idrici. CIA: Corpo idrico superficiale creato da un'attività umana; CIFM: corpo idrico superficiale la cui natura, a seguito di alterazioni fisiche dovute a un'attività umana, è sostanzialmente modificata (Direttiva 2006/60).

I CIFM ed CIA garantiscono usi specifici connessi a funzioni socio-economiche, quali:

- navigazione, comprese le infrastrutture portuali o il porto;
- regimazione delle acque, protezione dalle inondazioni o drenaggio delle acque dal reticolo di bonifica ad uso agricolo od urbano ;
- attività per le quali l'acqua è accumulata, per la fornitura di acqua potabile, la produzione di energia o l'irrigazione;
- altre attività sostenibili di sviluppo umano ugualmente importanti.

Per tali corpi idrici le misure di mitigazione degli impatti legati agli usi sono finalizzate al miglioramento della qualità dei corpi idrici, in un contesto di sostenibilità socio economica.

Il D. Lgs. 152/06 nella parte III° all'art. 74, comma 2, definisce come corpo idrico fortemente modificato “un corpo idrico superficiale la cui natura, a seguito di alterazioni fisiche dovute a un'attività umana, è sostanzialmente modificata, come risulta dalla designazione di cui all' allegato 3 al presente atto .

## 2. PROCEDURA DI IDENTIFICAZIONE E DESIGNAZIONE DEI CORPI IDRI FORTEMENTE MODIFICATI

In attuazione delle disposizioni del Guidance Document n° 4 “Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies” prodotto dalla Commissione Europea nell’ambito della Common Implementation Strategy (CIS). Il Decreto Ministeriale n. 156 del 27 novembre 2013, definisce la procedura (Figura 1) e le norme tecniche per l’identificazione dei CIFM per le acque fluviali e lacustri.

Questa procedura è costituita da due livelli. Il primo si basa sull’identificazione preliminare di un corpo idrico come potenziale CIFM ed avviene soltanto sulla base di valutazioni idromorfologiche ed ecologiche, mentre il secondo livello si incentra sulla designazione definitiva dei CIFM e richiede valutazioni di congruità e sostenibilità socio – economiche della designazione.

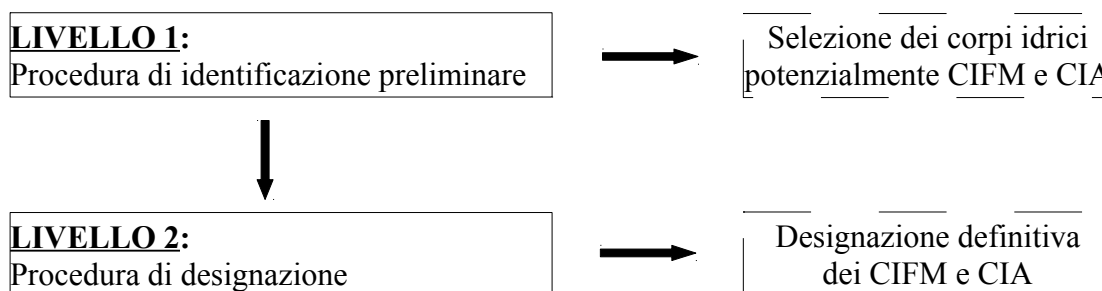
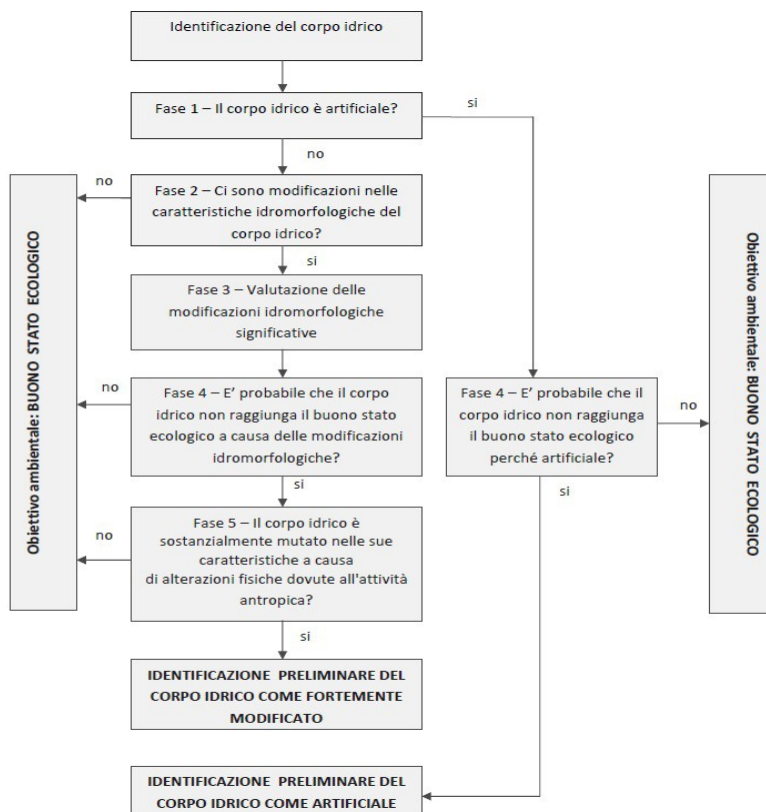


Figura 1 - Fasi previste dal CIS per l’identificazione e designazione dei CIFM e CIA.

Per quanto concerne l’identificazione preliminare dei corpi idrici fortemente modificati ed artificiali questa avviene in diverse fasi successive (Figura 2).

Figura 2 – LIVELLO 1: Fasi per l’identificazione e designazione preliminare dei corpi idrici fortemente modificati ed artificiali.



Successivamente, per i corpi idrici identificati tramite questo primo livello, si devono far seguire le valutazioni previste dalle fasi che costituiscono la designazione definitiva (livello 2) dei CIFM e CIA (Figura 6) e quindi si deve verificare se le esigenze ed i benefici derivanti dagli usi specifici non siano raggiungibili con altri mezzi che non comportino costi sproporzionati.

## **2.1. PROCEDURA DI IDENTIFICAZIONE PRELIMINARE DEI CORPI IDRICI FORTEMENTE MODIFICATI DELLA TOSCANA (LIVELLO 1)**

In base alla Guidance n°4 (Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies) per l'identificazione preliminare dei CIFM, devono essere analizzate primariamente le alterazioni morfologiche, mentre quelle idrologiche diventano rilevanti soltanto nel momento in cui esse comportino significative modificazioni morfologiche.

A tal proposito ISPRA introduce un sistema di valutazione idromorfologica, di analisi e di monitoraggio dei corsi d'acqua denominato IDRAIM. Tale procedura è adottata a livello nazionale secondo il D. M. 260/2010 per la classificazione dei corpi idrici.

L'analisi svolta è stata condotta principalmente attraverso tecniche GIS utilizzando come dati di base i livelli informativi della Regione Toscana ed ha avuto come costante riferimento la procedura IDRAIM. In particolare, sono state seguite le tecniche per la suddivisione dei corpi idrici in tratti e le considerazioni di carattere idro-morfologico che conducono alla valutazione dell'Indice di Alterazione Morfologica (IAM).

### **2.1.1. PROCEDURA PER LA SUDDIVISIONE IN TRATTI DEI CORPI IDRICI**

La procedura IDRAIM (Figura 3) prevede, per tale determinazione, una serie di fasi da eseguire in successione per ottenere i tratti su cui effettuare le valutazioni della qualità idromorfologica.

**Figura 3 – Procedura IDRAIM.**



	<b>CRITERI GENERALI</b>	<b>ATTIVITA' SVOLTE</b>
<b>UNITA' FISIOGRAFICHE (STEP 1)</b>	<p>Le unità fisiografiche rappresentano delle macro-aree con caratteristiche fisiche relativamente omogenee e derivano dalla combinazione di diversi fattori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>topografici</u>;</li> <li>- <u>geologici</u>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fattori topografici - si distinguono innanzitutto, attraverso l'energia del rilievo, aree prevalentemente montuose con quote superiori a 600m s.l.m., collinari con quote inferiori a 600m s.l.m. ed infine di pianura.</li> <li>• fattori geologici - le litologie presenti nel bacino possono essere raggruppate in alcune macro-classi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ambito montano e intermontano;</li> <li>- ambito collinare o alta pianura;</li> <li>- ambito di bassa pianura.</li> </ul> </li> </ul> <p>Sono state quindi accorpate formazioni flischoidi oligo-mioceniche (come Marnoso Arenacea, Macigno, etc.) alle formazioni calcaree mesozoiche, che insieme alle vulcaniti (dell'Amiata) costituiscono l'ossatura principale dei rilievi regionali. Le alluvioni recenti invece hanno permesso di individuare gli ambiti caratteristici di pianura ed infine le restanti formazioni plioceniche marino e fluvio-lacustre sono state accorpate con le unità liguri e subliguri.</p>
<b>CONFINAMENTO (STEP 2)</b>	<p>Il grado di confinamento dei corpi idrici esprime la percentuale di lunghezza di un tratto in cui si verifica o meno la condizione di confinamento, ovvero contatto diretto con elementi che impediscono la mobilità laterale (manuale IDRAIM).</p>	<p>E' stato quindi definito un un grado di confinamento decrescente a partire da: confinato (pianura assente), a semi-confinato (pianura discontinua), a non confinato (pianura continua).</p>
<b>MORFOLOGIA DELL'ALVEO:</b>  <u>Sinuosità (STEP 3)</u>  <b>MORFOLOGIA DELL'ALVEO:</b>  <u>Sinuosità (STEP 3)</u>	<p>Per la determinazione della morfologia dell'alveo occorre valutare la sinuosità del corpo idrico.</p> <p>La procedura IDRAIM prevede le seguenti fasi per la determinazione della sinuosità:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Delimitazione dell'alveo</u> (nel caso di alvei sufficientemente larghi);</li> <li>2. <u>Tracciamento dell'asse dell'alveo</u>: si definisce la linea mediana dell'alveo;</li> <li>3. <u>Tracciamento dell'asse del tracciato planimetrico del corso d'acqua</u>;</li> <li>4. <u>Rapporto fra la lunghezza del corso d'acqua tra i due estremi del tratto lungo l'asse dell'alveo e la corrispondente lunghezza lungo l'asse del tracciato planimetrico</u> (indice di sinuosità).</li> </ol>	<p><b>1-2) Delimitazione dell'alveo e Tracciamento dell'asse dell'alveo:</b> questi sono stati desunti dai dati del catasto idrico della Regione Toscana;</p> <p><b>3) Tracciamento dell'asse del tracciato planimetrico del corso d'acqua:</b> coincide con la direzione lungo la quale si sviluppa il tracciato planimetrico del corso d'acqua.</p> <p><b>4) Calcolo dell'indice di sinuosità (Is):</b> è stata eseguita un'operazione di geoprocessing basata su una lunghezza fissa e reiterata per tutta la lunghezza del corpo idrico; in tal modo non è stato necessario individuare l'asse della fascia fluviale e la valutazione delle sinuosità dei tratti è stata eseguita sulla base del calcolo suddetto.</p>
<b>MORFOLOGIA DELL'ALVEO:</b>  <u>Discontinuità della pendenza del fondo (STEP 3)</u>	<p>Questo criterio si applica maggiormente ai tratti confinati o semi-confinati delle porzioni medio-alte del bacino, dove possono esistere notevoli discontinuità di pendenza non identificabili con i criteri precedenti. Il fine è di verificare l'esistenza di eventuali variazioni di pendenza che possono servire da ausilio per la delimitazione di un tratto.</p>	<p>E' stata eseguita una analisi del profilo longitudinale di ciascun corpo idrico e le relative pendenze (gradiente idraulico), attraverso le quali sono state individuate le principali variazioni dell'andamento del profilo. Inizialmente è stato eseguito il fitting dei singoli dislivelli di quota attraverso un modello polinomiale per ottenere la curva rappresentante il gradiente di ciascun corpo idrico. Questo ha consentito di eseguire il calcolo della derivata seconda di ciascun profilo e di derivare i punti di flesso (max e min) del gradiente. Successivamente sono stati utilizzati degli algoritmi di routing, in ambiente GIS, per ottenere le coordinate planimetriche degli stessi punti. In questo modo sono state eseguite le ulteriori suddivisioni dei tratti sulla base dei cambiamenti di pendenza del profilo longitudinale dei corpi idrici.</p>

Tabella 1 – Procedura IDRAIM per la suddivisione in tratti.

Per l'applicazione degli step di cui sopra il corpo idrico è stato diviso considerato un punto ogni 40 metri in ciascuno di questi punti, ogni corpo idrico è stato caratterizzato per tutti i criteri sopra descritti (Tabella 1). Per ogni punto è stato generato un altro file con transetti (lunghe 200 m) utilizzati per eseguire le analisi ortogonali al flusso del corpo idrico. Per ogni sezione sono stati generati 100 punti. Sui transetti è stato valutato il confinamento attraverso l'analisi del raster con le geo-litologie (riviste attraverso una analisi a video) basate principalmente sulla valutazione delle differenze di quota e di ampiezza della pianura alluvionale.

Per il calcolo della sinuosità è stato realizzato un ulteriore algoritmo che utilizza come input i punti centroidi dei transetti suddetti. L'algoritmo si basa sull'esecuzione di una finestra mobile a lunghezza predefinita lungo tutto il corpo idrico, tramite la quale viene attribuito a ciascun centroide il valore di sinuosità corrispondente. Ulteriori elementi di suddivisione dei tratti sono stati, oltre ai suddetti punti di variazione dell'acclività del fondo, la presenza di dighe di grandi dimensioni.

### 2.1.2. INDIVIDUAZIONE DI POTENZIALI CORPI IDRICI FORTEMENTE MODIFICATI

La valutazione dello stato morfologico di un corpo idrico è legata ad una serie di criteri guida riconducibili essenzialmente a:

- 1) funzionalità geomorfologica;
- 2) elementi artificiali;
- 3) variazioni morfologiche (solo per i grandi corsi d'acqua larghezza  $L > 30$  metri).

L'attività istruttoria di individuazione è stata svolta su tratti omogenei solo da un punto di vista geomorfologico, quindi è stato preso in considerazione anche il carattere di artificialità.

L'analisi quindi è stata svolta attraverso due fasi: la prima riferita all'analisi spaziale delle aree maggiormente antropizzate, la seconda alle aree maggiormente interessate da opere idrauliche.

– **FASE 1** - Per l'individuazione delle aree maggiormente antropizzate si è scelto di basarsi sulla densità delle strutture antropiche (aree urbane edificate, aree industriali, aree di cava e le principali vie di comunicazione stradale e ferroviaria) ed attraverso un processamento di questa selezione si è ottenuta una matrice di densità delle aree antropizzate.

Successivamente, attraverso l'uso di algoritmi focali (algoritmi di vicinanza) e di statistiche spaziali è stato possibile ottenere una valutazione di densità dell'urbano ed analizzare i rapporti di prossimità con i corpi idrici. Questa ha permesso di classificare i tratti maggiormente interessati dalla presenza di aree antropiche (indice di intensità relativa di antropizzazione). Nel caso specifico per la valutazione dell'adiacenza di urbano/strade ai singoli tratti si è utilizzata la somma dei valori delle celle quale relazione statistica. Sui valori medi ottenuti per ciascun tratto di corpo idrico è stata valutata la classe percentile di appartenenza. Sono stati quindi selezionati i tratti, aventi un valore pari o superiore al 75° percentile, poiché ritenuto la miglior soglia per differenziare i tratti maggiormente interessati dalla persistenza di territorio fortemente antropizzato.

In fine per ciascun corpo idrico è stato applicato un criterio di prevalenza, per valutare laddove fosse predominante (> 40%) la presenza dei tratti suddetti. Al termine di questa fase sono stati quindi individuati 165 corpi idrici con forte livello di antropizzazione.

– **FASE 2** – Per l'analisi spaziale delle aree maggiormente interessate da opere idrauliche è stata adottata la stessa metodologia usata per l'analisi dell'urbano. Quindi, inizialmente attraverso algoritmi di prossimità dove la prossimità delle opere idrauliche è stata valutata attraverso una

finestra mobile quadrata di 100 metri di lato, ed in seguito attraverso un'analisi spaziale statistica.

Questa ha permesso di ottenere un indice di densità relativa delle opere idrauliche, che è stato definito come il valore medio dell'elaborazione proveniente dall'algoritmo di prossimità delle opere idrauliche, calcolato su ciascun tratto di 1,5 km circa per ogni corpo idrico. In questo caso è stato selezionato un valore soglia pari al 95° percentile dei valori dell'indice suddetto.

In conclusione l'analisi condotta, dal consorzio LAMMA in collaborazione con i competente Settore Regionale ha consentito non soltanto di attuare la suddivisione (basata sulla metodologia IDRAIM) in tratti di tutti i corpi idrici della Toscana, ma ha consentito anche di effettuare una selezione tra i corpi idrici non classificati come corpi idrici artificiali. Tale selezione si è basata sulla valutazione di due indici specificamente definiti nell'ambito del presente lavoro:

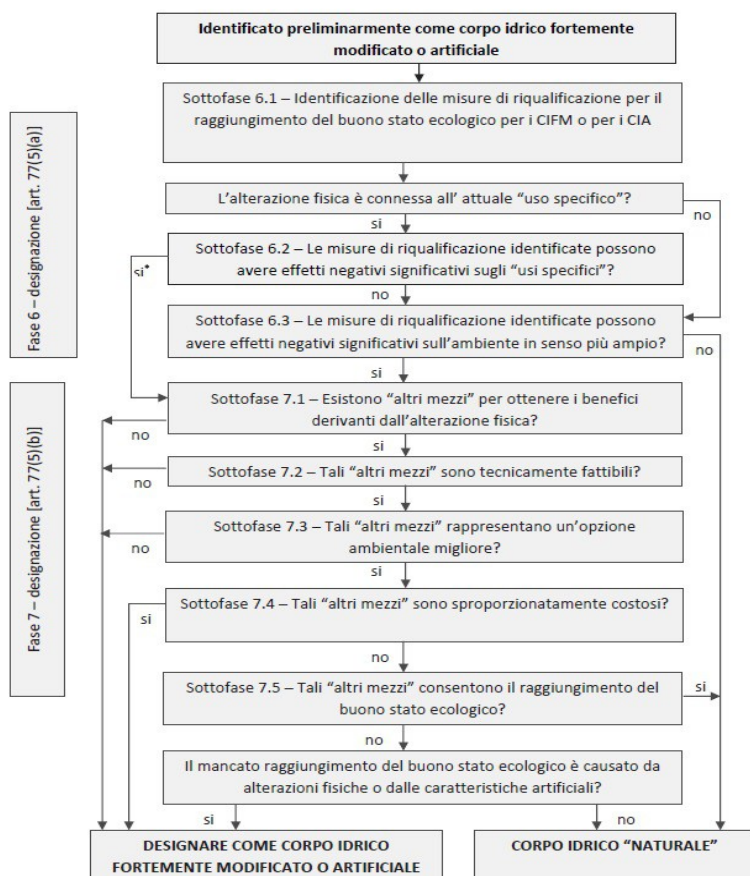
1. Indice di intensità relativa di antropizzazione;
2. Indice di densità relativa di opere idrauliche.

Attraverso tali valutazioni ed opportune soglie, è stato possibile individuare a conclusione del livello 1 del DM succitato 140 corpi idrici fortemente modificati candidati alla verifica del livello 2.

## 2.2. DESIGNAZIONE DEFINITIVA DEI CORPI IDRICI FORTEMENTE MODIFICATI (LIVELLO 2)

Quanto descritto fino ad ora rappresenta il livello 1, descritto in figura 2, a cui sono state successivamente applicate le valutazioni del livello 2 (Figura 4) per pervenire alla designazione definitiva dei corpi idrici fortemente modificati e artificiali da considerare nel piano di tutela e nel piano di gestione.

In sintesi occorre quindi verificare se le esigenze ed i benefici derivanti dall'uso specifico



non siano raggiungibili con altri mezzi, cioè con diverse sistemazioni idromorfologiche del corpo idrico, che non comportino un costo eccessivo; tenendo conto che le modificazioni idromorfologiche sono state realizzate nel tempo proprio al fine di garantire gli usi specifici sopra elencati e che non necessariamente verificato che detti usi possano essere garantiti in modi diversi, cioè con altre sistemazioni idromorfologiche del corpo idrico e costi che non siano sproporzionati, anche in relazione ai benefici che si ipotizzano attesi da queste nuove diverse sistemazioni.

In questo contesto è stata stata condotta un'analisi finalizzata a mettere in evidenza le interconnessioni tra il corpo idrico e la pericolosità idraulica ai sensi della direttiva 2007/60. In particolare l'analisi ha messo in evidenza quali corpi idrici siano contigui ad aree soggette ad alluvione frequenti, poco frequenti e di estrema intensità secondo le mappe di cui alla direttiva 2007/60 e per i quali le opere presenti sono necessarie al mantenimento dei livelli di sicurezza esistenti.

Per tali corpi idrici, in prima approssimazione interventi di rimozione degli usi specifici ai fini della protezione dal rischio idraulico sono da ritenersi di fattibilità tecnico-economica limitata o da approfondire a causa delle possibili ripercussioni ed incremento delle pericolosità idrauliche.

A conclusione di questa analisi il numero dei corpi idrici che hanno le caratteristiche per essere identificati come corpo idrico fortemente modificato si è ridotto a 119 corpi idrici.

**Figura 6 – LIVELLO 2:** Fasi per la designazione definitiva dei corpi idrici fortemente modificati ed artificiali.